



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO

Jorge Miguel Afonso de Passos

*A COMPETÊNCIA TECNOLÓGICA DO SISTEMA COMPUTER  
AIDED DESIGN (CAD) NO DESIGN DE NOVOS CONCEITOS  
ESPACIAIS: UM CASO DE ESTUDO*

Nome do Curso de Mestrado

Design Integrado

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor Ermanno Aparo

e coorientação da

Professor Doutor Manuel Ribeiro

Agosto de 2017

## AGRADECIMENTOS

Após este longo caminho e chegando a este momento, gostaria de deixar os meus agradecimentos,

ao Professor Doutor Ermanno Aparo, o meu orientador, pela sua disponibilidade, pela sua persistência e acreditar, pela enorme ajuda e dedicação, foi mais que um orientador foi um grande amigo.

ao Professor Doutor Manuel Ribeiro, o meu coorientador, a sua sinceridade e a sua partilha de conhecimento fizeram com que a fase inicial desta caminhada fosse mais fácil e produtiva.

À Professora Doutora Liliana Aparo, obrigado por tudo, pela enorme ajuda e acreditar em mim.

À minha Débora por não me deixar ir abaixo e ser persistente, mais que uma companheira foste nesta fase uma lutadora.

À minha família desde de sempre acreditou em mim, principalmente a ti avô.

Acima de tudo e todos ao meu amigo João Teixeira, sem a tua enorme ajuda estas próximas páginas não existiriam. Obrigado pela enorme ajuda e dedicação e acreditar. Mais que um amigo, um irmão.

A todos um muito obrigado

Agosto de 2017

# RESUMO

Esta investigação propõe o desenvolvimento de um sistema construtivo modular capaz de se adaptar às necessidades da realidade complexa e fluída em que vivemos. Pretende ainda, avaliar as capacidades tecnológicas dos sistemas CAD enquanto competência na prática de projeto em Design, demonstrando-o através da apropriação de software de modelação 3D para a conceção e materialização da proposta de tese.

Na primeira parte faz-se o enquadramento histórico do sistema CAD no contexto ocidental, nomeadamente, explicando o seu papel determinante na concretização de projetos complexos. Valida-se este aspeto, fundamentando com os casos de estudo “Agrónica” da Domus Academy, “Virtual House” de Peter Eisenman e da empresa Almadesign utilizando autores como Bernhard Bürdek, Nigel Cross e J. C. Jones.

Na segunda parte demonstra-se a importância no desenvolvimento de sistemas de produto modulares como consequência da interpretação da modernidade líquida (Bauman, 2000). Por um lado, o projeto constrói-se através da apropriação do projeto “NmeeTon” como ponto de partida, sobretudo na relação com os perfis Bosch. Por outro lado, utilizam-se as uniões típicas da arquitetura japonesa como referência, adaptando-as para o desenvolvimento de um sistema construtivo mutável. Utiliza-se um processo de design em aberto baseado numa metodologia de tentativa/erro e verificação constante, e, no conceito de “*pattern language*” de Christopher Alexander (1977).

Finalmente, na terceira parte, validam-se as capacidades do projeto de investigação através da ministração de um workshop, que consistiu na aplicação do sistema construtivo no desenvolvimento de propostas para o âmbito do mobiliário de escritório utilizando o software “Autodesk Fusion 360” como ferramenta de modelação, comunicação, acompanhamento e gestão de projeto. O evento promoveu a conexão de alunos de licenciatura do curso de Design do Produto do IPVC (participantes) com o setor empresarial, mais especificamente com a empresa Cadeinor.

**Palavras-Chave:** CAD, Sistema Construtivo, União, Autodesk Fusion 360, Modelação 3D, Impressão 3D

Agosto de 2017



# ABSTRACT

This research proposes the development of a modular construction system capable of adapting to the needs of the complex and fluid reality in which we live. It also intends to validate the technological capabilities of CAD systems as a competence in design practice, demonstrating it through the appropriation of 3D modeling software for the design and materialization of the thesis proposal.

In the first part, the historical framework of the CAD system in the Western context is explained, namely, explaining its decisive role in the accomplishment of complex projects. This aspect is grounded on the case studies of "Agrónica" by Domus Academy, "Virtual House" by Peter Eisenman and the company Almadesign using authors such as Bernhard Bürdek, Nigel Cross and J. C. Jones.

The second part demonstrates the importance in the development of modular product systems as a consequence of the interpretation of liquid modernity (Bauman, 2000). On the one hand, the project is built through the appropriation of the "NmeeTon" project as a starting point, especially in relation to the Bosch profiles. On the other hand, the joints, typical of the Japanese architecture, are used as reference, adapting them for the development of a changeable constructive system. An open design process based on a trial / error and constant verification methodology, and the concept of "pattern language" by Christopher Alexander (1977) is used.

Finally, in the third part, the research project's capabilities are validated through the administration of a workshop, which consisted in the application of the constructive system in the development of proposals for office furniture using "Autodesk Fusion 360" software as a tool for Modeling, Communication, Monitoring and Project Management. The event promoted the connection of undergraduate students of the IPVC Product Design course (participants) with the business sector, more specifically with the company Cadeinor.

**Key words:** CAD, Constructive System, Joint, Autodesk Fusion 360, 3D Modeling, 3D Printing

# ÍNDICE

<b>RESUMO .....</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>5</b>
<b>1 ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>2 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
2.1    Objetivos.....	14
2.2    Questões de investigação .....	15
2.3    Hipóteses de investigação.....	16
2.4    Motivações de interesse .....	17
2.5    Objetivos.....	19
2.6    Metodologia de investigação .....	19
<b>3 O SISTEMA COMPUTER AIDED DESIGN (CAD) COMO COMPETÊNCIA DO PROCESSO EM DESIGN.....</b>	<b>23</b>
3.1    Apresentação do tema.....	23
3.1.1    O Design e a implementação de Ferramentas computacionais para a criação de soluções dinâmicas de projeto .....	24
3.1.2    O auxilio do sistema CAD enquanto driver essencial na análise evolutiva do projeto.....	27
3.1.3    O sistema CAD enquanto gestor dos timings de projeto .....	29
3.2    O sistema <i>Computer Aided Design</i> (CAD) e a metodologia do Design no contexto ocidental .....	32
3.2.1    O contexto da <i>Hochschule Fur Gestaltung</i> de ULM.....	32
3.2.2    Caso de estudo: Agronica .....	34
3.2.3    Caso de estudo: Peter Eisenman e a Virtual House (1996-1997).....	36
3.2.4    Caso de Estudo: Almadesign e o contexto Português.....	38
<b>4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO .....</b>	<b>40</b>
4.1    O sistema de produto modular enquanto interprete da modernidade líquida .....	40
4.1.1    A experiência NMEETON enquanto validação do conceito de projeto.....	40
4.1.2    Os casos BOSCH e CONSTRUCTIV PILA como premissa para o desenvolvimento de um sistema de união modular.....	45
4.1.3    Análise genérica dos perfis.....	49

4.1.3.1	Análise crítica ao componente.....	49
4.1.3.2	Pesquisa do método de produção .....	56
4.1.4	Estudo de campo .....	59
4.1.4.1	Visita à empresa de extrusão ADLA .....	60
4.1.4.2	Visita à empresa fornecedora de perfis PerfiViana.....	64
<b>4.2</b>	<b>Aplicação prática do projeto .....</b>	<b>65</b>
4.2.1	Introdução do processo utilizado.....	65
4.2.2	Objetivos.....	67
4.2.3	Cronologia de projeto.....	68
4.2.3.1	Momento 1: A cultura japonesa como referência no desenvolvimento de um sistema de união .....	68
4.2.3.2	Momento 2: A união “Kawai Tsugite” aplicada no desenvolvimento de um sistema e união. 74	
4.2.3.3	Momento 3: A implementação do perfil (como premissa) no desenvolvimento de um sistema de união adaptável ao mercado. ....	78
4.2.3.4	Momento 4: Experimentação do sistema construtivo integrado com o perfil MAYTEC e união, no desenvolvimento de uma mesa de trabalho .....	84
4.2.4	Conclusões intermédias .....	92
<b>5</b>	<b>VALIDAÇÃO DO PROJETO .....</b>	<b>94</b>
<b>5.1</b>	<b>WORKSHOP.....</b>	<b>94</b>
5.1.1	TSUKENE: simbiose entre academia e indústria – o sistema de produto aplicado no âmbito do equipamento de escritório (iniciação ao Autodesk Fusion 360) .....	96
5.1.1.1	As conexões entre a academia e o setor empresarial.....	96
5.1.1.2	Briefing de projeto para o Workshop “Tsukene” .....	97
5.1.1.3	Dinâmicas do workshop: Evolução cronológica .....	99
5.1.1.3.1	Momento 1: Apresentação de objetivos aos alunos.....	99
5.1.1.3.2	Momento 2: Desenvolvimento de conceitos .....	102
5.1.1.3.3	Momento 3: Validação de conceito final com modelação 3D de propostas.....	105
5.1.1.3.4	Momento 4: Ligação das patterns para a modelação da Workstation .....	108
<b>5.2</b>	<b>Conclusões Intermédias .....</b>	<b>109</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>111</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>115</b>
<b>8</b>	<b>GLOSSÁRIO .....</b>	<b>117</b>
<b>9</b>	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>118</b>

<b>9.1</b>	<b>Dinâmicas do software Autodesk Fusion 360</b> .....	<b>118</b>
9.1.1	Comunicação e partilha com membros de projeto.....	118
9.1.2	Acompanhamento evolutivo do projeto.....	120
9.1.3	Capacidade de gestão de ficheiros relativos ao projeto.....	121
9.1.4	Análise de componentes.....	123
<b>9.2</b>	<b>Impressões 3D</b> .....	<b>124</b>
<b>9.3</b>	<b>Montagem</b> .....	<b>126</b>
<b>10</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>128</b>
<b>10.1</b>	<b>Perfis BOSCH</b> .....	<b>128</b>
10.1.1	Catálogos referentes aos perfis Bosch.....	128
10.1.2	Âmbitos de aplicação dos perfis Bosch.....	131
10.1.2.1	Construção de Instalações.....	131
10.1.2.2	Estantes.....	132
10.1.2.3	Postos de Trabalho.....	132
10.1.2.4	EcoSafe.....	133
10.1.2.5	Guias Lineares.....	133
10.1.2.6	Elementos Criativos.....	134
<b>10.2</b>	<b>Sistema Constructive PILA</b> .....	<b>134</b>
10.2.1	Perfis e Uniões do sistema Constructive PILA.....	134
10.2.2	Componentes Elétricos.....	136
10.2.3	Acessórios.....	137
<b>10.3</b>	<b>Convite da direção de curso de Design do Produto do IPVC para ministrar Workshop durante o evento ALUMNI DP</b> .....	<b>138</b>
<b>10.4</b>	<b>Testemunho dos participantes relativamente ao Workshop “Tsukene”</b> .....	<b>139</b>
10.4.1	Testemunho Pattern Iluminação.....	139
10.4.2	Testemunho Pattern Isolamento.....	140
10.4.3	Testemunho Pattern Arrumos.....	141

# 1 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organograma metodologia .....	20
Figura 2: Imagem representativa do padrão de conexões, do lado esquerdo uma situação complexa facilmente simplificada simplesmente alterando a organização dos pontos (lado direito). Fonte: (JONES, 1992: 29) .....	26
Figura 3: Momento de interação com o software Autodesk Fusion 360 durante uma aula de Engenharia e Produção na universidade de Warwick. Fonte: <a href="https://www.autodesk.com/products/fusion-360/blog/fusion-360-engineering-warwick/">https://www.autodesk.com/products/fusion-360/blog/fusion-360-engineering-warwick/</a> ....	28
Figura 4: Modelos experimentais da Stylus "Scriba" impressos em 3D relativamente às provas de encaixe ergonómico do produto. Fonte: <a href="https://www.autodesk.com/products/fusion-360/blog/scriba-aims-reinvent-stylus-designers/">https://www.autodesk.com/products/fusion-360/blog/scriba-aims-reinvent-stylus-designers/</a> .....	30
Figura 5: Exercício "Raster, Square Lattice" (1965) baseado na simulação construtiva de padrões limitados pela grelha de pixéis do ambiente gráfico computacional, coordenado por Tomás Maldonado. Fonte: NEVES; ROCHA (2013) "The contribution of Tomas Maldonado to the scientific approach to design at the beginning of computational era: the case of the HFG of Ulm": Pág. 44 .....	33
Figura 6: Imagem do sistema construtivo "Agronica". Fonte: WALDHEIM (2010) Notes toward a history of agrarian urbanism.": Pág. 6 .....	36
Figura 7: Esquema gráfico de variações geométricas a partir dos vetores constituintes dos cubos da "Virtual House" por Peter Eisenman (1997). Fonte: <a href="http://www.eisenmanarchitects.com/virtual-house.html#images">http://www.eisenmanarchitects.com/virtual-house.html#images</a> .....	37
Figura 8: Imagem representativa de uma das fases constituintes do processo utilizado pela empresa Almadesign, neste caso, no que diz respeito à modelação 3D do projeto "LIFE" Fonte: <a href="http://www.almadesign.pt/nossos-processos/?lang=pt-pt">http://www.almadesign.pt/nossos-processos/?lang=pt-pt</a> .....	40
Figura 9: Da esquerda para a direita: Sistema construtivo utilizado na materialização da pattern "estrutura". Sistema construtivo utilizado para a materialização da pattern "Equipamento". Imagem: Alzira Dias .....	42
Figura 10: Esquema gráfico demonstrativo das patterns constituintes do projeto NmeeTon e quais as suas relações, elaborado durante uma das fases de projeto. Imagem: Jorge Passos .....	43
Figura 11: Dinâmicas de processo numa aula de projeto, com alunos a validarem propostas das patterns através de software CAD. Imagem: Alzira Dias .....	44
Figura 12: Modelos virtuais de duas hipóteses construtivas através da relação de patterns. À esquerda, solução construtiva da estrutura do edifício. À direita solução construtiva dos módulos de cozinha. Imagem: Jorge Passos .....	45
Figura 13: Exemplo ilustrativo da montagem do sistema PILA .....	46
Figura 14: Imagem da estrutura para o módulo desenvolvido para o equipamento da cozinha "NmeeTon" utilizando o perfil Bosch como elemento construtivo. Imagem: Alzira Dias ....	47

Figura 15: Imagem representativa da modelação 3D das peças de união do sistema PILA, no ambiente digital do software responsável pela impressão 3D. ....	48
Figura 16: Exemplo ilustrativo de uma possível configuração construtiva do sistema PILA utilizando alguns acessórios que podem ser acoplados ao perfil .....	49
Figura 17: De cima para baixo: Definição dos constrangimentos. Resultado da primeira filtragem, correspondente ao Peso VS. Preço. Imagem: Jorge Passos .....	51
Figura 18: Resultados do filtro aplicado no gráfico inicial, ou seja, materiais encontrados nos limites de 320 Kg/m <sup>3</sup> e 20€/Kg. Imagem: Jorge Passos.....	52
Figura 19: De cima para baixo: Definição dos constrangimentos. Resultado da segunda filtragem, correspondente à Resistência à Compressão VS. Resistência à Água. Imagem: Jorge Passos .....	52
Figura 20: De cima para baixo: Definição dos constrangimentos. Resultado da terceira filtragem, correspondente à Resistência à Fratura VS. Durabilidade a Raios UV. Imagem: Jorge Passos .....	53
Figura 21: Resultados dos materiais finais a serem analisados para a escolha final referente ao material mais satisfatório. Imagem: Jorge Passos .....	54
Figura 22: Composição de 4 imagens referentes às principais propriedades do material. Marcado a vermelho, o alumínio escolhido como hipótese mais satisfatória. Imagem: Jorge Passos .....	55
Figura 23: Informação geral do Alumínio 7475 T7651. Imagem: Jorge Passos.....	56
Figura 24: De cima para baixo: Definição dos constrangimentos. Resultado da primeira filtragem, correspondente ao Processo Contínuo VS. Forma Circular. Imagem: Jorge Passos .....	57
Figura 25: Processos possíveis após verificação da primeira filtragem correspondente aos constrangimentos definidos na figura 24. Imagem: Jorge Passos.....	57
Figura 26: Aplicação dos constrangimentos definidos para a segunda filtragem, Índice de Custo Relativo (por unidade) VS. Tamanho Económico do Lote (por unidade). Imagem: Jorge Passos .....	58
Figura 27: Da esquerda para a direita. Momento de escolha do processo produtivo mais satisfatório. Gráfico representativo (em detalhe) do método produtivo escolhido. Imagem: Jorge Passos .....	59
Figura 28: Imagem panorâmica do ambiente interior da empresa ADLA. Imagem: Jorge Passos .....	60
Figura 29: Local de armazenamento das várias ligas de alumínio em bruto (tarugos), onde é feita a escolha do material para o respetivo perfil a extrudir. Imagem: Jorge Passos.....	61
Figura 30: Faseamento cronológico de todo o processo inerente à materialização de um perfil de alumínio. Imagem: Jorge Passos .....	63
Figura 31: Local onde é armazenada a vasta gama de perfis comercializados pela empresa PerfiViana. Imagem: Jorge Passos .....	64
Figura 32: Catálogo físico de perfis disponibilizado pela empresa PerfiViana. Imagem: Jorge Passos .....	65

Figura 33: Montagem de imagens referentes às uniões escolhidas, retiradas do livro “Wood Joints In Classical Japanese Architecture” .	70
Figura 34: Desenho técnico da união "Okuri Ari". Fonte: (SUMIYOSHI; MATSUI 1991: 54) .....	71
Figura 35: Modelação 3D das uniões a manipular em ambiente virtual. Imagem: Jorge Passos .....	72
Figura 36: Impressão 3D da união "Sumiyoshi" para testar o seu funcionamento manualmente. Imagem: Jorge Passos .....	72
Figura 37: Imagens representativas do funcionamento do sistema e união "Kawai Tsugite". Fonte: <a href="http://www.core77.com/posts/41624/Japanese-Woodworking-Madness-A-Three-Way-Wood-Joint">http://www.core77.com/posts/41624/Japanese-Woodworking-Madness-A-Three-Way-Wood-Joint</a> - acedido a 30/6/2017.....	74
Figura 38: Primeiras modelações 3D da união japonesa "Kawai Tsugite", com algumas verificações dos encaixes entre as uniões. Imagem: Jorge Passos.....	75
Figura 39: Da esquerda para a direita: Fase do processo de impressão da primeira peça da união (utilizando a impressora helloBEEprusa). Ambas a uniões impressas utilizando o material PLA. Imagem: Jorge Passos. ....	76
Figura 40: De cima para baixo: Modelação tridimensional da união referente ao sistema Constructive Pila em ambiente gráfico Autodesk Fusion 360. Imagens referentes às impressões 3D do sistema de união da Constructive Pila (Perfil e União). Imagem: Jorge Passos .....	77
Figura 41: Imagens referentes à biblioteca/catálogo de empresas produtoras e fornecedoras de perfis no software Autodesk Fusion 360. Imagem: Jorge Passos .....	79
Figura 42: Da esquerda para a direita, imagem comparativa entre o perfil BOSH e o perfil MAYTEC, respetivamente. Imagem: Jorge Passos .....	80
Figura 43: Momento de configuração do perfil MAYTEC através da plataforma "Parts4CAD" do software Autodesk Fusion 360. Imagem: Jorge Passos .....	81
Figura 44: Da esquerda para a direita: União já reformulada em vista explodida com o perfil MAYTEC. Detalhe do aspeto formal da peça do sistema de união reformulado. Imagem: Jorge Passos .....	82
Figura 45: Imagens referentes à impressão das peças constituintes do sistema de união. Imagem: Jorge Passos .....	82
Figura 46: Simulações mecânicas das uniões utilizando o ABS como material. Imagem: Jorge Passos .....	83
Figura 47: Implementação do sistema elétrico, diretamente embutido na união, utilizando o Autodesk Fusion 360. Imagem: Jorge Passos.....	84
Figura 48: Primeira hipótese estrutural para uma mesa de trabalho, utilizando o sistema construtivo desenvolvido. Imagem: Jorge Passos .....	85
Figura 49: Adaptação do sistema de união, aplicando mais um eixo construtivo. Imagem: Jorge Passos .....	86

Figura 50: Da esquerda para a direita: Hipótese construtiva utilizando uma união com 1 eixo e uma união com 2 eixos. Hipótese construtiva utilizando duas uniões com 2 eixos. Imagem: Jorge Passos .....	87
Figura 51: Imagem referente à fase de experimentação das hipóteses construtivas do sistema de união com 2 eixos. Imagem: Jorge Passos.....	87
Figura 52: Segunda hipótese construtiva para a estrutura de uma mesa de trabalho utilizando a solução de várias uniões com 2 eixos. Imagem: Jorge Passos.....	88
Figura 53: Desenho técnico referente às quantidades e medidas de perfis da mesa de trabalho. Imagem: Jorge Passos .....	89
Figura 54: Várias adaptações feitas às uniões com o objetivo de definir o comprimento ideal para o encaixe com o perfil (em termos de estabilidade estrutural). Imagem: Jorge Passos....	90
Figura 55: Primeiras verificações do funcionamento do sistema de união com os perfis utilizando uma estrutura básica. Imagem: Jorge Passos .....	91
Figura 56: Imagens referentes à montagem da hipótese estrutural final da mesa (primeiro protótipo). Imagem: Jorge Passos.....	91
Figura 57: Cartaz oficial do evento ALUMNI DP (2017), desenvolvido pelo aluno de Design do Produto, Carlos Melo. Imagem: Carlos Melo.....	95
Figura 58: Apresentação aos alunos relativamente aos objetivos do workshop. Imagem: GCI-IPVC.....	100
Figura 59: Jorge Passos demonstra o funcionamento do sistema construtivo desenvolvido. Imagem: Ermanno Aparo.....	101
Figura 60: Organização de todas as patterns constituintes do produto final a desenvolver pelos participantes. Informação disponibilizada no próprio software (Desktop e Mobile). Imagem: Jorge Passos .....	102
Figura 61: Participantes manipulam fisicamente as uniões juntamente com os perfis. Imagem: GCI-IPVC .....	103
Figura 62: Participantes do workshop iniciam a fase de desenvolvimento de conceitos com o apoio dos representantes da empresa Cadeinor. Imagem: GCI-IPVC .....	103
Figura 63: Participantes interagem com a aplicação móvel do software Autodesk Fusion 360 fazendo upload dos avanços de projeto. Imagem: GCI-IPVC.....	104
Figura 64: Imagem representativa da atividade de cada grupo com o software Autodesk Fusion 360. Imagem: Jorge Passos.....	104
Figura 65: Os designers João Teixeira e Roberto Alves, na fase de validação das ideias de projeto. Imagem: Carlos Melo.....	105
Figura 66: Exemplo representativo da fase de validação em ambiente virtual, onde se verifica a comunicação dos participantes com os designers da Cadeinor. Imagem: Jorge Passos.....	106
Figura 67: Da esquerda para a direita: Modelação dos conceitos finais utilizando o Autodesk Fusion 360. Grupo de trabalho relativo a uma das patterns durante o processo de modelação 3D da respetiva proposta. Imagem: Jorge Passos.....	107



Figura 68: HelloBEEprusa, equipamento disponibilizado aos participantes, caso surgisse a  
necessidade de impressão de alguma solução elaborada. Imagem: Jorge Passos ..... 108

Figura 69: Fase de relacionamento das patterns constituintes da Workstation. Imagem: Jorge  
Passos ..... 109

## 2 INTRODUÇÃO

### 2.1 Objetivos

Este documento apresenta o projeto de investigação de tese de mestrado em Design Integrado da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, orientado pelos Professores Doutores Ermanno Aparo e Manuel Ribeiro.

Nesta investigação pretende-se validar a importância do método em design no que diz respeito ao aproveitamento das capacidades tecnológicas do sistema Computer Aided Design (CAD), no desenvolvimento de novos conceitos espaciais. Em termos de aplicação, este estudo pretende beneficiar com ligações que possam existir entre o Mestrado em Design do Instituto Politécnico de Viana do Castelo - IPVC e uma rede de empresas que possam contribuir para a evolução e validação do projeto. Neste sentido, propõe-se o desenvolvimento de um sistema para construção de mobiliário e microarquitetura efémera, tendo como base construtiva a sua modularidade, dinâmica e capacidade de adaptação.

Ainda sobre o contexto, pretende-se, durante a investigação, desenvolver um sistema de produto que venha colmatar alguns problemas no sistema modular para stands expositivos. Assim, o desenvolvimento do produto assenta na necessidade das empresas que recorrem a este tipo de sistemas, constituindo uma série de referências que permitam gerar propostas inovadoras. Da mesma forma, abranger e corresponder a alguns requisitos das empresas, inculcando esses mesmos valores na raiz do desenvolvimento de projeto.

Inicialmente, em modo de briefing e de acordo com empresas que se relacionam a este tipo de produto, é possível consolidar algumas premissas importantes, nomeadamente: a modularidade, a inovação, a aplicação das

estruturas (quer em ambientes interiores e/ou exteriores), e a utilização da rede de parceiros, de forma a potenciar ao máximo a sua capacidade produtiva.

Em suma, o Computer Aided Design, acaba por ser uma excelente ferramenta contributiva para a disciplina do design, em todas as fases de projeto. Desde a fase de criação, conceção, processo de execução, até á fase de protótipo e colocação de mercado, o CAD permite um excelente suporte para quem projeta como para quem produz. De facto, as ferramentas de CAD garantem que as empresas parceiras e/ou designers responsáveis pelo projeto visualizem os avanços e recuos do que se estão a desenvolver e, principalmente, permite uma colaboração interventiva no projeto em tempo real e simultâneo. intenta-se que o projeto se torne no próprio teste e conseqüente validação da temática da presente investigação.

Com este exercício validam-se as capacidades dos sistemas CAD, não só no desenvolvimento de propostas, mas, acima de tudo, na interação entre todos os envolventes, possibilitando que cada um possa interagir de forma construtiva em todas as fases inerentes ao projeto.

## **2.2 Questões de investigação**

No seguimento das considerações expostas, argumentam-se, ao longo do documento, as seguintes questões de investigação:

1. Qual o papel do sistema Computer Aided Design (CAD) na criação de novos conceitos espaciais?
2. Em que é inovadora a metodologia do sistema Computer Aided Design (CAD) no processo criativo do designer?
3. No design de equipamento, pode o sistema Computer Aided Design (CAD) contribuir para validar as formas de comunicação e de interação entre a empresa e o designer?

O Computer Aided Design (CAD) é sem dúvida uma das premissas mais vincadas na presente investigação. Desse modo, ao longo do documento, pretende-se validar as valências da mesma procurando encontrar um cruzamento entre o sistema CAD, a indústria e o designer. Assim, o CAD é utilizado para dar resposta a uma série de problemas atuais, transformando a complexidade dos mesmos em algo mais fluído e interativo.

## **2.3 Hipóteses de investigação**

Atualmente a indústria, e a forma como opera, está cada vez mais dinâmica e distribuída entre setores. Da mesma forma, o design é cada vez menos apenas uma área de pura criação para passar a ser uma disciplina que consiste na adaptação e implementação de novos métodos aptos para a indústria, centros de investigação e academias. Isto significa que o processo no desenvolvimento de projeto deve ser atualizado, coincidindo com as novas normas do mercado.

De forma a consolidar estes aspetos, o CAD, enquanto competência do design, surge como hipótese de investigação sendo interpretado como um driver de criatividade e inovação. A par das novas dinâmicas e mutações da indústria, conseqüentes das novas linguagens de mercado, o CAD não é exceção. Isto porque se torna cada vez mais uma ferramenta capaz de, não só executar o projeto computacionalmente (como no passado), mas também de conjugar e acompanhar todas as fases de projeto de forma interativa, potenciando as conexões entre todos os intervenientes de projeto. Tornando-se uma ferramenta não só de desenho, mas de simulação, de comunicação entre intervenientes do projeto, conseguindo abranger todas as etapas de um produto, nos avanços nos recuos e na finalização na produção. Sendo desta forma uma ferramenta excecional num âmbito como sistemas espaciais onde a mutabilidade e adaptabilidade é constante.

Assim, apoiada e utilizando o sistema CAD, a hipótese de investigação resume-se ao desenvolvimento de um projeto piloto baseado no sistema de

produto construtivo modular (espacial e de equipamento). O projeto em questão pretende validar as vantagens na utilização do sistema computacional (CAD) nomeadamente na monitorização de todos os avanços e recuos de projeto, no acompanhamento e colaboração em tempo real do projeto por parte de todos os intervenientes (produção, designer, cliente, fornecedores, empresa, etc.) e na partilha de informação, sobretudo na fluidez e interação com que esta se processa.

## **2.4 Motivações de interesse**

A disciplina do design, implementada pelo designer, deve ser vista como mediadora entre as pessoas e a indústria, não só pela capacidade de gestão de projeto em termos de processo, mas, principalmente, pela capacidade de comunicação que deve existir entre todas as partes. Os gabinetes de design são cada vez mais diversos e multidisciplinares, operando por setores distintos em tempos difusos e inconstantes, o CAD, enquanto competência profissional, trata-se de um intérprete altamente adaptável aos cânones industriais modernos.

Assim com a constituição das empresas e centros de investigação têm ganho novos moldes, também a complexidade dos projetos desenvolvidos tem sido mais elevada. Precisamente, devido a tais fatores, o CAD é cada vez mais urgente para possibilitar respostas mais rápidas e mais precisas (diminuição da margem de erro). Em termos multidisciplinares, o software (CAD) garante que o projeto passa por todos os departamentos, mesmo em fases em que estes possam não ser essenciais. Isto potencia mais ideias e propostas de valor, sendo que as alterações típicas daquilo que é habitual no processo de design em aberto, surgem na fase embrionária das ações de projeto. Para além disso a linguagem CAD torna-se universal, isto é, desde o primeiro até ao último momento o software permite avançar faseadamente de forma irrepreensível. Por exemplo, um bloco tridimensional executado no software poder ser enviado de forma imediata para produção através de corte em CNC, sendo que os ajustes do percurso da CNC, bem como detalhes da peça poderem ser alterados, quer pelo designer quer pelo engenheiro. Desta forma, o domínio do CAD por parte do

designer torna-se essencial para as necessidades das empresas, que cada vez mais adotam a implementação deste tipo de metodologias.

Uma tese de mestrado que se foca na conexão de várias empresas através da academia prevê uma maior estabilidade na preparação e formação do designer para o mercado. As academias, que estão cada vez mais íntimas com o mundo empresarial, devem promover e inculcar estas culturas de projeto nos seus meios. Nesse sentido a investigação pretende demonstrar as mais valias na introdução e utilização do CAD ao longo de todas as fases do projeto, aproximando o aluno do núcleo das empresas de forma mais agilizada. Esta relação da academia com a indústria é ainda capaz de possibilitar a oportunidade de prototipagem do produto desenvolvido durante a investigação, representando uma motivação acrescida, sendo que a materialização da ideia é um facto preponderante na formação académica e profissional de qualquer designer.

No momento de reflexão sobre a motivação pessoal, é essencial demonstrar o interesse pela área de manipulação 3D, utilizando sistemas CAD. No entanto, esta motivação surge não apenas no processo de utilização do software, mas sim no interesse por interligar e inculcar nos softwares valias de decisão no processo de desenvolvimento do projeto. Esta dinâmica torna-se mais evidente no desenvolvimento de equipamentos modulares, onde a ferramenta CAD possibilita a montagem e catalogação dos vários componentes, facilitando a criação de várias soluções e configurações do sistema de produto. Também pela necessidade de comunicação do produto, onde através do CAD sempre existiu uma certa facilidade em demonstrar a funcionalidade e potencialidade dos conteúdos desenvolvidos de forma rápida e interativa.

A escolha em desenvolver um projeto piloto, que consiste na materialização de um sistema de produto modular, surge da necessidade para validar as valências do CAD enquanto competência da disciplina de design, mas também pela manifestação de interesse por parte das empresas parceiras no que diz respeito a sistemas modulares para a construção de stands expositivos.

## **2.5 Objetivos**

- Identificar as capacidades tecnológicas dos sistemas CAD no desenvolvimento em Design;
- Reconhecer a importância da metodologia projetual no desenvolvimento de sistemas modulares;
- Evidenciar a importância do contacto bidirecional entre parceiros no desenvolvimento de projeto;
- Potenciar a utilização dos sistemas CAD na experimentação estrutural utilizando a capacidade de simulação dos sistemas CAD;
- Estimular novas estratégias produtivas, recorrendo às capacidades de simulação e visualização antes de qualquer produção física dos produtos.

## **2.6 Metodologia de investigação**

Ao longo de todo o documento a investigação foi adotando diferentes métodos que determinaram e fundamentaram as escolhas na forma de fazer e escrever orientada para o projeto. De forma geral optou-se pela implementação de um processo de design em aberto, interpretando a respetiva disciplina como algo que se constrói e evolui através da tentativa/erro.

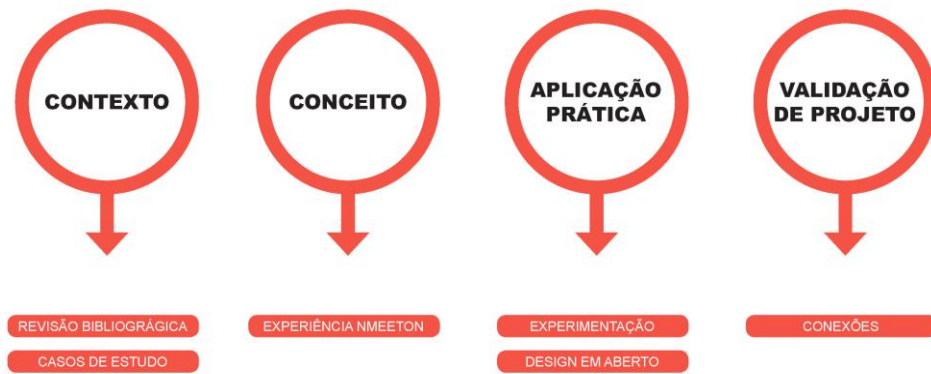


Figura 1: Organograma metodologia

Nesse sentido, o presente documento enquadra-se em 3 partes fundamentais, referentes às diferentes fases e metodologias utilizadas em cada um deles.

1. A primeira parte da investigação focou-se no enquadramento do contexto histórico do CAD enquanto competência para o processo em Design. Esta parte pode ser compreendida através de dois momentos metodológicos específicos.

1.1. O primeiro momento pretende fazer uma leitura interpretativa das vantagens do CAD relativamente às fases essenciais do projeto em design. Mais especificamente, interessou perceber as capacidades do CAD relativamente à introdução de soluções mais dinâmicas de projeto, no auxílio ao projeto enquanto ferramenta de análise evolutiva do mesmo, e finalmente na sua capacidade em gerir timings de projeto. Para este momento utilizou-se uma metodologia baseada na revisão bibliográfica de alguns autores pertinentes, como foi o caso de Bernhard Bürdek, Nigel Cross e J. C. Jones.

1.2. Relativamente ao segundo momento, foi utilizada uma metodologia apoiada na análise de alguns casos de estudo específicos. Os casos de estudo escolhidos tiveram como objetivo validar e fundamentar o primeiro momento desta parte:



O caso de estudo “Agronica” serviu para validar a necessidade em desenvolver projetos arquitetónicos cada vez mais versáteis e adaptáveis às necessidades da nova realidade fluida e complexa. Nesse sentido destacaram-se as características construtivas modulares do projeto “Agronica” e a sua enorme capacidade de integração nos espaços;

O caso de estudo “Virtual House” pretende validar o CAD enquanto ferramenta auxiliar na gestão de projetos sistémicos cada vez mais complexos. Interpretou-se o projeto de Peter Eisenman pela sua desfragmentação, onde a execução do mesmo se torna possível através das características computacionais do software informático;

No caso de estudo “Almadesign” revela-se a importância e vantagens de implementação de ferramentas CAD nos gabinetes e Design enquanto ferramenta de acompanhamento durante todas as fases de projeto.

2. A segunda parte foca-se nas escolhas e fundamentação do conceito de projeto a desenvolver durante a presente investigação e a sua respetiva aplicação prática que visou a materialização do primeiro protótipo experimental.

2.1. No primeiro momento são utilizadas metodologias de investigação distintas. Por um lado, é feita a apropriação da experiência com o projeto NmeeTon como um caso de estudo, que serviu para validar o interesse e necessidade de mercado em sistemas construtivos efémeros e modulares, sendo que grande parte das motivações desta investigação surgem através do mesmo. Também serviu para validar as vantagens das soluções construtivas BOSCH e Constructive PILA. É ainda feito um estudo genérico, utilizando o software CES Edupack, relativamente à análise crítica dos perfis e filtragem dos métodos de produção. Por outro lado, é utilizada uma metodologia de trabalho de campo que consistiu na deslocação a duas empresas, a ADLA e a PerfiViana, sendo que ambas ocorrem por motivos distintos:

No caso da ADLA, o relacionamento com a empresa teve como objetivo perceber o processo de conceção e desenvolvimento de um perfil. O que, posteriormente, acabou por definir algumas escolhas de projeto

No caso da PerfiViana, o relacionamento teve como objetivo proporcionar um primeiro contato com uma empresa fornecedora de perfis, o que permitiu obter algum feedback importante de um ponto de vista estratégico de projeto.

2.2. O segundo momento consistiu no desenvolvimento e materialização do projeto, onde foi utilizada uma metodologia de design em aberto extremamente orientada para um processo baseado na tentativa e erro. Durante este momento foram utilizadas várias ferramentas e momentos distintos:

Foi utilizado o software Autodesk Fusion 360 para fazer o acompanhamento de todo o desenvolvimento de projeto, nomeadamente na modelação 3D, testes mecânicos e na partilha e comunicação de projeto com parceiros e empresas envolvidos;

Foi ainda utilizado o equipamento HelloBEEprusa para materializar e testar as hipóteses desenvolvidas em ambiente virtual através de um processo de impressão 3D.

3. Na terceira parte da investigação verificou-se a validação do projeto que consistiu na ministração de um workshop, proporcionando a interação dos alunos de licenciatura (1º e 2º ano do curso de Design do Produto do IPVC) com o software Autodesk Fusion 360. Para esta parte foi utilizada uma metodologia de trabalho que se baseou nas relações e conexões entre os participantes do workshop com a empresa Cadeinor, estimulando o desenvolvimento de propostas para o âmbito do mobiliário de escritório através da apropriação do sistema construtivo desenvolvido na presente dissertação.

# 3 O SISTEMA COMPUTER AIDED DESIGN (CAD) COMO COMPETÊNCIA DO PROCESSO EM DESIGN

## 3.1 Apresentação do tema

Desde o final da segunda metade do século passado que os sistemas CAD têm proporcionado inúmeras vantagens ao processo em design. Isto deve-se à capacidade que o CAD conseguiu conferir aos gabinetes de design e centros de produção no que diz respeito ao auxílio de projeto. Mais concretamente, o auxílio computacional tem vindo a demonstrar as vantagens de uma série de ferramentas que permitem verificar e acompanhar etapas de projeto importantes. Destaca-se, por exemplo, a validação de parâmetros e propriedades (constituintes do processo em design), como a análise de comportamentos mecânicos e hipóteses materiais.

No fundo, o CAD acaba por ser o reflexo de uma era que está cada vez mais digital, onde se deve aceitar a credibilidade dos inputs dos sistemas computacionais. De acordo com Manzini (1993) o projeto pertencente à era digital deve ser capaz de se processar totalmente no ambiente computacional, sem que haja a necessidade de considerar outras formas para o fazer, mesmo considerando a inclusão de todos os intervenientes de projeto. Como refere Bernhard Bürdek “a introdução do computador pessoal na década de oitenta deu uma nova dimensão ao debate sobre a aplicação de computadores no projeto”<sup>1</sup> (BÜRDEK, 1999: 322).

Compreende-se ainda que, o CAD simplificou a produção em massa (fruto da revolução industrial), no sentido em que permitiu abraçar projetos que se tornavam cada vez mais complexos. Nomeadamente na leitura de um grande volume de dados e informações, como propriedades geométricas, materiais,

---

<sup>1</sup> Tradução livre do autor: “La introducción del ordenador personal a principios de los años ochenta le dio una nueva dimensión al debate sobre la aplicación de los ordenadores en el diseño” (BÜRDEK, 1999)

formais e produtivas, mas, sobretudo, na rapidez e precisão com que foi capaz de o fazer. Atualmente, pode tornar-se difícil falar em Design do Produto ou Industrial sem referenciar o Computer Aided Design (CAD).

### **3.1.1 O Design e a implementação de Ferramentas computacionais para a criação de soluções dinâmicas de projeto**

Numa primeira observação, o CAD, enquanto ferramenta computacional orientada para o desenvolvimento de projeto na sua totalidade, deve ser entendido como uma cultura de projeto e não apenas um software de execução. Como afirma Bürdek, a “passagem do análogo para o digital não se limita a uma tecnologia e sim a uma verdadeira revolução cultural” (BÜRDEK, 1999: 403), matéria que tem vindo a ser teorizada desde o movimento responsável pela introdução dos novos métodos para a disciplina do design (CROSS, 2000) Especificamente, interessa focar o método científico, um dos principais métodos a adotar de forma positiva a introdução das tecnologias no que diz respeito ao desenvolvimento de projeto e ao design enquanto disciplina, sem que com isso fosse descartada a capacidade intuitiva do designer.

A introdução de novos métodos para a prática da disciplina do design torna-se relevante no contexto em que surgem, isto é, a necessidade de lidar com projetos cada vez mais complexos e que requerem novas formas de simplificação dos problemas e respetiva solução. Segundo Sousa<sup>2</sup>, “a passagem do analógico para o digital teve um impacto na materialidade, devido à possibilidade de construção de formas complexas, à personalização em massa, à exploração de efeitos nos materiais e a um melhor desempenho (...)” (SOUSA cit. in, GARCIA 2010: 39). É nesse sentido que se pretende justificar a utilização do CAD enquanto interprete de projetos cada vez mais complexos.

---

2 Profissionalmente, José Pedro Sousa, foi cofundador do estúdio ReD, Research+Design, com base no Porto e Barcelona. Com projetos concluídos em Portugal, Espanha, Eslováquia, Itália, Rep. Checa e Áustria, o trabalho de ReD é apresentado frequentemente em conferências, exposições e publicações internacionais, tendo sido alvo de prémios e distinções como o FEIDAD '05, Outros Mercadus '06 e NEOTEC em 2007. Desde 2009 desenvolve prática independente, sendo copromotor do projecto OPO'Lab no Porto. Fonte: [https://sigarra.up.pt/faup/pt/func\\_geral.formview?p\\_codigo=463797](https://sigarra.up.pt/faup/pt/func_geral.formview?p_codigo=463797), acedido a 18/07/2017.

Pretende-se ainda apoiar esta ideia utilizando o conceito de pattern language (ALEXANDER, 1977) justificando que atualmente os projetos são cada vez menos simples objetos, acabando por se tornarem uma série de sistemas complexos, tornando a sua execução cada vez mais difícil (CLINO TRINI CASTELLI, 1983). Desta caracterização do projeto atual, composto por sistemas complexos, surge também a necessidade em utilizar novas abordagens em termos de gestão de projeto, como é o caso do método indutivo, muitas vezes associado à era digital, assumindo que o projeto deve partir da sua divisão em quantas partes forem necessárias. Como afirma Bürdek, "(...) o rigor metodológico de decomposição e recomposição de processos do projeto nos anos setenta levou ao procedimento mostrado por Alexander que foi aperfeiçoado para aplicação em instalações de processamento de dados"<sup>3</sup> (BÜRDEK 1999: 157). Esta ação implica a divisão da complexidade total do projeto, mas, sobretudo, permite uma atenção mais detalhada a pequenos aspetos que irão constituir o projeto na sua totalidade.

O CAD tem mostrado ser uma ferramenta excepcional na gestão e conceção do projeto que se baseia numa pattern language. Isto porque permite associar todas as partes constituintes do projeto ao projeto, de forma a que se consiga alterar cada uma dessas partes individualmente, mas verificando quais as repercussões das mesmas em qualquer uma das outras partes associadas. Tudo isto de forma fluída, automática e sem grandes dificuldades, não esquecendo o facto de que qualquer característica material, formal, ou de qualquer outro tipo irá sempre ser calculada e tida em conta. Esta valência do software, para além das capacidades visuais e proximidade da realidade que permitem valida dois aspetos importantes.

Em primeiro lugar, e de acordo com J. C. Jones "a solução para um problema difícil, ou a ocorrência de uma ideia original, muitas vezes virá de repente (o "salto da perceção") e assumirá a forma de uma mudança dramática

---

<sup>3</sup> **Tradução livre do autor:** "El rigor metodológico de la descomposición y recomposición de los procesos de proyecto condujo en los años setenta a que el procedimiento mostrado por Alexander se perfeccionara para su aplicación a instalaciones de tratamiento de datos" (BÜRDEK, 1999)

na forma como o problema é percebido (uma mudança de 'set'). O efeito desta transformação é muitas vezes tornar um problema complicado num simples"<sup>4</sup> (JONES, 1992: 29). Deste modo, destaca-se a capacidade do CAD não só na organização do projeto por partes, como já foi descrito anteriormente, mas também na capacidade que o sistema tem em reorganizar as partes, sem perda de informação, solucionando por vezes o problema, sem a necessidade de começar do zero.

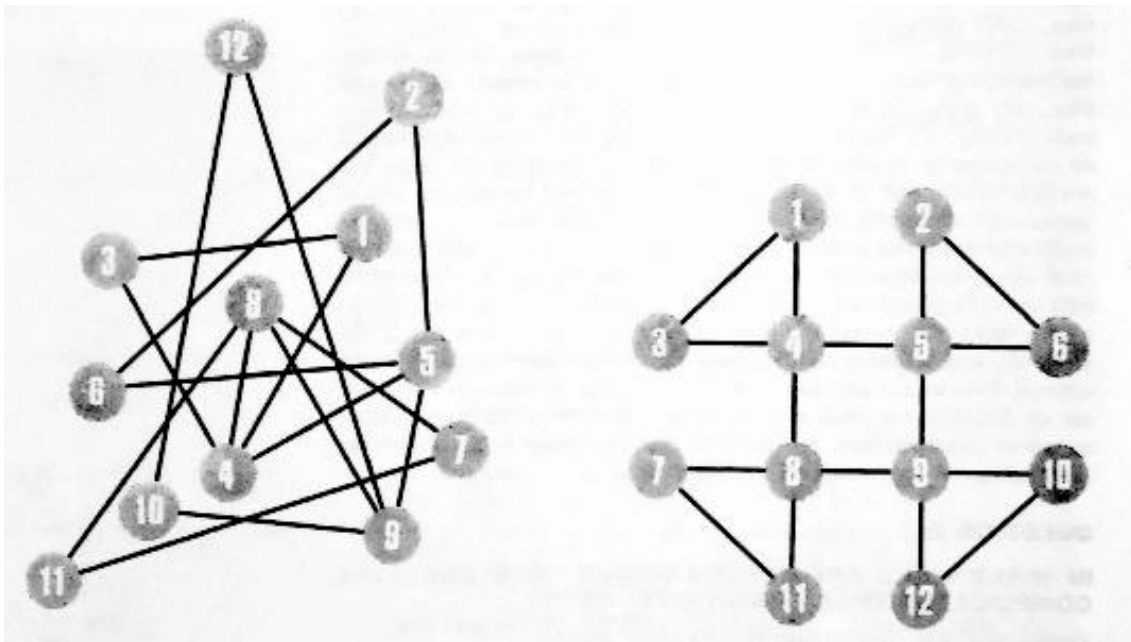


Figura 2: Imagem representativa do padrão de conexões, do lado esquerdo uma situação complexa facilmente simplificada simplesmente alterando a organização dos pontos (lado direito). Fonte: (JONES, 1992: 29)

Em segundo lugar, e de acordo com Nigel Cross, "(...) devemos conferir à máquina um grau suficiente de comportamento inteligente e um aumento correspondente na participação no processo de design, para libertar o designer de procedimentos de rotina, potenciando o seu papel de tomar decisões importantes"<sup>5</sup> (CROSS cit. in, CROSS, 2000: 39), isto é, permitir que o sistema CAD seja um interveniente de projeto autónomo nas fases mais matemáticas e técnicas, fazendo com que este seja capaz de acelerar os processos de decisão

<sup>4</sup> Tradução livre do autor: "The solution to a difficult problem, or the occurrence of an original idea, will often come all of a sudden (the "leap of insight") and will take the form of a dramatic change in the way in which the problem is perceived (a change of 'set'). The effect of this transformation is often to turn a complicated problem into a simple one." (JONES, 1992)

<sup>5</sup> Tradução livre do autor: "We should be moving towards giving the machine a sufficient degree of intelligent behavior, and a corresponding increase in participation in the design process, to liberate the designer from routine procedures and to enhance his decision-making role." (CROSS cit. in, CROSS, 2000)

e eliminar todas as alternativas que poderão surgir durante uma determinada etapa de projeto (COSTA, 1998).

Desta forma recorre-se a Alexander, quando o autor afirma que “(...) cada padrão descreve um problema que ocorre uma e outra vez no nosso meio, e, em seguida, descreve o núcleo da solução um milhão de vezes, sem nunca o fazer da mesma forma duas vezes”<sup>6</sup> (ALEXANDER, 1977: X) para concluir que, de facto, o CAD, apesar de ser uma ferramenta computacional precisa e exata, quando moldado da forma mais apropriada ao processo em design permite uma dinâmica brutal na solução de problemas. Ao longo do documento pretende-se demonstrar precisamente esta flexibilidade e maleabilidade de projeto através do uso do Software de manipulação 3D.

### **3.1.2 O auxílio do sistema CAD enquanto driver essencial na análise evolutiva do projeto.**

Assim como novos métodos se tornaram necessários para uma melhor compreensão e execução de projetos cada vez mais complexos e diversos, também a constituição dos centros de investigação e gabinetes de projeto se tornam cada vez mais multidisciplinares. Bürdek (1999) afirmava que o conhecimento associado ao design deveria estar assente em dois tipos de conhecimento, o vertical (conhecimento disciplinar), e o horizontal (conhecimento interdisciplinar), partindo do princípio que os projetos se deveriam desenvolver e comunicar dentro destes princípios. Deste modo, será correto recorrer a Nigel Cross quando diz que “(...) o trabalho em equipa é de uma considerável importância na atividade normal do design profissional, e tornou-se ainda mais importante na medida em que o design se tem tornado cada vez mais uma atividade integrada, envolvendo a colaboração entre diferentes profissões” (CROSS cit. in, TEIXEIRA, 2015: 50).

---

<sup>6</sup> Tradução livre do autor: “Each pattern describes a problem which occurs over and over again in our environment, and then describes the core of the solution a million times over, without ever doing it the same way twice.” (ALEXANDER, 1977)

No momento de consideração acerca do auxílio do sistema CAD enquanto driver essencial na análise evolutiva do projeto torna-se evidente a discriminação da constituição das novas equipas de projeto. Esta associação acontece devido à necessidade em comunicar o mesmo projeto numa linguagem que deve ser compreendida por uma série de responsáveis com backgrounds e disciplinas distintos. Nesse sentido, valida-se a capacidade do CAD na articulação comunicativa, em termos de análise de projeto, que permite entre todos os participantes de projeto.

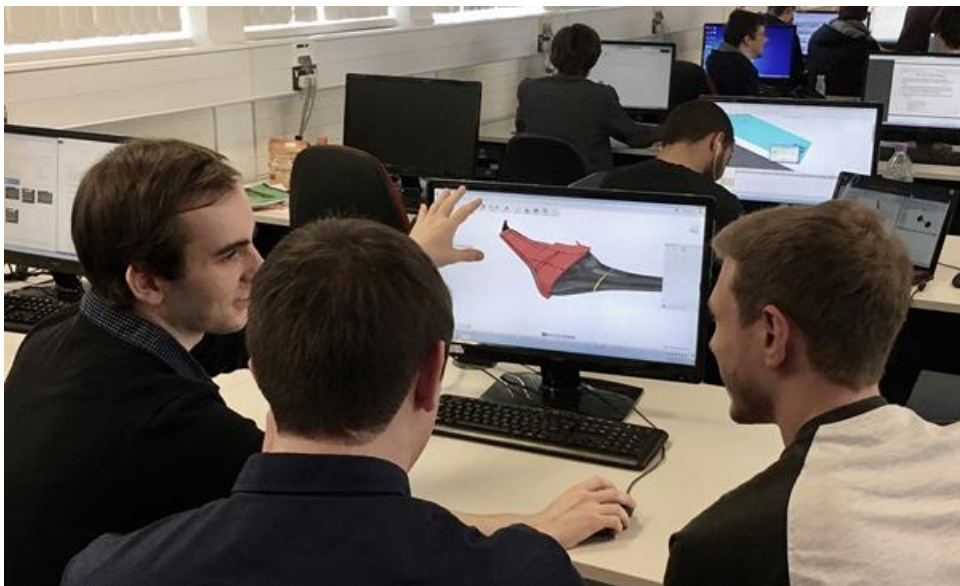


Figura 3: Momento de interação com o software Autodesk Fusion 360 durante uma aula de Engenharia e Produção na universidade de Warwick. Fonte: <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/blog/fusion-360-engineering-warwick/>

Mais concretamente, esta articulação é essencial na medida em que reduz as barreiras na compreensão da ideia do projeto, assim como descreve Sousa, “(...) a distância ainda persiste entre a intenção de projeto e a sua manifestação física.” (SOUSA cit. in, GARCIA 2010: 13). Neste sentido, o CAD e o ambiente gráfico que proporciona, não só facilita a capacidade em comunicar visualmente o projeto como ao mesmo tempo permite criar uma linguagem de projeto universal a todos os âmbitos e disciplinas envolventes. Isto possibilita uma menor margem de erro naquilo que é considerado ser um dos pontos essenciais na atividade de projeto, isto é, o acompanhamento evolutivo do projeto desde a ideia até à sua materialização (CROSS, 2011). Torna-se ainda possível, durante e/ou no final de cada projeto desenvolvido compreender todos



os avanços e recuos manifestados, onde foram feitas alterações, quais as vantagens que trouxeram, e onde permitiram com que o projeto lucrasse em termos produtivos, técnicos ou formais.

### **3.1.3 O sistema CAD enquanto gestor dos timings de projeto**

Atualmente, considera-se que o timing de projeto é cada vez mais um aspeto crucial no que diz respeito ao design orientado e aplicado à indústria, Nigel Cross afirma que “uma característica central para o design, é a confiança em gerar rapidamente uma solução satisfatória, em vez de qualquer análise prolongada do problema”. Esta responsabilidade atribuída à cultura de projeto na disciplina do design tem contribuído para a implementação de sistemas como o CAD, por várias razões. Deseja-se, nesse sentido, validar o CAD enquanto gestor dos timings de projeto, quer nas capacidades computacionais do sistema (leitura de dados), quer nas capacidades de produção/prototipagem (execução de dados).

Naturalmente que, com um aumento na intenção de produzir cada vez mais, houve a necessidade de introduzir o sistema CAD, como mediador entre a ideia de projeto e a sua materialização. Da mesma forma, surge também a necessidade em equipar as indústrias com uma série de equipamento computacional capaz de reproduzir em série o projeto. Bürdek refere que “(...) o fato significativo que um número crescente de indústrias de processamento, instalem máquinas controladas por computador, também leva a uma transformação da forma de trabalhar na produção, construção e design.” (BÜRDEK 1999: 323).



Figura 4: Modelos experimentais da Stylus "Scriba" impressos em 3D relativamente às provas de encaixe ergonômico do produto. Fonte: <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/blog/scrba-aims-reinvent-stylus-designers/>

Associam-se, portanto, as capacidades do sistema CAD e das novas tecnologias, onde se prevê uma conexão capaz de gerar vantagens durante o processo em design. Pretende-se valorizar a importância da prototipagem para o projeto e processo, validando o papel dos sistemas computacionais de modelação 3D no auxílio à execução dos respetivos modelos experimentais. Acerca da prototipagem, Tim Brown refere que, "(...) quanto mais rápido tornarmos as nossas ideias tangíveis, mais rápido seremos capazes de as avaliar, aprimorar, e descodificar a melhor solução"<sup>7</sup> (BROWN, 2009: 152) apelando a duas coisas, primeiro à necessidade em desenvolver modelos experimentais físicos, e, segundo, à rapidez com que estes modelos devem surgir no projeto e processo de design.

Deste modo, destaca-se a capacidade do software 3D, associado às novas tecnologias (CNC e 3D Print) em gerar modelos experimentais físicos de forma rápida e precisa, diretamente através do próprio software. Esta valência torna-se uma vantagem pelas seguintes razões:

---

<sup>7</sup> Tradução livre do autor: "The faster we make our ideas tangible, the sooner we will be able to evaluate them, refine them, and zero in on the best solution." (BROWN, 2009)

- Utiliza-se o próprio software para programar, de forma graficamente apelativa e comunicativa, as operações matemáticas e computacionais necessárias para a produção de protótipos;
- A alta precisão do modelo/objeto em relação ao bloco tridimensional desenvolvido no software torna a sua experimentação ainda mais exata e esclarecedora, sendo que qualquer alteração necessária é feita de imediato no software. Este momento torna-se ainda mais válido, por exemplo, quando se procura estabelecer uma resposta em relação à funcionalidade de um sistema de produto modular;
- A rapidez com que se passa do digital para o analógico, sem a necessidade de confirmar medidas, escalas, ou outros aspetos mais técnicos que poderão condicionar não só os timings de projeto como também a leitura dos modelos aquando do momento de experimentação;
- Finalmente, e após o desenvolvimento total do projeto, a simplicidade com que esta informação é transmitida e colocada no setor industrial. Utilizando uma série de bibliotecas industriais do próprio software é possível perceber a velocidade do processo final, os custos, a tecnologia mais apropriada para o fazer, os problemas a considerar, os materiais adequados, enfim, uma série de recursos que podem salvaguardar erros indesejados na fase de materialização de projeto.

É precisamente dentro destes moldes que, ao longo do documento, se pretende validar as competências enunciadas acima. Utilizando o software, tecnologia e projeto mais adequado para de facto provar as vantagens para o processo e quais os ganhos para o design, quer enquanto disciplina quer enquanto competência profissional.

## **3.2 O sistema *Computer Aided Design* (CAD) e a metodologia do Design no contexto ocidental**

### **3.2.1 O contexto da *Hochschule Fur Gestaltung* de ULM**

A implementação de novos métodos no design está claramente relacionada nas necessidades provenientes do contexto atravessado pela HfG de Ulm. Falar desse contexto significa falar no contexto bélico, e na transição da produção industrial para a produção massificada, significa, portanto, repensar a forma como os produtos eram capazes de servir as necessidades daquele tempo. Este contexto afetou, para além de outros fatores, a cultura produtiva do design, partindo do princípio que se descartavam métodos de projetar antigos para se começar a adotar novos métodos, mais conscientes. Para além disso, “(...) exigiu que os produtos fabricados industrialmente no uso quotidiano fossem uniformizados, estandardizados. Objetos que até então tinham sido produzidos individualmente por artesãos eram agora produzidos em massa e cada vez mais projetados exclusivamente por especialistas.” (SPITZ cit. in SOARES 2012: 73). Salienta-se, deste modo, uma visão muito mais científica do design, onde era exigido um determinado conhecimento no momento de projeto.

A escola de Ulm deve ser vista como intérprete desta nova realidade social e cultural. Esta assunção baseia-se especificamente na importância que a escola conferiu para a adaptação cultural em termos de projeto naquela altura. Interessa, acima de tudo, validar os métodos da escola de Ulm da era de Tomàs Maldonado, isto é, a transição dos métodos intuitivos típicos do ensino da escola Bahausiana para uma abordagem mais orientada para o conhecimento científico das coisas, onde “(...) a eficácia de um produto estava quer na produção, quer no uso quotidiano. Um produto que previa o uso dos materiais, o tempo de produção e a minimização das fases de operação era considerado um produto virtuoso.” (SOARES, 2012: 73)

Para a presente investigação, o caso da HfG torna-se essencial para compreender a inclusão do sistema computacional nos métodos e processos da

disciplina de design, validando uma Ulm “mais orientada para a parte teórica, mas também com uma forte tendência para a parte tecnológica, para o design, mas um design muito tecnológico” (MALDONADO cit. in NEVES; ROCHA 2013: 41)

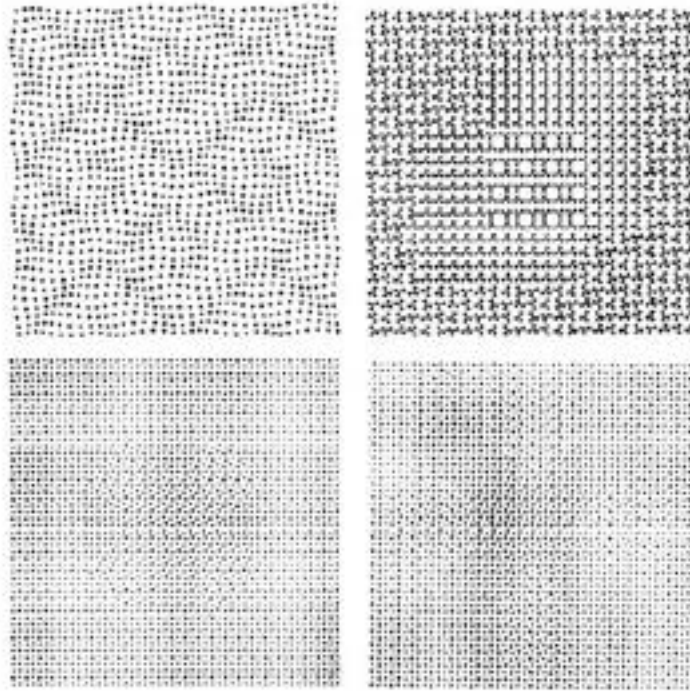


Figura 5: Exercício “Raster, Square Lattice” (1965) baseado na simulação construtiva de padrões limitados pela grelha de pixels do ambiente gráfico computacional, coordenado por Tomás Maldonado. Fonte: NEVES; ROCHA (2013) “The contribution of Tomas Maldonado to the scientific approach to design at the beginning of computational era: the case of the HFG of Ulm”: Pág. 44

De facto, a escola de Ulm foi pioneira em alguns aspetos relevantes que proporcionaram uma nova perspetiva para o design, quer na introdução de novos métodos quer na introdução da linguagem computacional para a solução de problemas. Curiosamente, a assimilação do computador no processo de design, na Ulm, aconteceu sem o computador. Isto é, os alunos eram ensinados a pensar o projeto considerando o ambiente computacional e as suas capacidades e limitações, onde se consideravam fatores técnico-económicos, técnico-construtivos, técnico-sistémicos, técnico-produtivos e técnicos-distributivos (SOARES, 2012). Esta “(...) computação sem computadores permitiu a conceptualização do computador, enquanto que a computação com computadores transpôs os modos tradicionais de operação e o pensamento para

um novo meio. Foi a computação sem computadores, analisada neste trabalho através da Escola de Ulm, que levou a uma mudança radical na compreensão do sujeito e do objeto que levaram a repensar de forma radical a produção da forma” (ROCKER cit. in NEVES; ROCHA 2013: 48). No fundo, importa reter a importância que teve a escola de Ulm não só no ensino dos novos métodos do design científico, mas, principalmente na introdução do sistema computacional nos processos criativos do design. Destaca-se ainda, da metodologia científica implementada na escola de Ulm, a capacidade do design na compreensão de um projeto baseado em sistemas complexos, onde informações interdependentes são estruturadas para gerar a solução dos problemas. São exemplo disso os exercícios que envolviam padrões geométricos onde esta abordagem e leitura por sistemas é evidente, onde é possível verificar que os projetos deixam de ser fixos e repetidos tornando-se elementos que variam geometricamente conforme as instâncias.

### **3.2.2 Caso de estudo: Agronica**

O projeto “Agronica” é escolhido como caso de estudo pela sua pertinência no que diz respeito ao sistema generativo do edifício. Isto é, pelas suas semelhanças conceptuais com a presente investigação no que diz respeito ao seu sistema construtivo. Assim, pretende-se utilizar a “Agronica” como um ponto de referência para a fundamentação de um projeto de tese que visa a conceção de espaços dinâmicos e adaptáveis, sem qualquer tipo de tipologia atribuída.

A “Agronica” (1994 – 1995) surge como projeto de investigação na “Domus Academy” em parceria com a empresa Philips, tendo sido desenvolvido pelos designers Andrea Branzi, Dante Donegani, Antonio Petrillo, Claudia Raimondo e Tamar Ben David. Destacar e descrever o projeto “Agronica” na presente dissertação torna-se essencial, não só pela sua relevância no contexto do projeto, mas principalmente, pelo conceito de projeto inerente.

O contexto em que surge o projeto permite perceber a sua resposta política, social e cultural, como refere Charles Waldheim, “o trabalho de Branzi

reanima a longa tradição em utilizar o projeto urbano enquanto crítica cultural e social – de ver o design urbano como uma oportunidade, não apenas para ilustrar a “visão”, mas também para desmistificar e descrever de forma crítica os problemas sociais atuais.”<sup>8</sup> (WALDHEIM, 2010: 5). Sempre acompanhando o pensamento do autor, a Agronica explora as potenciais relações entre a produção de energia agrícola, as novas versões do industrialismo pós-Fordista, e as culturas de consumo que estas produzem.

Ainda assim, não desvalorizando a força do projeto enquanto agente político, social e cultural, importa destacar outras características da “Agronica”, características de certa forma mais orientadas para o contexto e conceito da presente investigação. Nesse sentido pretende-se interpretar o projeto “Agronica” na sua vertente de meta-projeto<sup>9</sup>, isto é, nas capacidades do projeto enquanto sistema arquitetónico versátil, capaz de gerar uma infinidade de soluções espaciais diferentes partindo do mesmo núcleo construtivo. Como refere um dos autores de projeto, o conceito da “Agronica” é a realização de projetos reversíveis e transitáveis, para uma arquitetura racional que pode assumir diferentes formas, sem perímetros limite ou forma fixa definida (...).” (BRANZI cit. in SOARES, 2012: 232), a “Agronica” torna-se, portanto, o projeto que visa a interpretação da realidade daquele tempo, possibilitando hipóteses construtivas sem uma tipologia definida ou fixa, assumindo as nuances dos conceitos de “modernidade líquida” (BAUMAN, 2000) e “pattern language” (ALEXANDER, 1977)

---

<sup>8</sup> Tradução livre do autor: “Branzi’s work reanimates the long tradition of using the urban project as a social and cultural critique — of seeing urban design as an opportunity not simply to illustrate a “vision” but also to demystify and critically describe ongoing social problems.” (WALDHEIM, 2010)

<sup>9</sup> “Meta-projeto” Mendini cit in Soares 2012, “uma ação projetual que não quer chegar à materialização”



Figura 6: Imagem do sistema construtivo "Agronica". Fonte: WALDHEIM (2010) Notes toward a history of agrarian urbanism.”: Pág. 6

### 3.2.3 Caso de estudo: Peter Eisenman e a Virtual House (1996-1997)

O conceito de arquitetura proposto por Peter Eisenman é sem dúvida um excelente exemplo daquilo que foi o romper da arquitetura moderna e tradicional para uma visão mais ampla, flexível e mutável. Assim como afirma Ingeborg Rocker (2008) a ideia de Eisenman foi baseada no cálculo diferencial de Leibniz (onde se valida a constante variação e o constante desenvolvimento da forma), por sua vez fundamentada nos pensamentos filosóficos de Deluze (1968), a obra de Eisenman resume-se a uma série de projetos “fragmentados, caóticos e reflexivos como se a arquitectura fosse um momento para reflectir acerca do estado psicológico da situação humana.” (SOARES, 2012: 279)

Esta mudança no paradigma da arquitetura surge da necessidade natural em romper com os cânones construtivos tradicionais, isto é, da necessidade de pensar o projeto para além da percepção bidimensional. Precisamente por isso, quer a arquitetura de Eisenman quer o CAD ganharam novos espaços e foram



capazes de emergir, partindo do princípio que o software computacional foi capaz de permitir duas coisas. Em primeiro lugar permitiu novas formas de visualização do projeto, apenas possíveis com o software CAD, e em segundo lugar, a capacidade de cálculo geométrico e matemático necessária para a execução de projetos tão complexos quanto estes. Como refere Rocker “com um software baseado no cálculo diferencial as formas arquitetônicas deixaram de ser polígonos retilíneos fragmentados para passarem a ser curvas espinhais suaves e contínuas, (...) subvertendo a caixa modernista (...)”<sup>10</sup> (ROCKER, 2008: 255)

O método (des)construtivo utilizado pelo arquiteto torna-se particularmente interessante pela sua linguagem desfragmentada e fluída, onde a noção de conteúdo espacial deixa de ser limitada por eixos fixos passando a ser algo muito mais amplo e disperso. O que sucede no projeto “Virtual House” (1997) é precisamente um desses casos, “(...) neste método utilizado por Peter Eisenman, a máquina transcreve uma variedade de pontos e de linhas que se tornam vectores e cujos eixos atingem as bordas, definindo os parâmetros e calculando a superfície. Em concreto, a ‘Virtual House’ é um projecto criado pela interação de nove cubos que pretendem alcançar uma potencial área de acção onde os vectores se consigam relacionar.” (SOARES, 2012: 279).

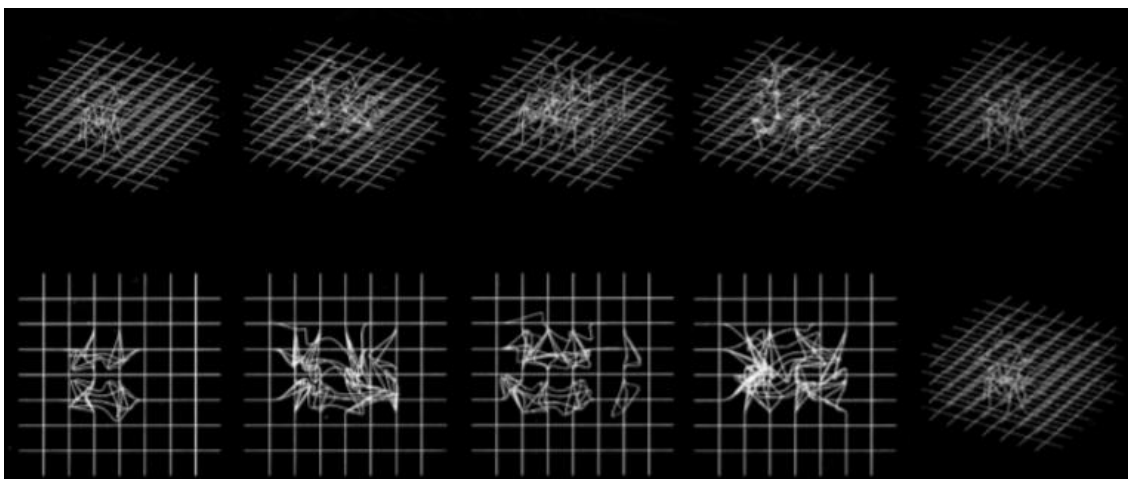


Figura 7: Esquema gráfico de variações geométricas a partir dos vetores constituintes dos cubos da "Virtual House" por Peter Eisenman (1997). Fonte: <http://www.eisenmanarchitects.com/virtual-house.html#images>

<sup>10</sup> Tradução livre do autor: “(...) with software based on differential calculus architectural forms changed “from fragmented polygonal rectilinearity towards smooth continuous splinal curvilinearity, (...) subverting both the modernist box and its deconstructionist remains.” (ROCKER, 2008)

O trabalho de investigação desenvolvido por Peter Eisenman torna-se relevante para a presente dissertação porque demonstra a capacidade de criar um novo conceito espacial variável, mutável e adaptável partindo sempre do mesmo método, a mesma solução para o problema utilizando o sistema CAD como raiz. A ideia essencial passa por dobrar, torcer e curvar os planos de forma a que o design possa ser interpretado como uma série de possíveis planificações e não como uma única entidade. Ainda sobre as vantagens do CAD orientado para o projeto, Rocker afirma que “com os novos meios de visualização, novas realidades de pensamento e produção arquitetónico tornam-se possíveis, visto que o designer é liberado das restrições dos modelos tradicionais de visualização” (ROCKER, 2008: 256)<sup>11</sup>.

A “Virtual House” é também importante para a dissertação no sentido em que se trata de um metaprojeto (SOARES, 2012), desta forma destacam-se dois aspetos paralelos com a investigação. Um que se relaciona com a vontade em desenvolver um sistema de produto modular que permita uma série de hipóteses construtivas do ponto de vista espacial e de equipamento partindo sempre da mesma solução. E um outro que se foca no CAD como ferramenta para o metaprojeto, isto é, trata-se de uma ferramenta que permite fáceis alterações de projeto em qualquer fase, permite previsões para possíveis resultados, mantendo uma base de projeto sempre aberta a novas reformulações.

### 3.2.4 Caso de Estudo: Almadesign e o contexto Português

Para a presente dissertação interessa, acima de tudo, recorrer ao caso da empresa criativa Almadesign pela sua relevância no que diz respeito à introdução do CAD para modelação 3D, enquanto ferramenta metodológica e de projeto, em Portugal. Apesar de se tratar de uma inclusão tardia no panorama do contexto ocidental, constitui uma implementação inovadora no paradigma do contexto português daquela altura. Como ponto de partida deve ser destacado o

---

<sup>11</sup> Tradução livre do autor: “With the new means of presentation, new realms of architectural thought and production become possible, as the designer is liberated from the constraints of traditional models of presentation.” (ROCKER, 2008)

projeto do autocarro “Enigma” (1996), um “(...) projeto, nascido para comemorar os 50 anos da Salvador Caetano, foi feito em modelação 3D – inovador numa época em que se recorria somente ao 2D e à prototipagem – e acabou por vencer o Prémio Nacional de Design de 1999 pelo Centro Português de Design”<sup>12</sup>.

Na verdade, o autocarro “Enigma” acaba por espelhar grande parte dos projetos iniciais que foram acompanhando a evolução e crescimento da Almadesign, sendo que inicialmente se focava na área dos transportes, dando resposta, essencialmente, às necessidades do cliente Salvador Caetano. Apenas a partir do ano 2000 é que a empresa decide ampliar os âmbitos de projeto em que está envolvida, como são o caso da inclusão do design de produto, mobiliário, comunicação e eventos.

A empresa é de facto um excelente exemplo para demonstrar as vantagens da inclusão do CAD nas dinâmicas de projeto habituais na prática do design. É ainda relevante dizer que a Almadesign utiliza os sistemas CAD não apenas para desenvolver os projetos em que está envolvida em todas as suas respetivas fases de projeto, como também, para comunicarem entre si e com empresas externas, “(...) trocando ficheiros alternadamente com a equipa de engenheiros. Para as empresas de PR enviam ficheiros do Rhinoceros, o que elimina a necessidade de realizar desenhos 2D.” (GARCIA, 2010: 82). Este exercício acaba por se tornar bastante efetivo de um ponto de vista produtivo, no sentido em que permite à empresa abraçar uma série de projetos cada vez mais complexos e cada vez mais apoiados nas parcerias da indústria. Como é o caso do projeto LIFE, “(...) vencedor do prestigiado prémio Cristal Cabin Award de 2012, um design de interior aeronáutico, feito em parceria com a Amorim Cork Composites, Couro azul, INEGI, SET e Embraer, que visa ser uma meta conceptual do interior das aeronaves do futuro. A multidisciplinaridade do projeto resultou numa simbiose entre a natureza e a tecnologia, em que toda a estrutura transmite uma unidade visual, orgânica e fluida.”<sup>13</sup>.

---

<sup>12</sup> **Fonte:** <http://issuu.com/revistadesignmagazine/docs/dm08?mode=window&backgroundColor=%23222222> – acedido a 12/07/2017

<sup>13</sup> **Fonte:** <http://issuu.com/revistadesignmagazine/docs/dm08?mode=window&backgroundColor=%23222222> – acedido a 12/07/2017

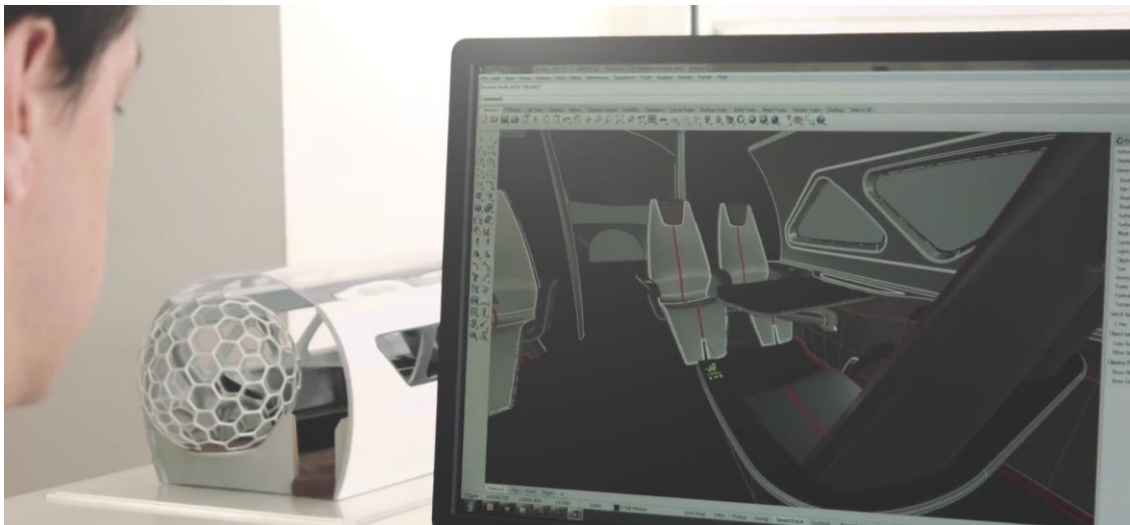


Figura 8: Imagem representativa de uma das fases constituintes do processo utilizado pela empresa Almadesign, neste caso, no que diz respeito à modelação 3D do projeto "LIFE" Fonte: <http://www.almadesign.pt/nossos-processos/?lang=pt-pt>

De resto, como validação para o que se pretende demonstrar com a presente dissertação de mestrado, o caso da Almadesign deve ser encarado como uma referência no que diz respeito às metodologias de projeto da disciplina de design utilizando o CAD como ferramenta principal no desenvolvimento e acompanhamento de projetos.

## **4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO**

### **4.1 O sistema de produto modular enquanto interprete da modernidade líquida**

#### **4.1.1 A experiência NMEETON enquanto validação do conceito de projeto**

Em termos de conceito de projeto, a presente investigação pretende validar o desenvolvimento de uma solução baseada num sistema de produto modular capaz de se integrar no âmbito da construção espacial (como por exemplo os stands) e no âmbito do equipamento (como por exemplo o mobiliário de escritório). Pretende, portanto, desfragmentar o projeto em partes

constituintes de um sistema flexível e dinâmico capaz de se adaptar a várias necessidades específicas, utilizando sempre a mesma solução para o problema, mas variando nas propostas elaboradas.

Nesse sentido, destaca-se a experiência que aconteceu durante o desenvolvimento do projeto acadêmico “NmeeTon” (2016), desenvolvido no Instituto Politécnico de Viana do Castelo no âmbito da disciplina de Projeto Integrado do curso de Mestrado em Design Integrado. O projeto foi coordenado pelos docentes Ermanno Aparo e Manuel Ribeiro, envolvendo ainda uma série de fornecedores e parceiros de contextos produtivos distintos que possibilitaram a inovação inerente ao “NmeeTon”. No fundo, o projeto consistia numa solução construtiva para preparação de alimentos que pudesse ser autossustentável, efémera, adaptável e modular.

Interessa revisitar o projeto principalmente pelos fatores relacionados com os temas abordados nesta investigação, os sistemas CAD como ferramenta interina no processo de design, e o sistema de produto modular. Segundo os autores “o entendimento de um projeto pode alterar a visão e questão iniciais, e pode levar a um esforço repetitivo do mesmo, melhorando a compreensão anterior, integrando respostas e experiências liminares. Este processo circular de investigação e desenvolvimento é crucial para o design. (JAKIMOWICZ et al, 2010: 32). Desta forma pretende-se destacar e, acima de tudo voltar a lucrar, com certas dinâmicas, metodologias e processos associados ao NmeeTon, até porque se parte de um projeto já estruturado e, portanto, validado e solidificado. Isto permite acelerar e filtrar alguns aspetos já assimilados, mas por outro lado permite melhorar e potenciar outros.

A propósito da formulação de propostas modulares, Christopher Alexander defende que “(...) os edifícios devem adaptar-se aos espaços e necessidades individuais, oferecendo um design flexível que vá de encontro às necessidades reais”<sup>14</sup> (ALEXANDER cit. in APARO et al, 2017: 182). Assim, aproveitam-se as experiências do projeto NmeeTon, não apenas porque se

---

<sup>14</sup> Tradução livre do autor: “(...) buildings should be adapted to places and individual needs, offering flexible design to meet the real needs” (ALEXANDER cit. in APARO et al, 2017)

tratava de um projeto com características modulares, mas, essencialmente, porque aglomerava hipóteses desse tipo para o âmbito do equipamento (neste caso com uma tipologia orientada para a cozinha) e para o âmbito da arquitetura, onde se exploraram uma série de sistemas construtivos.



Figura 9: Da esquerda para a direita: Sistema construtivo utilizado na materialização da pattern "estrutura". Sistema construtivo utilizado para a materialização da pattern "Equipamento".  
Imagem: Alzira Dias

Ainda que tenham sido utilizadas duas soluções distintas na materialização da ideia, estes aspetos tornam o NmeeTon um excelente ponto de partida para um projeto de investigação que deve ser capaz de proporcionar, através do mesmo sistema de produto, uma alternância entre o âmbito da arquitetura até ao equipamento, permitindo uma adaptação à realidade complexa e fluída (BAUMAN, 2000). Como afirma Ezio Manzini, “a ideia pode também ganhar força se do desafio original brotarem outras ideias e se estas originarem um novo pensável-possível.” (MANZINI, 1993: 53). Foi precisamente isso que o NmeeTon possibilitou, a capacidade de utilização de várias soluções construtivas permitindo analisar as suas vantagens e desvantagens conciliando os aspetos positivos de cada uma das soluções num primeiro input de ideias para o desenvolvimento do sistema de união inerente à presente tese. É também necessário referenciar o know-how adquirido proveniente da conexão com parceiros e empresas fornecedoras, no sentido em que foi possível receber um importante feedback das soluções standard mais utilizadas no mercado, bem como as suas características, custos, vantagens e desvantagens. Esta interdisciplinaridade também reforçou a perspetiva de interesse neste tipo de soluções espaciais modulares e sistémicas, quer para o âmbito do equipamento quer para o âmbito da arquitetura.

Ainda relativamente ao projeto NmeeTon, importa salientar que se tratava de um metaprojeto altamente complexo, e que, portanto, se baseou numa base processual apoiada no conceito de “pattern language” (ALEXANDER, 1977) por forma a garantir a maximização da gestão de projeto. Assim sendo, o briefing consistiu na divisão do projeto em patterns; Estrutura, Superfícies verticais, Superfícies horizontais, Equipamento e Energia.

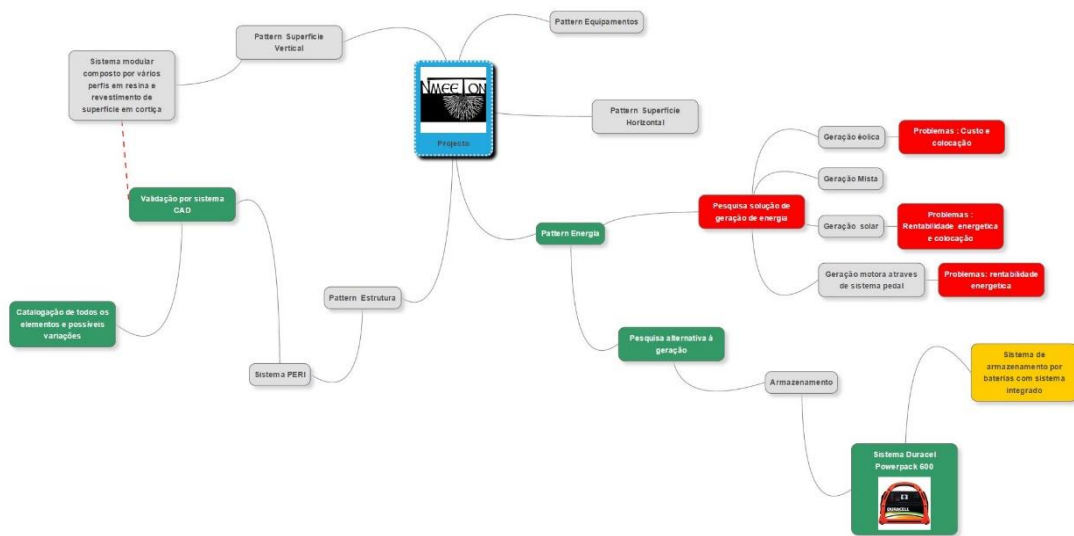


Figura 10: Esquema gráfico demonstrativo das patterns constituintes do projeto NmeeTon e quais as suas relações, elaborado durante uma das fases de projeto. Imagem: Jorge Passos

Mais do que descrever detalhadamente cada uma das patterns, importa descrever a forma com que as mesmas foram conectadas e relacionadas, ou seja, através da utilização de software informático para modelação 3D. Para Moraes, “o metaprojeto considera o design aberto e, portanto, não um set estático de elementos fixos, mas uma entidade em constante tensão dinâmica, na qual o estado de equilíbrio não pode existir, se não em carácter temporário” (MORAES, 2010: 220), assim, durante as fases de relação e validação das patterns o CAD auxiliou toda a envolvimento do projeto. Concretamente, refere-se à validação de patterns através da transposição das várias soluções para objetos tridimensionais, o que facilitou não só uma melhor visualização do conjunto geral, como também permitiu encontrar e redefinir as soluções ligantes

das mesmas partes. Todos os avanços de projeto foram validados e acompanhados por vários docentes de diferentes especialidades com o objetivo de aproximar a montagem dos requisitos iniciais necessários estabelecidos no briefing.



Figura 11: Dinâmicas de processo numa aula de projeto, com alunos a validarem propostas das patterns através de software CAD. Imagem: Alzira Dias

Importa ainda salientar que todos os objetos modelados em CAD foram catalogados internamente no software conforme as características dos fabricantes, quer em termos formais e materiais, possibilitando um acesso rápido à medida que fossem precisas alterações de projeto. A modelação 3D das patterns possibilitou ainda ter uma noção visual construtiva e dimensional de sistemas indisponíveis fisicamente em algumas fases do projeto, garantindo avançar com testes e avaliações importantes, como por exemplo resultados mecânicos e de interferências estruturais. Facilitou ainda a comunicação e partilha de ideias entre todos os parceiros e fornecedores, mesmo nos momentos de orçamentação, uma vez que em todas as validações se tornava possível fazer uma composição virtual das hipóteses construtivas geradas permitindo a transferência do desenho 3D para o 2D de forma simples, precisa e fluída, garantindo fichas técnicas completas de cada composição permitindo enviar informações para produção, quer em termos de quantidades de peças, quer nas suas respetivas dimensões.



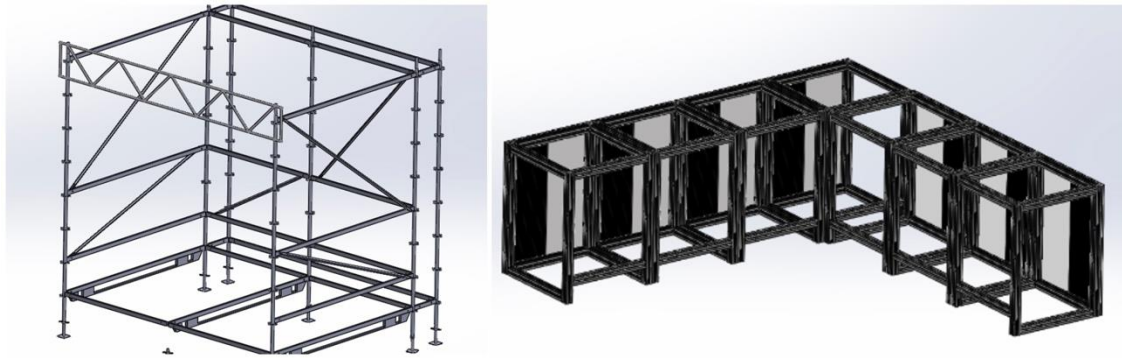


Figura 12: Modelos virtuais de duas hipóteses construtivas através da relação de patterns. À esquerda, solução construtiva da estrutura do edifício. À direita solução construtiva dos módulos de cozinha. Imagem: Jorge Passos

As dinâmicas geradas e a percepção dos inputs do CAD enquanto ferramenta auxiliar no processo em design tornaram-se drivers essenciais para a realidade do projeto NmeeTon, esta evidência refletiu-se em valor acrescentado e por essa razão tornou-se uma motivação de interesse no desenvolvimento de projeto da presente investigação.

#### **4.1.2 Os casos BOSCH e CONSTRUCTIV PILA como premissa para o desenvolvimento de um sistema de união modular**

Os casos da BOSCH e CONSTRUCTIV PILA surgem como premissa para o desenvolvimento do sistema de união modular, no sentido em que se assume o perfil como ponto de partida para o desenvolvimento de hipóteses satisfatórias para um sistema de união modular. Nesse sentido, identificam-se as duas empresas, em dois momentos distintos da investigação. Num primeiro momento o caso do perfil da BOSCH é assumido como ponto de referência de mercado. Isto é, após algumas análises, experiências, estudos e visitas a fornecedores é possível verificar o excelente feedback de mercado em relação às soluções propostas pela empresa referida. Assim, faz todo o sentido idealizar um sistema de união que seja compatível com os perfis já disponíveis em mercado. Também, de um ponto de vista estratégico para a presente investigação, não interessava desenvolver um perfil, visto que o mercado está já bastante adaptado e recetivo aos existentes, sendo que se tornou mais relevante criar soluções de união dos mesmos que garantam um maior leque de possibilidades, potenciando os perfis.

Num segundo momento, o CONSTRUCTIVE PILA surge como base para o que um sistema de união deve ser capaz de responder na realidade em que se projeta. Portanto, o sistema PILA surge como caso de estudo pela sua capacidade em gerar várias hipóteses construtivas através da união, mas também pela sua facilidade de montagem.

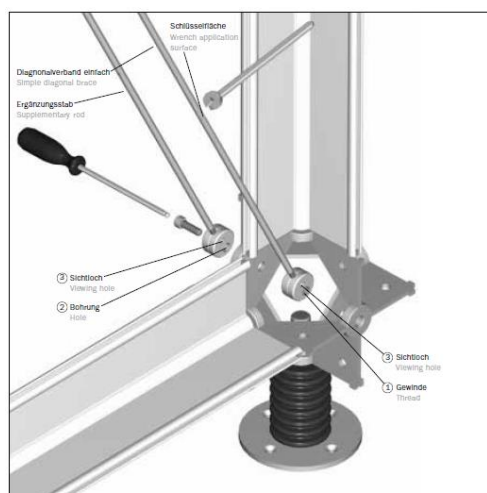


Figura 13: Exemplo ilustrativo da montagem do sistema PILA

Segundo Silvia Pizzocaro, poder-se-á verificar que “onde a ação meta-projetual consolida e coagula uma forma de reflexão teórica, esta assume, cada vez mais, a forma de um saber linguístico, estratégico e interpretativo, não diretamente prescritivo para a práxis do projeto, mas destinado a decodificar o projetável dentro de uma realidade complexa.” (PIZZOCARO cit. in MORAES, 2010: 25). Com base nesta reflexão podemos validar o processo do projeto, isto é, a análise meta-projetual acerca dos constrangimentos e potencialidades da realidade em que se projeta. Nesse sentido, como premissa de metaprojeto no desenvolvimento do sistema de união modular, definiu-se o perfil como ponto de partida no que diz respeito ao projeto da investigação. Em primeiro lugar por se tratar de uma parte integrante e essencial de qualquer sistema de união construtivo com características modulares. Em segundo lugar, pela prioridade atribuída ao desenvolvimento do sistema de união (quer pelos custos reduzidos, pela escala de produção), uma vez que os modelos de perfis de mercado funcionam de forma automatizada e estandardizada, e partindo do princípio que se pretende desenvolver um sistema de união não apenas com capacidades

modulares, mas, acima de tudo, adaptável à standardização associada à maioria dos perfis existentes em mercado.

Torna-se, portanto, importante destacar dois momentos fundamentais no que diz respeito a esta fase de projeto. O primeiro foca-se na identificação e análise do perfil e união Bosch<sup>15</sup> primeiramente utilizados durante o projeto NmeeTon. O segundo, foca-se na escolha de um sistema de montagem modular como caso de estudo, o sistema PILA. No caso da Bosch, quer no perfil ou união, destacam-se as vantagens que foram discriminadas ao longo do processo do projeto NmeeTon em cada um dos produtos da marca. Relativamente aos módulos da cozinha identificou-se o perfil como sendo um sistema bastante polivalente, mais concretamente, através da materialização de projeto e colaboração entre fornecedores e parceiros verificou-se a importância em selecionar um perfil com uma certificação, tal como acontece com o perfil Bosch. Para além disso, como ponto forte o perfil possui valor na sua standardização, de tal forma que a empresa produtora consegue dar soluções para diversas áreas e espaços utilizando sempre o mesmo sistema. Como complemento, o perfil é ainda capaz de adotar cerca de 1500 peças que funcionam como acessórios de forma a que se proporcione uma melhor adaptação a cada solução.



Figura 14: Imagem da estrutura para o módulo desenvolvido para o equipamento da cozinha "NmeeTon" utilizando o perfil Bosch como elemento construtivo. Imagem: Alzira Dias

Contudo, o momento referente à fase de montagem do primeiro protótipo à escala real da estrutura do edifício determinou um aspeto interessante, isto é,

---

<sup>15</sup> Nos anexos 8.1 poderá ser feita uma revisão mais detalhada acerca dos perfis estruturais da gama Bosch, assim como os vários âmbitos de aplicação destes perfis.

foi possível perceber a facilidade com que a montagem foi feita, ao contrário do que sucedeu por exemplo no caso dos módulos para o equipamento da cozinha. Este facto deve-se, principalmente, pelo uso de uniões que funcionam como ligantes entre os perfis tubulares, algo que falhou no momento de montagem dos módulos de cozinha com o sistema de perfil. Ainda assim, enquanto sistema construtivo adaptável, o perfil Bosch, utilizado para o equipamento da cozinha, demonstrou mais soluções, identificando apenas a necessidade em introduzir um sistema de união, como no caso do sistema utilizado para a estrutura.

Desta ideia de conexão entre o perfil Bosch (da pattern “equipamento”) e a união Bosch, (da pattern “estrutura”) surge a necessidade em analisar o sistema de união PILA da empresa CONSTRUCTIVE. Durante esta análise interessava compreender o seu funcionamento em sintonia com os perfis e acessórios inerentes. Nesse sentido, surgiu a necessidade de reproduzir as peças constituintes do sistema, para isso utilizou-se o sistema de modelação 3D “SolidWorks” para modelar as peças utilizando como referência os desenhos técnicos disponíveis no site da empresa. Após a conclusão da fase de modelação das uniões do sistema PILA foi feita uma impressão 3D das mesmas, de forma a garantir uma maior compreensão da forma e funcionamento do sistema.

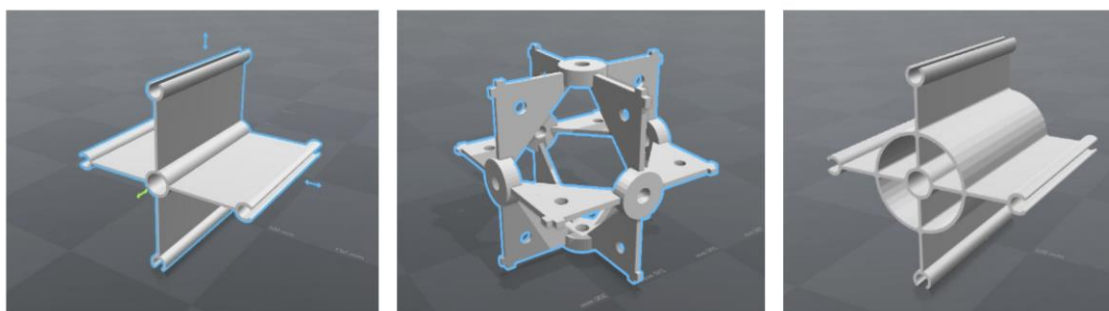


Figura 15: Imagem representativa da modelação 3D das peças de união do sistema PILA, no ambiente digital do software responsável pela impressão 3D.

Foi ainda feita uma pequena revisão e análise a algumas características que destacam o sistema PILA de outros mais convencionais. Nomeadamente na

capacidade em adaptar vários acessórios ou elementos estruturais externos ao perfil e sistema de união<sup>16</sup>

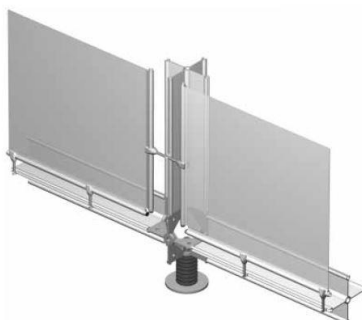


Figura 16: Exemplo ilustrativo de uma possível configuração construtiva do sistema PILA utilizando alguns acessórios que podem ser acoplados ao perfil

### 4.1.3 Análise genérica dos perfis

Após a análise deste sistema verificou-se a importância de aprofundar não só os componentes como o material e tipos de ligação, dessa forma foi feito um estudo, fruto da necessidade funcional de análise das referências de projeto. Pretendeu-se na seguinte fase aprofundar a pesquisa sobre a técnica de produção e desempenho mecânico dos perfis, de maneira a entender qual a performance dos mesmos, de forma a entender formas e materiais.

#### 4.1.3.1 Análise crítica ao componente

Na análise crítica ao componente foi utilizado o software CES Edupack para a escolha do melhor material e método construtivo, de salientar que durante toda esta fase se contou com o apoio do docente Manuel Ribeiro. Desta forma, em seguida propõe-se um quadro de constrangimentos de forma a não influenciar com as possibilidades já existentes. Sendo que os constrangimentos se basearam no seguinte:

- Material leve;

---

<sup>16</sup> Nos anexos 8.2 poderá ser feita uma revisão mais detalhada aos princípios básicos de construção do sistema Constructive PILA, relativamente aos Perfis e Uniões, Componentes Elétricos e Acessórios.

- Fácil de transportar;
- Material estrutural resistente;
- Baixa manutenção;
- Desmontável;
- Montagem exterior / interior.

Num primeiro momento interessava fazer uma filtragem no que diz respeito ao peso do material, sendo que um dos constrangimentos definidos seria a utilização de um material leve. A necessidade em utilizar um material com tais propriedades prende-se, principalmente, pela multiplicidade de estruturas tipológicas que se pretendem montar utilizando o sistema de união com os perfis. O facto de o material ser leve irá também influenciar a facilidade e rapidez de montagem da estrutura construtiva que se pretenda. Nesse sentido, no primeiro filtro, é utilizado “Peso VS. Preço”, com a intenção de encontrar um material que consiga a melhor relação entre peso e preço, sendo que o preço também se

torna um fator importante, partindo do princípio que define a boa inserção de todo o sistema no mercado.

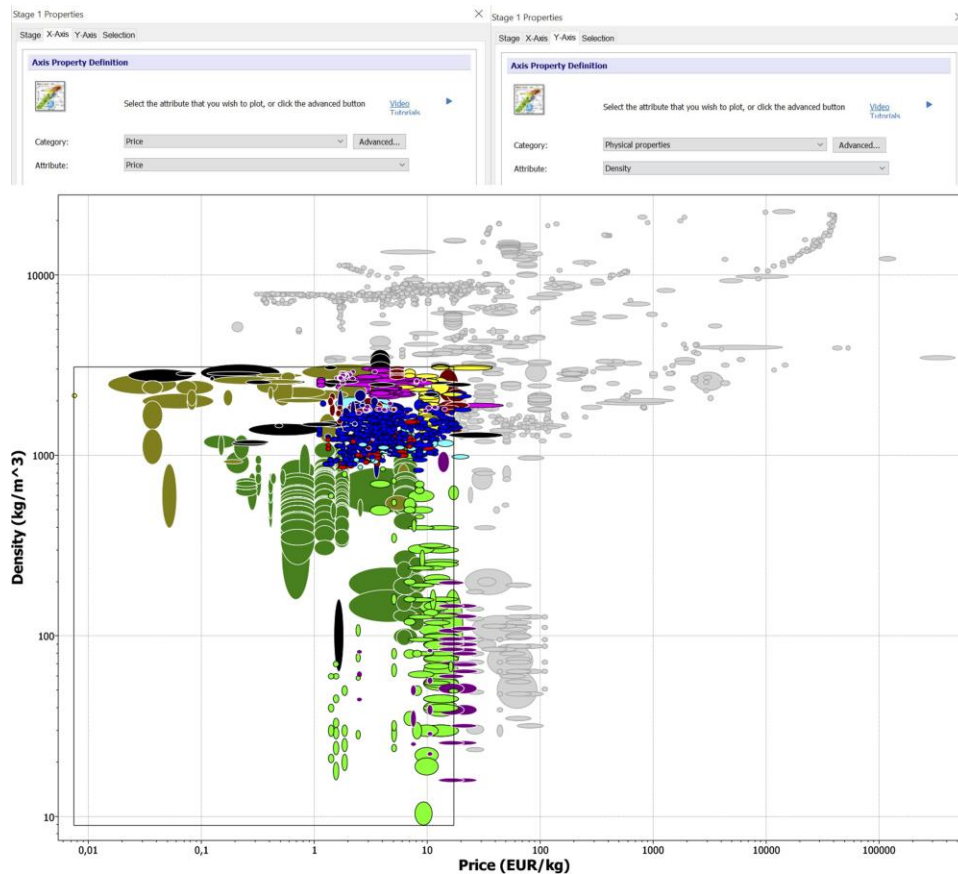


Figura 17: De cima para baixo: Definição dos constrangimentos. Resultado da primeira filtragem, correspondente ao Peso VS. Preço. Imagem: Jorge Passos

Como se pode verificar pela figura 17, é feita uma nova filtragem com os resultados apresentados pelos CES Edupack. Essa filtragem, representada pelos materiais representados com cor e abrangidos pelo retângulo, consistia em filtrar materiais com limites de 320 Kg/m<sup>3</sup> no eixo da densidade e um limite de 20€/Kg no eixo do preço. Após esta filtragem é alcançada uma redução de 3921 materiais para um total de 1862, como se pode verificar abaixo na figura 18.

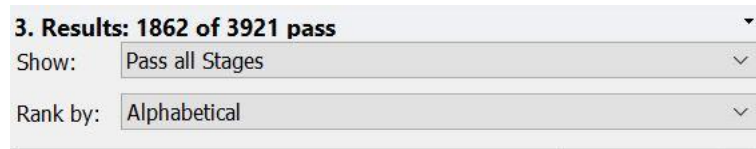


Figura 18: Resultados do filtro aplicado no gráfico inicial, ou seja, materiais encontrados nos limites de 320 Kg/m<sup>3</sup> e 20€/Kg. Imagem: Jorge Passos

Após o primeiro filtro, a segunda fase de seriação do material consistiu em filtrar os materiais existentes considerando a sua resistência a forças de compressão e a sua resistência a água. Estes critérios foram definidos por razões bastante específicas. Em primeiro lugar, a resistência à compressão tornava-se importante para ter uma melhor noção da capacidade de resistência da parede do perfil consoante os esforços da estrutura. Por outro lado, e considerando que as estruturas poderiam ser adaptadas em espaços exteriores, a resistência do material à água tornou-se também um fator relevante na filtragem. Desta forma, para a resistência à compressão foi definido um limite de 220 MPa e no para o eixo referente à resistência à água foi definida a condição de excelente.

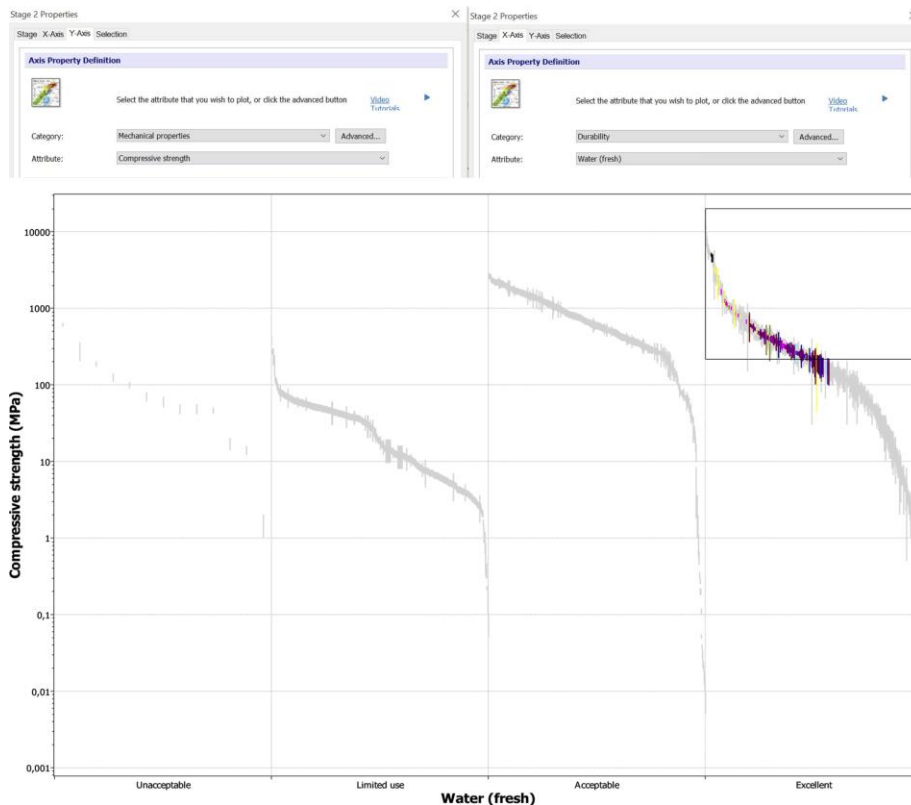


Figura 19: De cima para baixo: Definição dos constrangimentos. Resultado da segunda filtragem, correspondente à Resistência à Compressão VS. Resistência à Água. Imagem: Jorge Passos



Após a respetiva filtragem foi possível reduzir a quantidade de materiais existentes até 315 materiais correspondentes aos constrangimentos definidos.

A seguinte fase de seriação consistiu na definição de outros parâmetros definidos inicialmente com o objetivo de continuar a reduzir as hipóteses de escolha de um material ótimo. Assim, foram definidos os parâmetros de Resistência à Fratura VS. Durabilidade a raios UV. Esta fase de seriação focou-se nestes parâmetros devido ao impacto de fatores ambientais exteriores (no que diz respeito aos raios UV) que pudessem colocar em causa as características estruturais do material em questão, também, de um ponto de vista estrutural a resistência à fratura do mesmo, considerando fases importantes como a montagem de todo o sistema, onde os perfis poderiam estar mais suscetíveis a impactos indesejados que pudessem condicionar a performance do material.

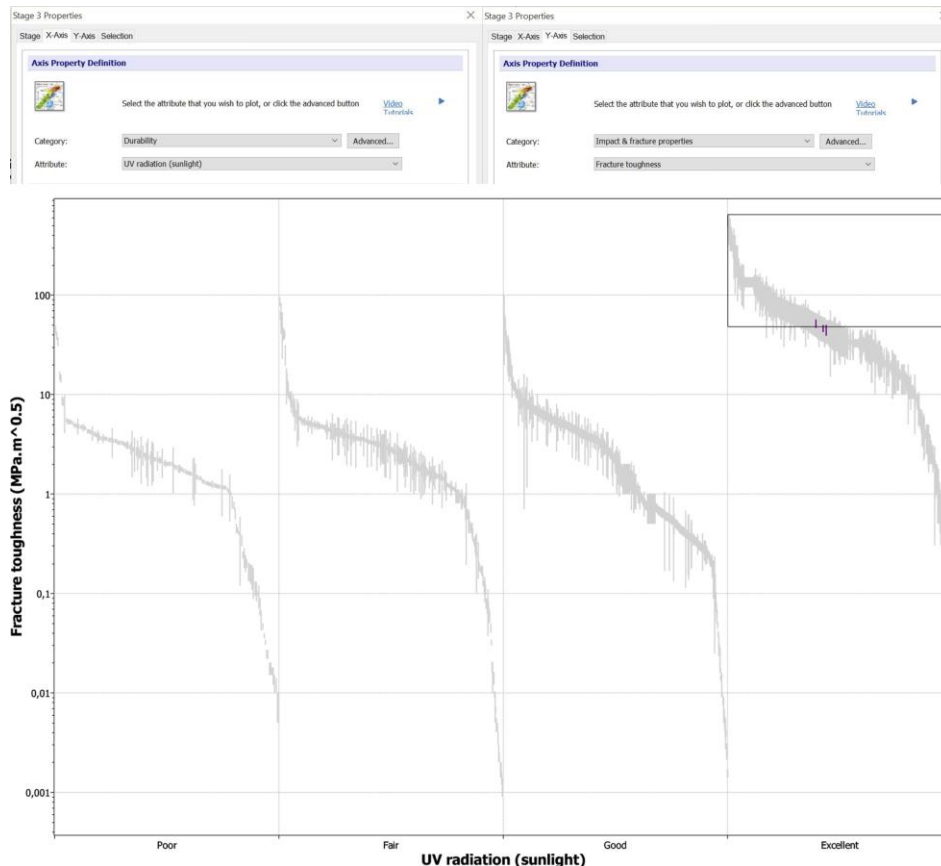


Figura 20: De cima para baixo: Definição dos constrangimentos. Resultado da terceira filtragem, correspondente à Resistência à Fratura VS. Durabilidade a Raios UV. Imagem: Jorge Passos

Como se pode verificar na figura 20, nesta fase foi aplicado um filtro de redução de escolhas do material que consistiu nos limites de 48 MPa.m<sup>0.5</sup> para o eixo da resistência à fratura e a condição de excelente referente ao eixo da durabilidade do material aos raios UV. Após o respetivo filtro foi possível compreender o número de materiais até um número de 3 materiais correspondentes aos constrangimentos definidos, que como se pode verificar na figura 21, se referem aos Alumínios 7475 T7651, 7475 T7351 e, 7050 T74511.

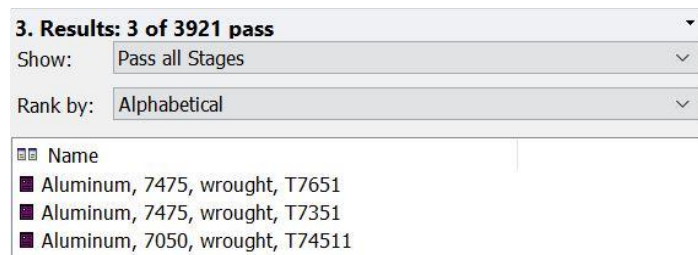


Figura 21: Resultados dos materiais finais a serem analisados para a escolha final referente ao material mais satisfatório. Imagem: Jorge Passos

Após os resultados da filtragem final, optou-se por fazer uma análise mais detalhada dos respetivos materiais. Sendo que todos os 3 correspondiam aos constrangimentos esta análise consistiu num momento mais autónomo, isto é, utilizando um conhecimento adquirido acerca dos materiais e tendo em conta os critérios definidos inicialmente considerados eliminatórios, fez-se uma leitura das propriedades e características dos alumínios, o que se podem verificar na leitura da figura 22.

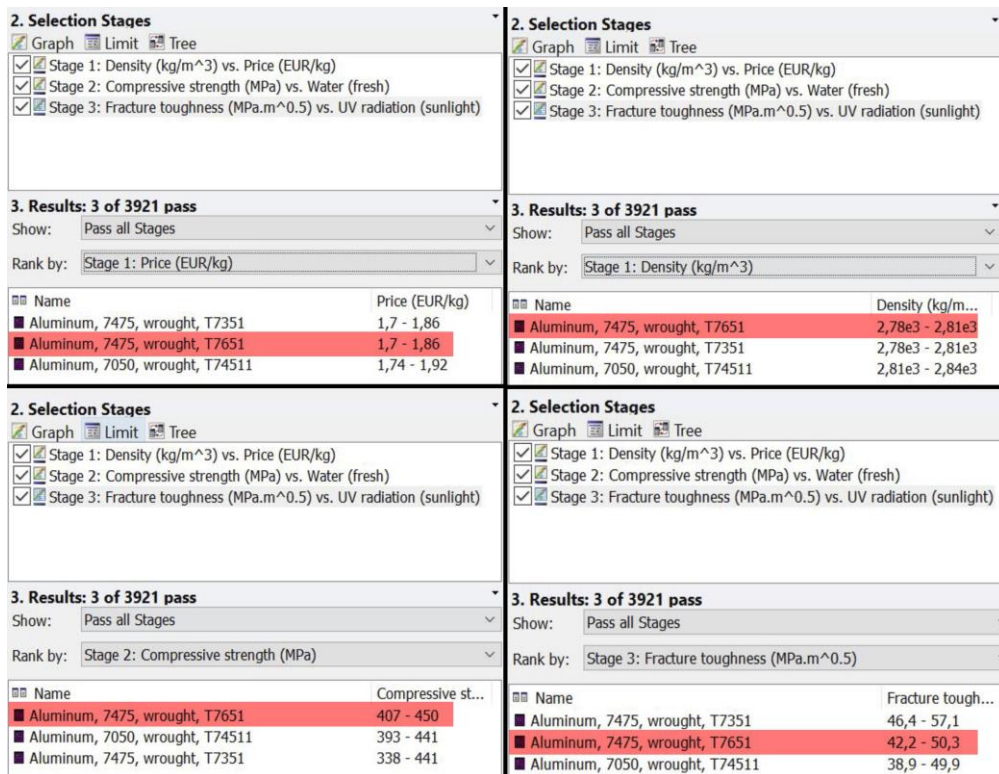


Figura 22: Composição de 4 imagens referentes às principais propriedades do material. Marcado a vermelho, o alumínio escolhido como hipótese mais satisfatória. Imagem: Jorge Passos

Fazendo a leitura da figura 22 é possível compreender os motivos de escolha do alumínio 7475 T7651, mais especificamente, importava manter um preço competitivo de mercado e nesse sentido o alumínio escolhido demonstrou ter uma melhor margem quando comparado, por exemplo, com o alumínio 7050 T74511. As semelhanças entre os dois alumínios 7475 foram algumas, assim, o T7651 foi escolhido em detrimento do T7351 pela sua resistência de compressão, sendo que se tratava de uma propriedade mais importante do que a resistência à fratura. Esta importância está relacionada com o facto de se tratarem de estruturas que poderão estar sujeitas a pesos e forças bastante exigentes, e, tratando-se de uma estrutura estática e consistente, uma melhor resistência à compressão torna-se mais eficaz e segura do que uma melhor resistência à fratura. No final da escolha do material, foi ainda feita uma pequena visualização (mais detalhada) do material em questão, para uma melhor comunicação com empresas fornecedoras utilizando os nomes de mercado específicos (figura 23).

### General information

#### Designation

7475

#### Condition

T7651 (Solution heat-treated and overaged or stabilized)

#### UNS number

A97475

#### EN name

EN AW-7475 (EN AW-Al Zn5,5MgCu(A))

#### Typical uses

General engineering; aerospace engineering - airframes etc; containers and packaging.

### Composition overview

#### Composition (summary)

Al/5.2-6.2Zn/1.9-2.6Mg/1.2-1.9Cu/0.18-0.25Cr/0.12Fe/0.1Si

#### Base

Al (Aluminum)

Figura 23: Informação geral do Alumínio 7475 T7651. Imagem: Jorge Passos

### 4.1.3.2 Pesquisa do método de produção

Assim como foi feita uma pesquisa para escolha do melhor material a ser utilizado no perfil foi ainda feita uma pesquisa que consistiu na escolha do melhor método de produção do mesmo. Neste caso os constrangimentos focaram-se no seguinte:

- Estrutura Multidirecional;
- Baixo Preço;
- Produção Outsourcing (Investimento de equipamento não necessário).

Assim, numa primeira fase de filtragem de resultados, foram escolhidas duas características essenciais para o perfil (figura 24). A primeira foca-se no facto da produção dos perfis ser continua, esta característica torna-se eliminatória no sentido em que se pretende uma produção massificada e em grande escala dos perfis de forma a manter a margem entre qualidade/preço. Por outro lado, pretendia-se que o perfil assumisse uma forma circular pela sua facilidade e compatibilidade com a fixação das uniões, no que diz respeito à construção de estruturas, mas, também se pretendia uma forma “Circular Prismatic” com o objetivo de garantir um perfil multidirecional, como especificado nas premissas.

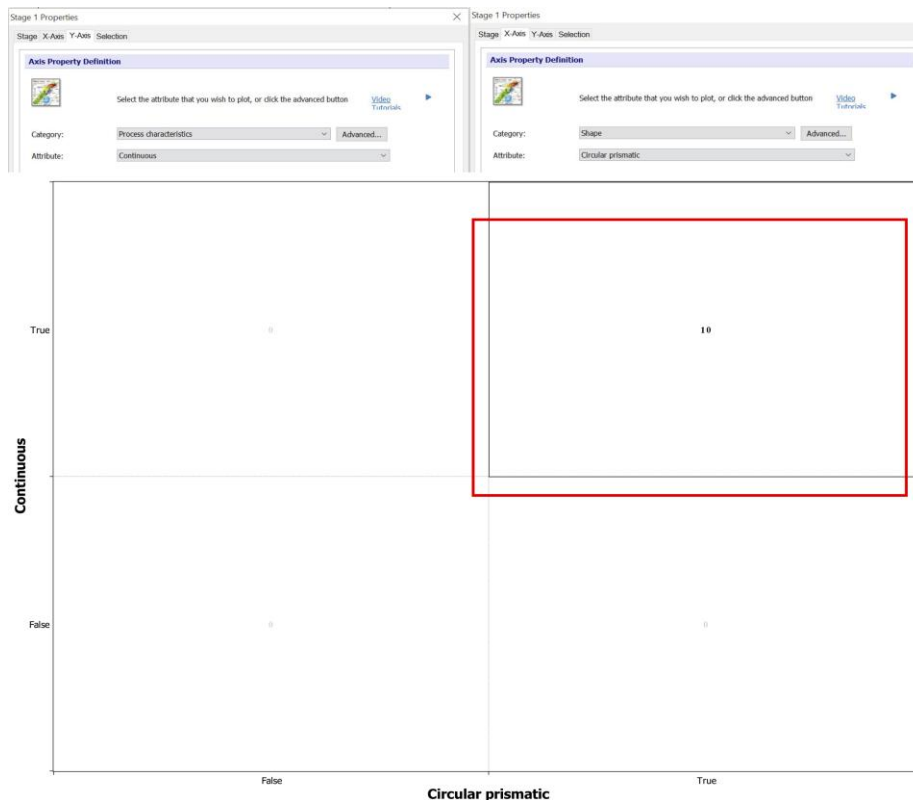


Figura 24: De cima para baixo: Definição dos constrangimentos. Resultado da primeira filtragem, correspondente ao Processo Contínuo VS. Forma Circular. Imagem: Jorge Passos

Neste caso o gráfico resumiu-se a valores verdadeiros correspondentes a processos que pudessem validar os dois constrangimentos definidos, assim, foi possível fazer uma filtragem de 131 processos até um máximo de 10 processos (figura 25).

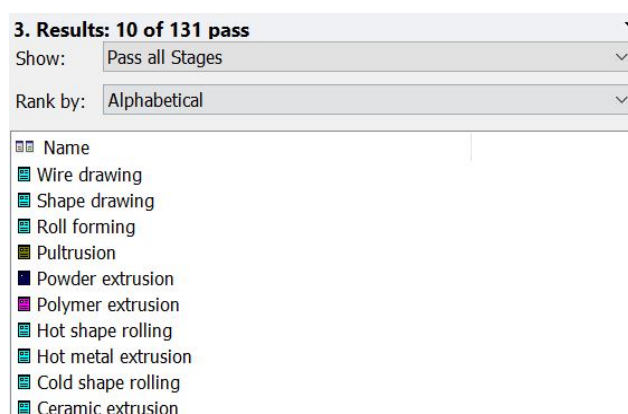


Figura 25: Processos possíveis após verificação da primeira filtragem correspondente aos constrangimentos definidos na figura 24. Imagem: Jorge Passos

A segunda filtragem consistiu em validar processos que pudessem garantir um dos fatores principais para este tipo de produtos (perfis), isto é, o

fator económico baseado no fator produtivo. Assim tornou-se necessário definir um filtro que fosse capaz de verificar o custo por unidade e quantidades de produção, até porque se trata de um sistema que deve ser composto por uma grande quantidade de perfis. Da mesma forma torna-se fundamental encontrar um processo que consiga proporcionar uma excelente relação entre preço/unidade. Desta forma foram definidos os constrangimentos de Índice de Custo Relativo (por unidade) VS. Tamanho Económico do Lote (por unidade), como se pode verificar na figura 26.

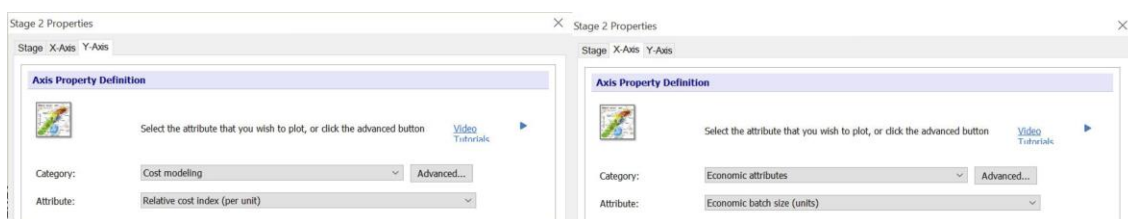


Figura 26: Aplicação dos constrangimentos definidos para a segunda filtragem, Índice de Custo Relativo (por unidade) VS. Tamanho Económico do Lote (por unidade). Imagem: Jorge Passos

Desta forma foi feita uma leitura do gráfico resultante partindo do princípio que se pretendia um método produtivo que fosse capaz de produzir cada unidade entre os 10 e os 20 euros (€) sem que estes valores por unidade tivessem necessariamente que exceder a produção do lote para além das 10.000 unidades, mas que pudesse ser capaz de lotes mínimos de 100 unidades por lote (sempre mantendo o preço por unidade definido no eixo do Índice de Custo Relativo. Assim foi escolhido o processo mais próximo destes parâmetros como se pode verificar na figura 27 através da seleção a azul. Este tipo de processo permite que a produção dos perfis se torne bastante flexível em termos económicos comparativamente com as quantidades, ou seja, estabelecer um preço competitivo para ambos os tipos de produção (Lotes grandes e/ou Lotes pequenos).

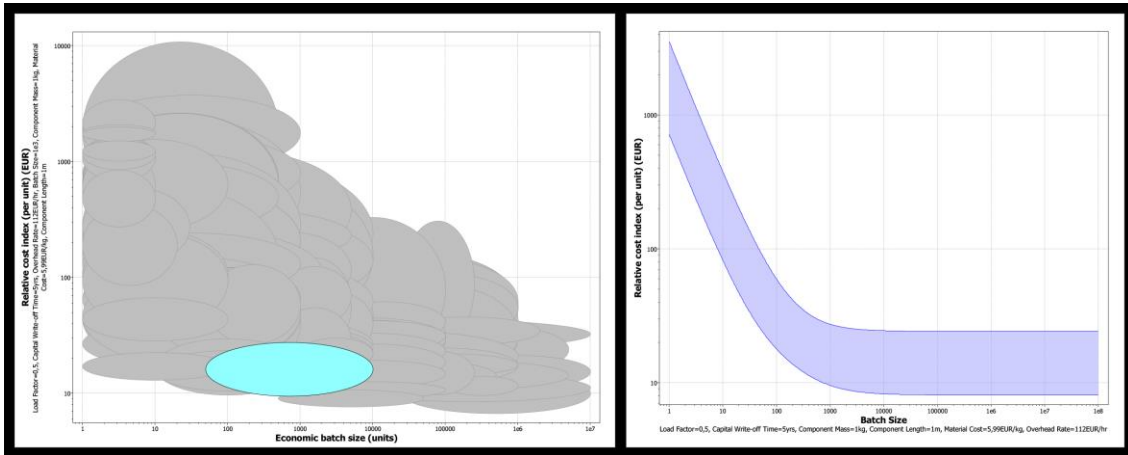


Figura 27: Da esquerda para a direita. Momento de escolha do processo produtivo mais satisfatório. Gráfico representativo (em detalhe) do método produtivo escolhido. Imagem: Jorge Passos

O método produtivo selecionado refere-se ao processo de Extrusão Metálica, o que acaba por se conjugar com o que era pretendido considerando o material escolhido no ponto 4.1.3.1, isto porque é um processo que poderá ser aplicado a este mesmo material.

#### 4.1.4 Estudo de campo

A fase de estudo de campo para a presente investigação surgiu de forma natural, fruto das relações e conexões com alguns parceiros e empresas. Este momento da investigação revelou ser de extrema importância para o desenvolvimento do projeto, em particular pelas escolhas feitas durante todo o percurso do mesmo. Neste caso em específico, o estudo de campo baseia-se nas visitas às empresas ADLA e Perfiviana, referem-se ainda os diferentes momentos e objetivos em que surgiram as visitas. Assim sendo, os próximos pontos 4.1.4.1 e 4.1.4.2 pretendem descrever as vantagens e constrangimentos do projeto em desenvolvimento, da mesma forma, demonstram a relevância que as visitas conferiram na escolha do desenvolvimento de uma união sistémica e modular em detrimento de um perfil.



#### 4.1.4.1 Visita à empresa de extrusão ADLA

A visita à empresa ADLA surge através de um primeiro contacto com a empresa PerfiViana, onde houve a necessidade em conhecer uma empresa com capacidade de produção e desenvolvimento de perfis. Segundo a empresa “a ADLA é o resultado de anos de experiência na indústria de alumínio. Com sede na Zona Ind. da Lameira em Celorico de Basto, a área de atuação da ADLA vai desde a extrusão à comercialização e tratamento de perfis de alumínio, passando pela montagem de perfis com rutura térmica e pelo desenvolvimento de diversas soluções para aplicação na arquitetura e indústria.”<sup>17</sup>



Figura 28: Imagem panorâmica do ambiente interior da empresa ADLA. Imagem: Jorge Passos

Assim, a empresa em questão acabou por se tornar uma excelente oportunidade para verificar todas as fases inerentes ao processo e desenvolvimento de um perfil. No fundo, um dos fatores que determinou a intenção de visita a uma empresa deste tipo foi precisamente esse, ou seja, perceber a complexidade inerente ao desenvolvimento de perfis desde a parte de conceção que está adjacente a patentes e registos de matrizes até à parte de produção, e quais os constrangimentos entre todas estes momentos.

Nesse sentido, durante a visita é definido um percurso com o objetivo de analisar fase a fase todos os momentos referentes ao processo total de desenvolvimento do perfil. Uma das fases mais importantes refere-se ao momento de escolha das ligas de alumínio, esta escolha é variável e consiste no tipo de utilização e finalidade de cada perfil, para além disso, o desenho da matriz de cada perfil é um aspeto a considerar na escolha do material, partindo do

---

<sup>17</sup> Fonte: <http://adla-aluminium.pt/index.php/empresa/about-us> - acedido a 23/06/2017



princípio que desenhos mais complexos poderão exigir pressões de prensa mais altos, dilatações do material mais precisas, e, portanto, ligas de alumínio mais dúcteis.



Figura 29: Local de armazenamento das várias ligas de alumínio em bruto (tarugos), onde é feita a escolha do material para o respetivo perfil a extrudir. Imagem: Jorge Passos

Uma vez escolhido o material a empresa inicia o processo habitual de fabrico e produção de perfis, importante referir que para este momento a ADLA está equipada com uma prensa de 2500 Ton, com uma capacidade de produção de 800t/mês, permitindo produzir perfis com 320 mm por 20 mm com um peso até 25Kg/m. Durante todo o processo a empresa faz um acompanhamento intensivo de forma a controlar as temperaturas e pressões garantindo as características mecânicas desejadas para cada perfil fabricado. De modo geral o processo consiste em 12 fases essenciais (figura 30):

- 1) Num primeiro momento é escolhido o desenho do perfil a ser extrudido, este desenho pode ser utilizado através do catálogo já existente da própria empresa, ou, para situações mais específicas, poderá ser desenvolvido de raiz (visto tratar-se de uma das competências da ADLA).
- 2) Após a escolha do desenho do perfil a empresa avança para a materialização da matriz, ou seja, o molde que irá conter o desenho do perfil que por sua vez irá conferir a forma final do perfil de alumínio. Durante este segundo momento do processo deve haver um controlo excessivo em relação à precisão da matriz para evitar possíveis estrangimentos durante a fase da extrusão.

- 3) A terceira fase deste processo, já especificada acima, refere-se à escolha e seleção das ligas de alumínio que deverão ser ideais considerando o desenho do perfil/matriz.
- 4) Após esta escolha o tarugo de alumínio é limpo no momento de entrada para o forno, sendo esta a quarta fase do processo. Esta limpeza tem como objetivo garantir o mínimo de rugosidade possível do tarugo, de forma a que todo o processo de extrusão suceda de forma contínua e sem provocar qualquer problema de produção.
- 5) Depois de um estágio de 5 patamares no forno o tarugo de alumínio passa para uma fase de corte, seccionando o mesmo em quantas partes e comprimentos necessários.
- 6) Em seguida os tarugos, já seccionados, são colocados entre o embolo e a matriz para iniciar o processo de extrusão. No fundo, através da temperatura indicada do forno, a barra de alumínio é empurrada em direção à matriz.
- 7) No seguimento desta fase, surge a saída do perfil já reproduzido com a forma e desenho desejados.
- 8) Estes perfis, após saída da matriz, são colocados numa máquina de corte com o objetivo de serem novamente seccionados em vários perfis com 50 metros cada um.
- 9) Após o corte os perfis passam por uma fase de arrefecimento, neste momento e de forma a evitar qualquer tipo de empeno ou deformação, todos os perfis são esticados garantindo sempre uma forma final eficiente.

As últimas 3 fases, já pertencentes a um momento mais orientado para a logística da empresa, consistem em (10) Agrupar os Perfis (11) Colocação na Estufa, e por fim, (12) Armazenamento.



Figura 30: Faseamento cronológico de todo o processo inerente à materialização de um perfil de alumínio. Imagem: Jorge Passos

Com a visita à ADLA, que acabou por se tornar num pequeno workshop, foi possível obter algum know-how que se tornou importante para a investigação. O fato da empresa ser constituída por uma equipa de profissionais, nomeadamente no que diz respeito ao desenho e manutenção de matrizes, permitiu definir algumas escolhas para o percurso do projeto de tese.

Por um lado, foi possível perceber a complexidade em torno de todo o desenvolvimento de um perfil de raiz, não só pelos custos inerentes a todo este processo, mas também pela quantidade de problemas que vão surgindo entre as fases constituintes do mesmo. Este aspeto económico foi um dos motivos que logo à partida descartou a intenção de desenvolver um perfil, evitando patentes e registos.

Por outro lado, o tempo que demora a alinhar todo o processo até à materialização e comercialização do perfil foi também um fator determinante, isto porque se pretendia idealizar uma ideia de projeto que pudesse ser materializada num primeiro protótipo durante o tempo da presente tese.

#### 4.1.4.2 Visita à empresa fornecedora de perfis PerfiViana

Ao contrário do que motivou a visita à empresa ADLA, a visita à empresa PerfiViana focou-se noutra aspeto que não a produção de perfis, mas sim, a sua comercialização. A relação com uma empresa fornecedora de perfis acabou por se tornar obrigatória a partir do momento em que se decide desenvolver um sistema de união em detrimento de um perfil. Contudo, o facto de se desenvolver um sistema de união não punha de parte a utilização de um perfil, antes pelo contrário, uma vez que para a materialização do protótipo o sistema estrutural deveria ser composto pelo sistema de união e por perfis.

Assim sendo, o conhecimento de mercado da empresa PerfiViana foi relevante para perceber alguns aspetos importantes, visto que a união deveria ser desenvolvida com base num perfil já existente no mercado. Esta necessidade da compatibilidade da união com o perfil levou à conexão com a PerfiViana de modo a ter uma melhor noção daquilo que o mercado gasta em termos de perfis, garantindo o desenvolvimento de uma união que fosse de encontro a um perfil bastante frequente e habitual nas indústrias de construção.



Figura 31: Local onde é armazenada a vasta gama de perfis comercializados pela empresa PerfiViana. Imagem: Jorge Passos

Desta forma contou-se com o apoio de uma empresa que “foi inaugurada em 16 de Janeiro de 2003, e desde essa data tem revolucionado o mercado Português através de uma alargada gama de sistemas e soluções para

arquitetura e construção disponíveis para os seus clientes, bem como pela forma simples, dinâmica e honesta de trabalhar.”<sup>18</sup>

De modo geral, com a visita às instalações da empresa, foi possível apreender uma série de informação relevante que se refletiu em fases posteriores do projeto. Nomeadamente, o feedback relativamente a tempos de entrega, orçamentos e normas de utilização de alguns perfis específicos. Durante a visita surgiu ainda a oportunidade de fazer uma pequena verificação a um catálogo de perfis (físico) disponibilizado pela empresa (figura 32). Através desta verificação é transmitido o conhecimento de mercado, desde as medidas mais convencionais, formas, materiais, e uma série de características que acabaram por se tornar relevantes na fase de escolha do perfil a utilizar durante o desenvolvimento do sistema e união.



Figura 32: Catálogo físico de perfis disponibilizado pela empresa PerfiViana. Imagem: Jorge Passos

## 4.2 Aplicação prática do projeto

### 4.2.1 Introdução do processo utilizado

Durante o desenvolvimento de todas as fases referentes à aplicação prática do projeto era necessário criar um processo metodológico. A implementação deste processo deveria garantir uma uniformização de projeto,

---

<sup>18</sup> Fonte: <http://www.perfiviana.pt/empresa.php?lang=pt> - acedido a 27/06/2017

na medida em que, desde o ponto de partida até ao ponto de chegada, deveria existir um acompanhamento contínuo do mesmo. Naturalmente, optou-se por validar uma metodologia de design em aberto onde os constrangimentos e recuos de projeto deveriam ser esperados.

Assim, a utilização de ferramentas CAD durante todo o desenvolvimento tornou-se imprescindível. Não apenas porque permitia modelar as soluções e testar as mesmas sem a necessidade de produção ou materialização, mas, acima de tudo pela rapidez com que eram encontrados recuos de projeto em fases, por vezes embrionárias. A gestão destes timings foi um dos fatores a ter em conta, para além disso, as adaptações e reformulações necessárias poderiam ser feitas de forma imediata, tornando-se o CAD uma ferramenta brutal na leitura e acompanhamento de projeto, onde nada deveria ser deixado ao acaso.

Nesse sentido, escolhe-se especificamente o software Autodesk Fusion 360 pelas suas capacidades de resposta àquilo que se pretendia durante esta fase. Nomeadamente na forte vertente de modelação 3D, na possibilidade em executar testes de esforços mecânicos relativamente aos materiais e formas, na disponibilização de catálogos de perfis on-line, onde havia a possibilidade de especificar medidas e tipos de perfis diretamente com empresas certificadas, na elaboração de desenhos técnicos para orçamentação junto das empresas fornecedoras, e, principalmente, pela forte vertente de partilha. Esta última refere-se à forma como pode ser gerido todo o projeto, mais especificamente, através a Cloud do software em questão torna-se possível partilhar o projeto 3D com outras entidades tanto em ambiente desktop como em ambiente mobile. Posteriormente todos os envolvidos de projeto podem fazer alterações ao mesmo, originando numa nova versão/documento onde são registadas todas as alterações e o porquê de terem surgido, esta característica torna-se um dos principais aspetos a potenciar com a aplicação prática de projeto. Para além disso é possível partilhar as modelações onde se verificam características como o material, o peso, isolamento de componentes, podem ser feitas anotações em sketch ou através de comentários, entre muitas outras coisas.

Ainda sobre o Autodesk Fusion 360, existia a possibilidade de gerir o projeto para uma fase de pós-produção, ou seja, o respetivo software dava a possibilidade de preparar todas as modelações para qualquer impressora 3D. Esta possibilidade era importante, visto a impressão 3D se tornar parte integrante de todo o processo e metodologia pretendidos para esta fase, onde após as modelações se pretendia verificar fisicamente o funcionamento das propostas construtivas desenvolvidas. O fato de poder executar tudo isto através de um só sistema computacional era o ideal, possibilitando fazer o acompanhamento através do mesmo em todas as fases de projeto, simplificando e melhorando a experiência de consulta cronológica do projeto, relativamente aos seus avanços e recuos. Em termos de partilha, partia-se do princípio que esta fase de aplicação prática iria envolver parceiros e fornecedores, e nesse sentido, estes momentos poderiam ser proporcionados a partir do CAD.

De resto, e como já referido, todo o processo assumiu uma metodologia de projeto em aberto, ou seja, considerando fatores externos à investigação que pudessem provocar e exigir alterações, estes fatores estavam claramente apoiados nas empresas parceiras e fornecedoras, como também na possibilidade de execução das propostas desenvolvidas, onde, neste aspeto em concreto, o Autodesk Fusion 360 e a sua capacidade de análise deveria ser considerado como um destes fatores. De modo geral, pretendia-se uma metodologia baseada na implementação de um processo de tentativa e erro.

#### **4.2.2 Objetivos**

Com a implementação do processo referido no ponto 3.2.1 pretendiam-se alcançar alguns objetivos específicos. Claramente o objetivo principal focava-se na conceção e materialização de uma hipótese de projeto com as capacidades necessárias no que diz respeito à sua aplicação num sistema construtivo modular e adaptável, com uma boa resposta de mercado nos âmbitos a que se destinava.

O fato de se objetivar a materialização de uma hipótese de projeto satisfatória não apelava, por si só, a um processo de desenvolvimento estático. Pelo contrário, um dos objetivos desta parte de projeto focava-se numa hipótese de projeto mutável, ou seja, em vez de serem criadas várias hipóteses de projeto num momento inicial pretendia-se iniciar um processo construtivo e evolutivo de apenas uma hipótese que, por sua vez, deveria ser reformulada quantas vezes necessárias e conforme as necessidades e problemas definidos durante o percurso, recuando para poder avançar.

Esta escolha de projeto potenciava um outro objetivo, que se refere à exploração e experimentação do software Autodesk Fusion 360, na medida em que se pretendia verificar até que ponto o software era capaz de fazer todo o acompanhamento do processo de projeto desde o seu ponto mais embrionário até à materialização da proposta final. Ainda sobre o software, pretendia-se validar o CAD como ferramenta auxiliar na gestão total de um projeto em design, compreendendo a sua capacidade de comunicação e partilha de projeto com todos os envolventes. Estes seriam, talvez, os objetivos principais a alcançar com a implementação do processo.

### **4.2.3 Cronologia de projeto**

#### **4.2.3.1 Momento 1: A cultura japonesa como referência no desenvolvimento de um sistema de união.**

Num primeiro momento houve a necessidade em utilizar as uniões típicas da cultura japonesa como ponto de partida e inspiração para o desenvolvimento de um sistema de união. Esta necessidade surgiu por algumas razões bastante específicas nesta fase de projeto. Por um lado, a escolha desta referência focou-se num dos objetivos iniciais para o sistema de união a desenvolver, que se pretendia que fosse uma união que não obrigasse à necessidade de qualquer tipo de fixação extra para além da simples união das peças. Este conceito de projeto tinha como objetivo reduzir ao máximo os componentes do sistema, simplificando a sua montagem e compreensão. Nesse sentido as uniões



japonesas foram um excelente ponto de partida, visto tratarem-se de sistemas que trabalham bastante a geometria das peças de união, sem utilizar fixações externas. Por outro lado, o apoio na cultura japonesa poderia atribuir uma identidade estratégica ao sistema de união e ao projeto, visto tratar-se de uma ligação a uma cultura milenar, sendo que resulta ainda como referência na arquitetura contemporânea.

Assim, durante este momento, é feita uma revisão bibliográfica com o intuito de perceber o funcionamento e mecanismos de algumas destas uniões. O livro “Wood Joints In Classical Japanese Architecture” dos autores Torashichi Sumiyoshi e Gengo Matsui<sup>19</sup> é escolhido como referência para a análise de algumas das mais convencionais uniões na arquitetura clássica japonesa, não apenas por se tratar de um livro bastante completo no que diz respeito à biblioteca de vários tipos de uniões, mas, pela imensa comunicação das mesmas através de imagens representativas do seu funcionamento e desenhos técnicos detalhados. Desta forma, após a leitura do livro são escolhidas uniões com características e potencialidades específicas, interpretando-as sempre como possíveis peças de união para um sistema modular industrializado e produzido noutros materiais.

---

<sup>19</sup> A escolha deste livro deve-se a ser mencionado em diversos documentos como bibliografia

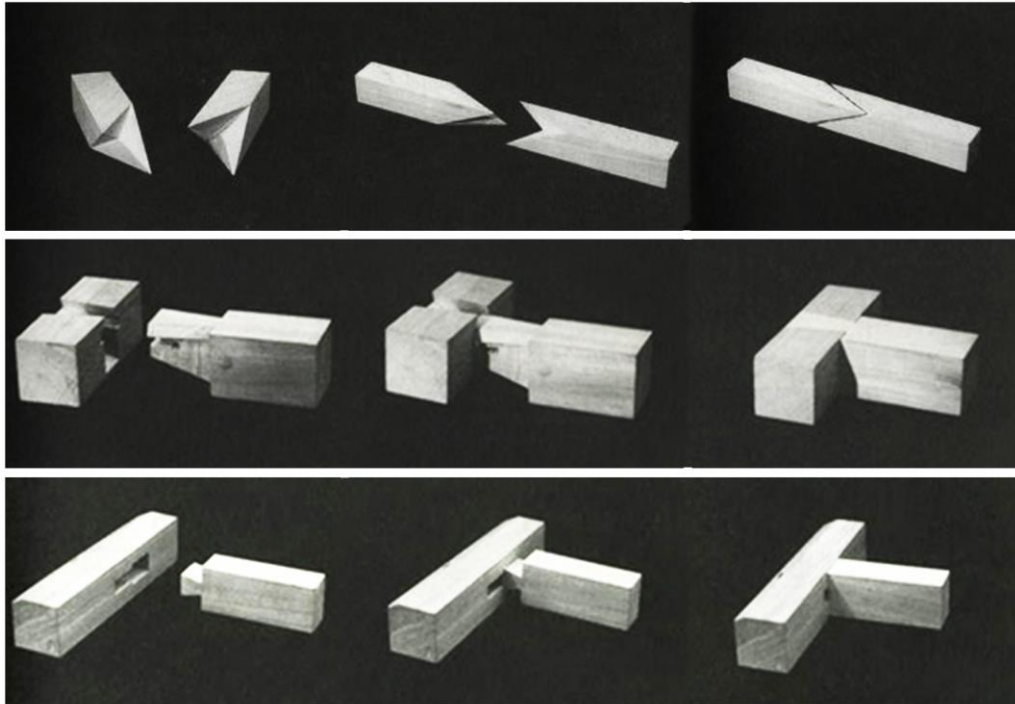


Figura 33: Montagem de imagens referentes às uniões escolhidas, retiradas do livro “Wood Joints In Classical Japanese Architecture”.

De modo geral, as 3 soluções escolhidas, que podem ser verificadas através da figura 33, foram destacadas pelas suas características específicas e diferenciadoras entre elas, contudo, pretendia-se que o sistema de união a desenvolver fosse capaz de assimilar estas propriedades identitárias de cada uma das escolhas num só sistema.

No caso da primeira solução (figura 33), “Isuka Tsugi”, destaca-se uma das características que foi desde logo identificada como premissa no desenvolvimento do sistema de união. Mais especificamente, refere-se a capacidade desta união ser executada utilizando duas peças idênticas, isto é, com a mesma forma, sendo que o encaixe entre ambas se baseia na rotação axial das mesmas. Esta característica torna-se uma mais valia, de um ponto de vista produtivo, pela sua sustentabilidade que apenas exige o desenvolvimento de um molde por fundição da peça, ao contrário de outros sistemas que trabalham com mecanismos de macho/fêmea.

No caso da segunda solução (figura 33), “Sumiyoshi”, é destacado o fato das peças se unirem através de dois eixos distintos, algo que interessava pela

sua capacidade em gerar ramificações que pudessem criar soluções construtivas tridimensionais.

Finalmente, a terceira solução (figura 33), "Okuri Ari", é evidenciada pelas suas características geométricas. Não porque a conexão das peças também é feita através de dois eixos, mas sim pelo travamento das mesmas através da morfologia das peças. Isto é, o macho desliza sobre o encaixe até unir e travar as peças, mas ao mesmo tempo a união é pensada para usar os esforços mecânicos como uma vantagem. Esta característica era importantíssima pois assegurava uma união sem fixações, onde os esforços mecânicos a que a estrutura ia ser submetida pudessem ser validados como uma vantagem. Para isso o eixo de encaixe das peças deveria ser o oposto do eixo do esforço mecânico, resultando num maior preenchimento de toda a zona de reforço do sistema de união.

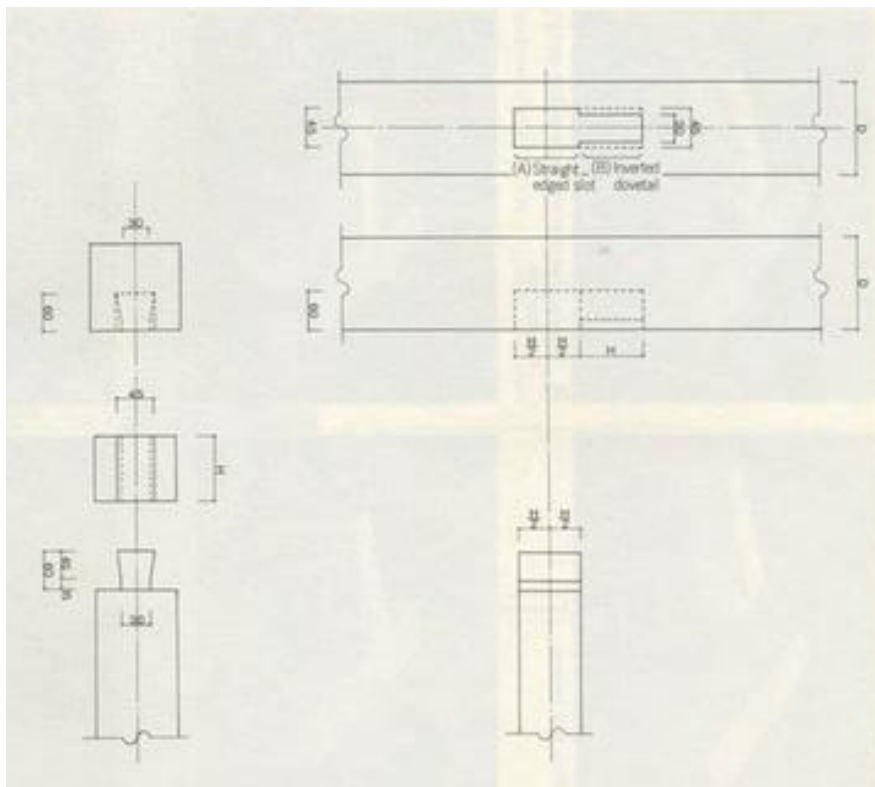


Figura 34: Desenho técnico da união "Okuri Ari". Fonte: (SUMIYOSHI; MATSUI 1991: 54)

Após esta verificação foi possível interpretar as imagens e ter uma pequena noção do funcionamento das peças, contudo, numa segunda fase deste processo de análise sentiu-se a necessidade em modelar

tridimensionalmente as peças escolhidas. Para isso recorreu-se à informação técnica existente no livro utilizado de cada uma das uniões (figura 34). O objetivo desta modelação passava por testar os comportamentos entre as peças, manipulando em tempo real e de forma digital as uniões de forma a melhor a compreensão destes sistemas. Para a modelação das peças foi utilizado o software Autodesk Fusion 360.

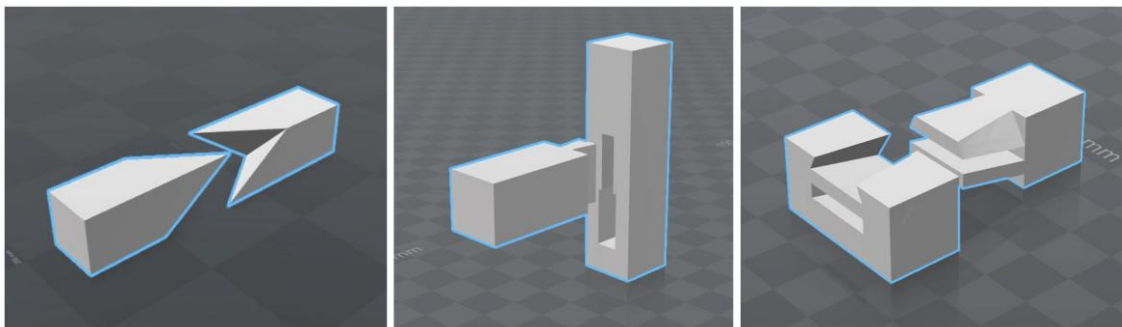


Figura 35: Modelação 3D das uniões a manipular em ambiente virtual. Imagem: Jorge Passos

Finalmente, depois desta modelação iniciou-se o processo de impressão 3D (figura 35) para poder efetivamente testar o funcionamento das uniões manualmente, exercitando uma melhor compreensão dos mecanismos, a sua simplicidade e/ou dificuldade de união, resistências, segurança e estabilidade, entre outras características inerentes. Para a impressão 3D de ambas as peças foi utilizada a impressora helloBEEprusa.

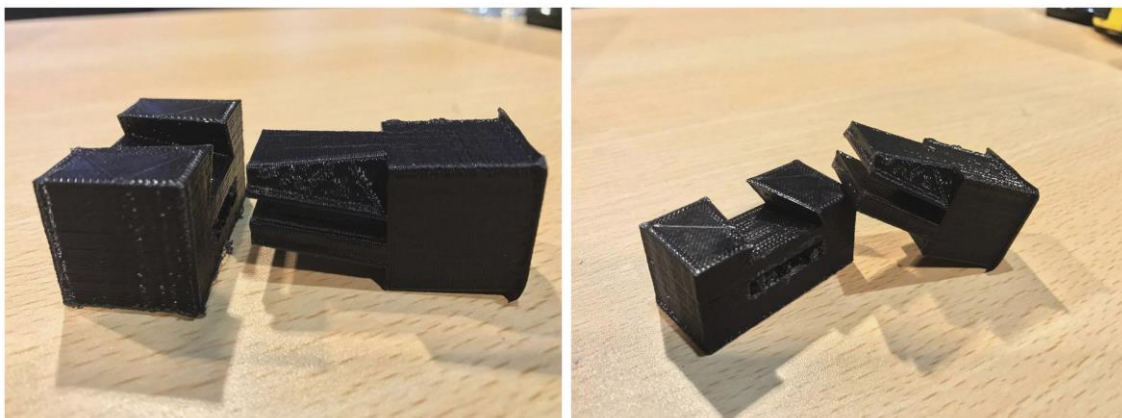


Figura 36: Impressão 3D da união "Sumiyoshi" para testar o seu funcionamento manualmente. Imagem: Jorge Passos

Logo após os testes e experimentações com as peças foi possível assimilar alguns aspectos importantes, como por exemplo, a importância da fricção entre as paredes das peças da união que garantem uma maior estabilidade. Também, a importância em utilizar geometrias com ângulos afunilados de forma a garantir encaixes mais simples no início, mas fixações mais consistentes no final dos mesmos. Contudo, como já referido, nenhuma das uniões possuíam todas as características essenciais para um sistema de união modular e adaptável a várias tipologias, desde estruturas espaciais até equipamentos. Nesse sentido, a próxima fase consistiu numa nova análise com referência a sistemas de união japoneses que pudessem aglomerar características como a utilização de peças idênticas para a união, que permitissem diferentes eixos de encaixe entre ambas, possibilitando uma maior amplitude construtiva em termos estruturais.

Neste caso, recorreu-se a uma recolha de informação maioritariamente baseada nos recursos on-line e utilizando ferramentas interessantes que pudessem, gráfica e visualmente, encontrar sistemas semelhantes aos que inicialmente foram testados. Surge então a união “Kawai Tsugite” (figura 37), que foi imediatamente considerada como uma excelente hipótese. A união, criada por Shinobu Kobayashi, é caracterizada pela sua capacidade de encaixe variável, permitindo 3 orientações espaciais distintas utilizando duas peças idênticas. As respetivas orientações resumem-se a um encaixe que permite a continuidade das peças sempre no mesmo eixo, ou a dois encaixes e canto com orientações opostas.

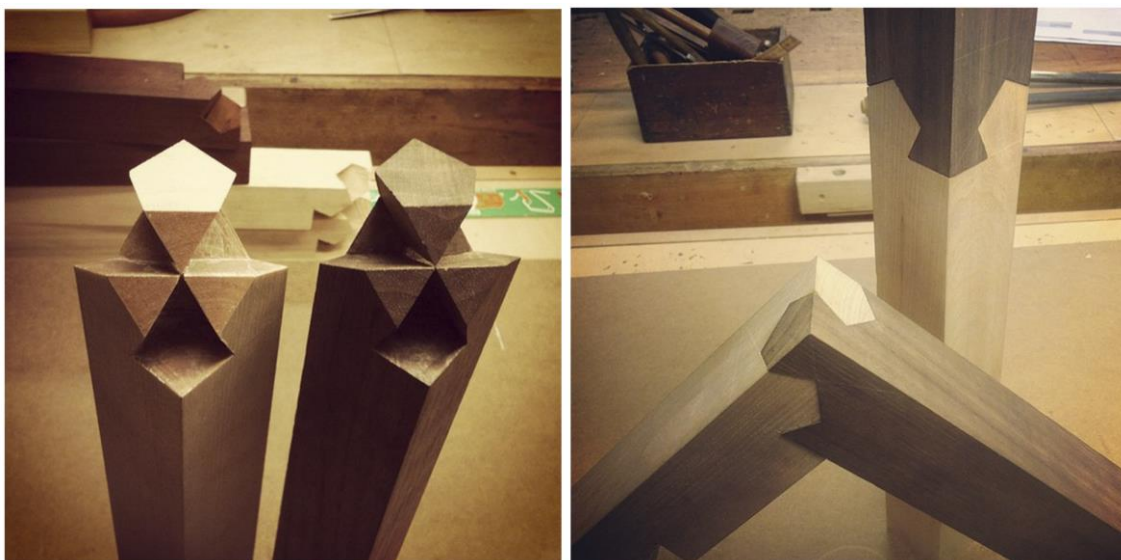


Figura 37: Imagens representativas do funcionamento do sistema e união "Kawai Tsugite".  
Fonte: <http://www.core77.com/posts/41624/Japanese-Woodworking-Madness-A-Three-Way-Wood-Joint> - acessado a 30/6/2017

Como se pode verificar através da leitura da figura 37, percebe-se que a multiplicidade de orientações do sistema de união em análise é conseguida através da sua forma poligonal, onde o alinhamento das peças é sempre feito de forma central (considerando o eixo de cada uma das peças), posteriormente as peças funcionam através de rotações de  $60^\circ$ ,  $120^\circ$  e  $180^\circ$  permitindo os vários encaixes e diferentes alinhamentos geométricos (em termos espaciais).

#### **4.2.3.2 Momento 2: A união “Kawai Tsugite” aplicada no desenvolvimento de um sistema e união.**

Como já mencionado no ponto anterior, a união “Kawai Tsugite”, revelou possuir todas as características que se procuravam no desenvolvimento de um sistema de união modular e adaptável. Obviamente, a união em questão deveria sofrer algumas reformulações de forma a poder ser adaptada a um sistema de união compatível com o encaixe de perfis.

Para além de uma reformulação formal, onde o objetivo seria aproveitar ao máximo as geometrias da união adaptando apenas para aquilo que seria essencial em termos de mercado, havia ainda a necessidade de reformulação material, uma vez que até ao momento todas as uniões testadas e verificadas eram materializadas em madeira sendo que para o que se pretendia os materiais



deveriam ser mais industriais e mecanicamente resistentes. Esta reformulação material, para além de conferir uma melhor resistência em relação a esforços garantia uma maior sustentabilidade ao projeto em termos produtivos, visto que o objetivo seria produzir à escala industrial.

Assim, o início do segundo momento focou-se na modelação tridimensional da união japonesa (figura 38), pretendia-se com esta modelação verificar apenas o seu comportamento de encaixe e todas as suas orientações.

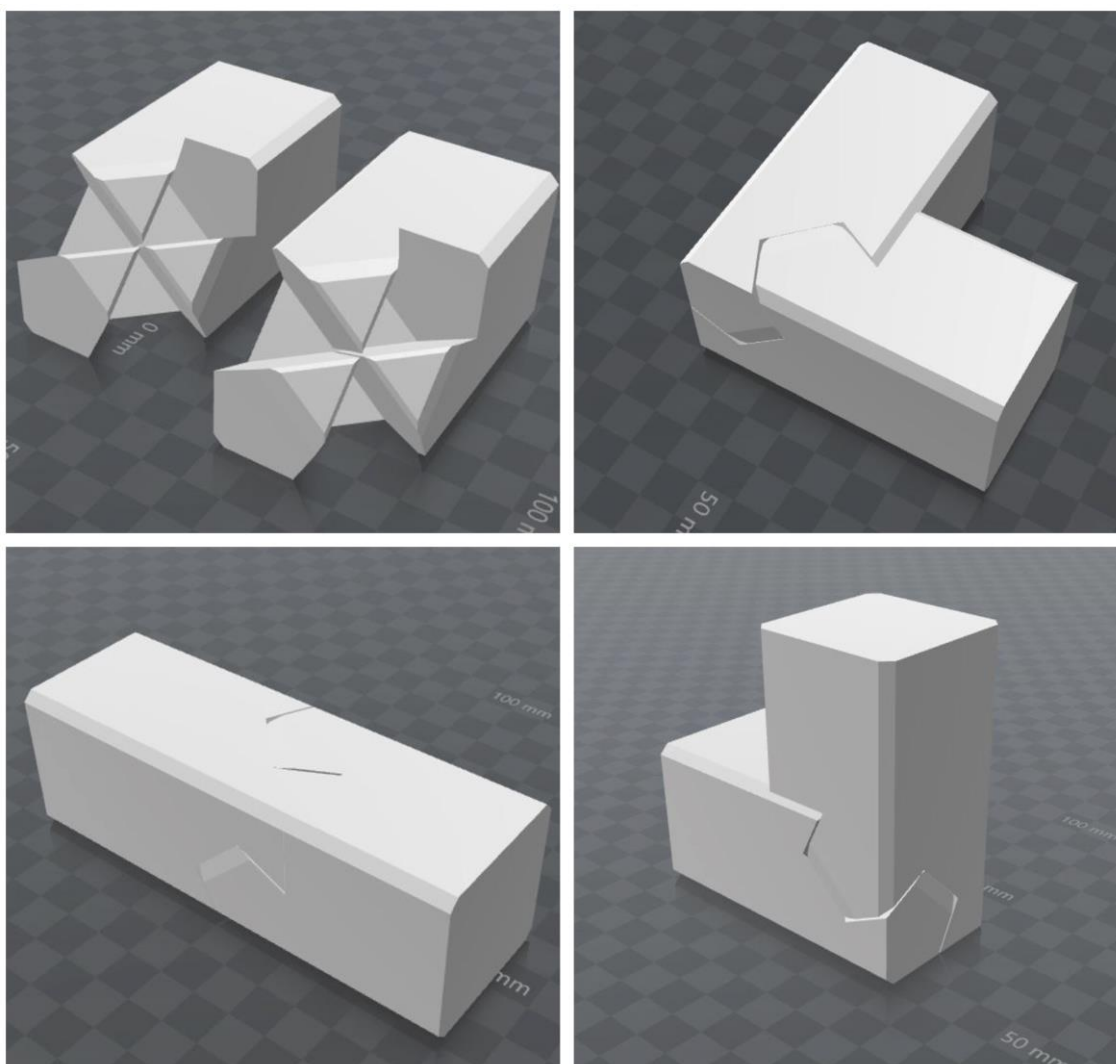


Figura 38: Primeiras modelações 3D da união japonesa "Kawai Tsugite", com algumas verificações dos encaixes entre as uniões. Imagem: Jorge Passos

De referir que para esta modelação as peças foram desenhadas sem nenhuma medida específica, até porque interessava apenas perceber o comportamento das mesmas. Para além disso, neste momento a peça foi

modelada exatamente como nas imagens que foram sendo recolhidas da união em questão. Após a modelação foi então possível testar os comportamentos e perceber se seria necessário fazer alguma alteração formal às peças, após estas verificações avançou-se com uma fase de impressão 3D (figura 39) para ter ainda uma melhor noção de outros aspetos inerentes ao funcionamento da união, apenas perceptíveis fisicamente. A impressão 3D foi também importante para começar a analisar e que forma se poderia reformular as peças da união adaptando-as ao sistema de união que se pretendia desenvolver.

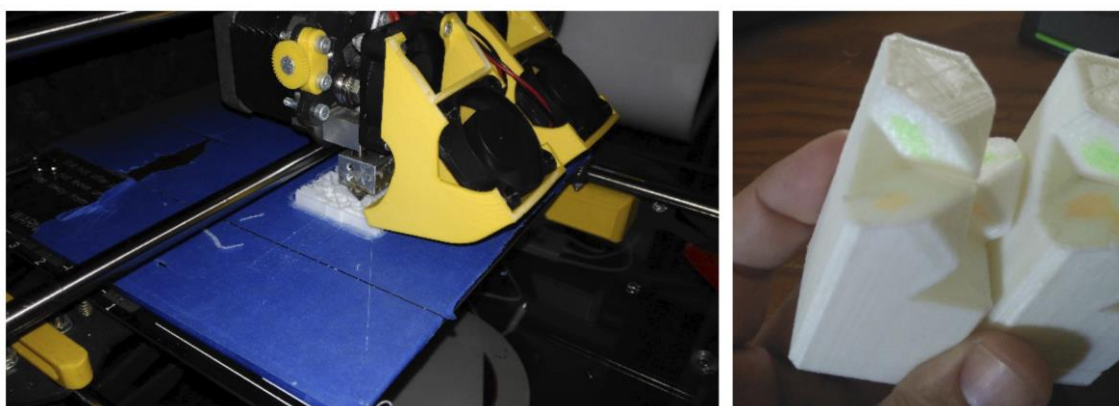


Figura 39: Da esquerda para a direita: Fase do processo de impressão da primeira peça da união (utilizando a impressora helloBEEprusa). Ambas a uniões impressas utilizando o material PLA. Imagem: Jorge Passos.

Como referido, pretendia-se com as impressões 3D, fazer uma experimentação ao funcionamento destas peças, procurando descodificar alguns aspetos que se pudessem tornar relevantes para o bom funcionamento da união. Em relação à impressão tudo correu como esperado, as peças foram lixadas para retirar qualquer tipo de excesso de material (típico no tipo de processo utilizado para a sua materialização) para serem então testadas. Importava, por exemplo, verificar as folgas associadas à união das peças, bem como a sua estabilidade e comportamento mecânico. Foram inclusive marcadas as faces de ambas as uniões para melhor se perceber a geometria envolvente neste tipo de união, o que se tornava importante caso fosse necessário reformulações posteriores.

Seguidamente a esta fase, que consistiu na verificação da união japonesa “Kawai Tsugite” através de modelações tridimensionais e impressões 3D em



PLA, surge a necessidade em fazer uma pequena revisão relativamente a sistemas de união com alguma relevância no mercado. Deste modo, volta a fazer-se uma análise ao sistema Constructive Pila (referenciado no ponto 4.1.2, neste caso focando a análise ao sistema de união da empresa em questão e na forma como este interage com os vários perfis que podem ser acoplados ao mesmo.

A necessidade em validar a união do sistema Constructive Pila foca-se, também, na necessidade em verificar aspetos e características presentes num produto com bastante recetividade no mercado. O Constructive Pila é então usado como uma referência e ponto de partida para a transformação do sistema de união japonesa num sistema de união com fins industriais e com características semelhantes às do Constructive Pila. Desta forma, o mesmo processo utilizado para as uniões japonesas é, também, utilizado no sistema da Constructive, ou seja, é feita uma análise ao seu funcionamento utilizando a modelação 3D e a impressão 3D (figura 40).

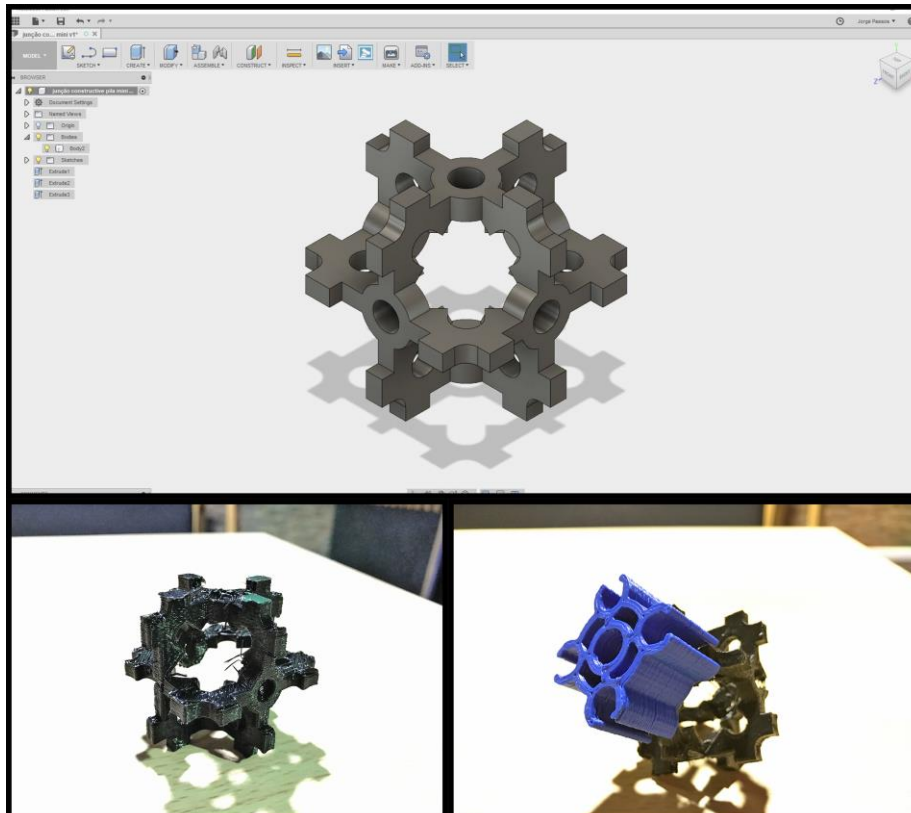


Figura 40: De cima para baixo: Modelação tridimensional da união referente ao sistema Constructive Pila em ambiente gráfico Autodesk Fusion 360. Imagens referentes às impressões 3D do sistema de união da Constructive Pila (Perfil e União). Imagem: Jorge Passos

As experimentações feitas através das maquetes impressas do sistema permitiram concluir algumas coisas que já estavam parcialmente assimiladas e outras que deram alguns inputs necessários para a execução de um bom sistema de união. Por exemplo, a união deveria possuir, obrigatoriamente, duas ou mais faces onde fosse possível conectar, pelo menos, um tipo perfil, no caso do sistema da Constructive a união poderia aceitar vários tipos de perfil o que se tornava um dos pontos mais fortes deste sistema. Para além disso, o fato do sistema funcionar apenas com uma união para criar vários eixos poderá ser encarado como uma vantagem (em alguns casos) ou como uma desvantagem, no sentido em que, em algumas soluções estruturais os eixos/faces não utilizados ficam à mostra, implicando na sua estética. Ainda se constatou que, quando a união utiliza mais do que um perfil (criando dois eixos) há zonas na estrutura que ficam expostas, o que para o conceito que se pretendia desenvolver seria uma desvantagem.

Este momento foi crucial no feedback de algumas características e propriedades a serem pensadas no desenvolvimento do projeto de investigação.

#### **4.2.3.3 Momento 3: A implementação do perfil (como premissa) no desenvolvimento de um sistema de união adaptável ao mercado.**

Uma das premissas definidas inicialmente para o desenvolvimento do sistema de união focava-se especificamente no perfil, esta particularidade de projeto foi definida tendo em conta o fato de haver a necessidade em utilizar um perfil existente no mercado visto que esta componente do sistema não seria desenvolvida de raiz. Esta opção de projeto implicava conceber um sistema de união que fosse adaptado e moldado conforme um ou mais tipos de perfis, visto ser parte integrante de um sistema construtivo, desse modo, este momento focou-se na escolha de um perfil com um bom feedback de mercado. Naturalmente, a escolha recaiu numa das análises feita no ponto 4.1.2, mais precisamente na gama de perfis da empresa BOSCH.

Contudo, e como já referenciado, a gama de perfis BOSCH é bastante diversificada pelo que uma das primeiras fases para este momento consistia em definir um tipo de perfil ideal conforme a geometria do sistema de união a desenvolver. Relativamente à união era já possível verificar algumas características essenciais para o seu funcionamento sobre vários eixos, ou seja, a sua forma quadrangular era algo que não poderia ser abdicado e nesse sentido a primeira filtragem destacou apenas perfis com proporções quadrangulares. Curiosamente o perfil utilizado no projeto da cozinha NmeeTon respondia a estas características de forma positiva, mas, para além disso, tratava-se de um perfil onde já havia sido feita alguma investigação e até mesmo experimentação, sendo que se definiu o mesmo como a melhor hipótese satisfatória neste momento.

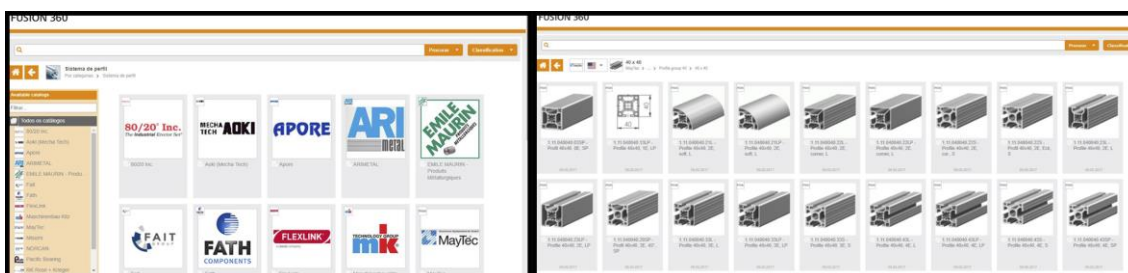


Figura 41: Imagens referentes à biblioteca/catálogo de empresas produtoras e fornecedoras de perfis no software Autodesk Fusion 360. Imagem: Jorge Passos

Durante todo o processo de desenvolvimento de projeto, como se pode verificar principalmente no presente ponto 4.2, a ferramenta CAD (neste caso o Autodesk Fusion 360) foi utilizada como auxiliar para a conceção e materialização do sistema de união. Neste momento destaca-se uma das possibilidades no software utilizado (AF360) que se refere às bibliotecas “Parts4CAD” (figura 41) que basicamente funcionam como catálogos de vários âmbitos e empresas onde são disponibilizados os blocos 3D dos produtos e serviços oferecidos pelas mesmas. A vantagem destas bibliotecas, para além de permitirem ser colocadas diretamente no ambiente de modelação 3D com uma listagem do numero de partes e orçamentação das mesmas, tem ainda a vantagem de permitir (conforme as capacidades produtivas de cada empresa) configurar as características de cada perfil, como por exemplo as suas dimensões.

Porém, no momento em que se inicia a procura da gama de perfis BOSCH apercebe-se que a empresa não disponibiliza os seus produtos nesta plataforma. Como sucedeu noutras fases da investigação, o perfil BOSCH poderia facilmente ter sido modelado através do software, contudo, não se quis abdicar das potencialidades e vantagens dos catálogos online e por isso, optou-se por procurar (a partir de outras empresas) perfis muito semelhantes àquele que era pretendido.

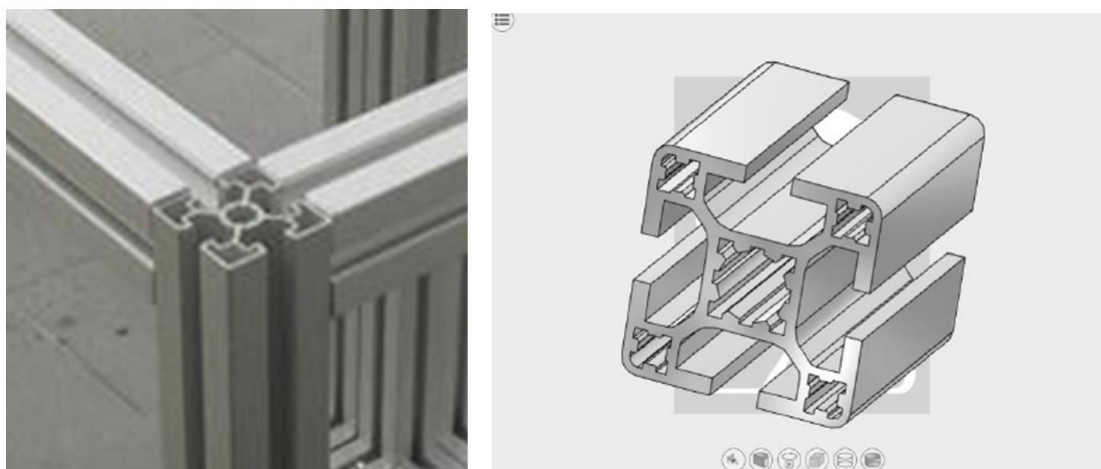


Figura 42: Da esquerda para a direita, imagem comparativa entre o perfil BOSCH e o perfil MAYTEC, respetivamente. Imagem: Jorge Passos

Fazendo a leitura da figura 42 verificam-se as semelhanças entre os dois perfis, neste caso a escolha recaiu num perfil da empresa americana MAYTEC, com a referência 4E LP. Foram especificadas as dimensões desejadas (40mm x 40mm para a face de perfil e 1000mm para o comprimento) para os primeiros testes em modelação com a união, tudo isto através do software Autodesk Fusion 360 (figura 43).

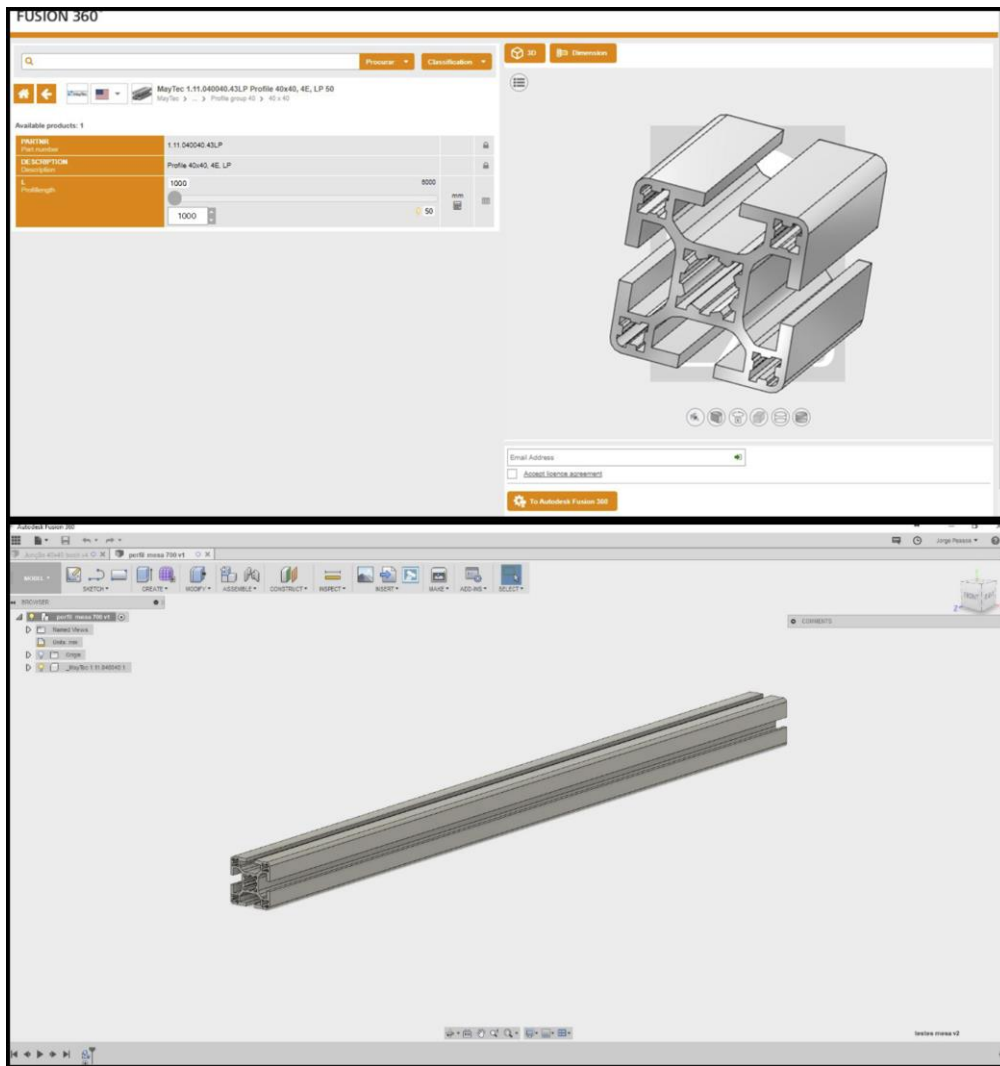


Figura 43: Momento de configuração do perfil MAYTEC através da plataforma "Parts4CAD" do software Autodesk Fusion 360. Imagem: Jorge Passos

A próxima fase deste momento pretendia evidenciar as características formais do perfil escolhido e adapta-lo à união de forma a iniciar o processo de redesign da peça. Sempre utilizando o software Autodesk Fusion 360, tanto o perfil como a união foram emparelhados no mesmo ambiente de modelação onde foram feitos os ajustes necessários a toda a reformulação do sistema (figura 44).

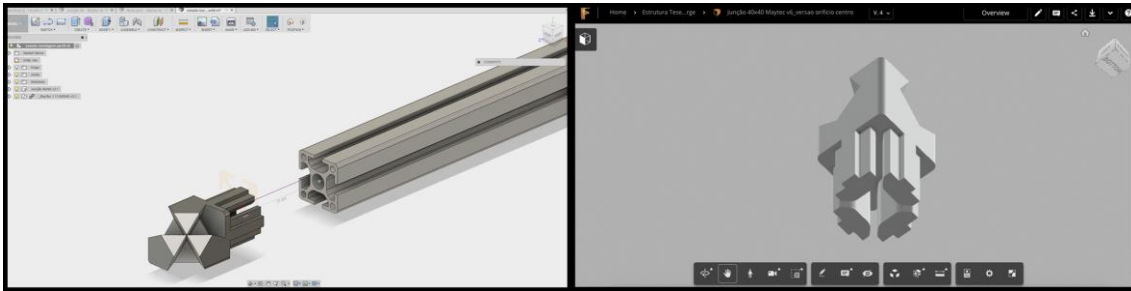


Figura 44: Da esquerda para a direita: União já reformulada em vista explodida com o perfil MAYTEC. Detalhe do aspecto formal da peça do sistema de união reformulado. Imagem: Jorge Passos

De forma natural, como sucedeu em todas as fases do processo de desenvolvimento da investigação, após a modelação e verificação de que todos os componentes do sistema eram compatíveis geometricamente, avançou-se com a impressão 3D (figura 45) da peça de união já com os encaixes (macho) para os perfis.

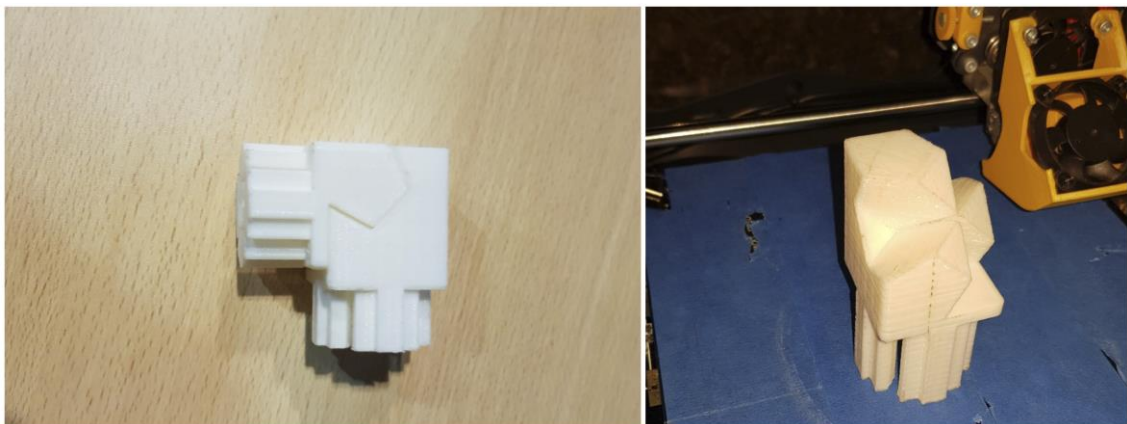


Figura 45: Imagens referentes à impressão das peças constituintes do sistema de união. Imagem: Jorge Passos

Após a impressão das peças surgiu a curiosidade em voltar a testar o seu emparelhamento, e com isso voltar a testar resistências e esforços mecânicos, esta última verificação (relativamente à parte mecânica) tinha como objetivo perceber até que ponto a perda de volume, com a criação dos encaixes para o perfil, poderia influencia o funcionamento mecânico geral das uniões.

Eventualmente, com estas verificações, apercebeu-se que o tipo de processo utilizado (impressão 3D) poderia, de certa forma, tornar-se uma viabilidade para a materialização do protótipo final utilizando materiais mais

consistentes como por exemplo o ABS. Com esta assunção derivaram outras possibilidades inerentes ao aspeto produtivo da peça. Por um lado, o fato da união ser impressa em 3D garantia uma maior sustentabilidade produtiva quer em termos de desperdício quer em termos de tempos de produção, por outro lado dava a possibilidade de executar formas geométricas complexas (quando comparando, por exemplo, com peças maquinadas em alumínio) que poderiam colocar entraves na fase de desenvolvimento de moldes.

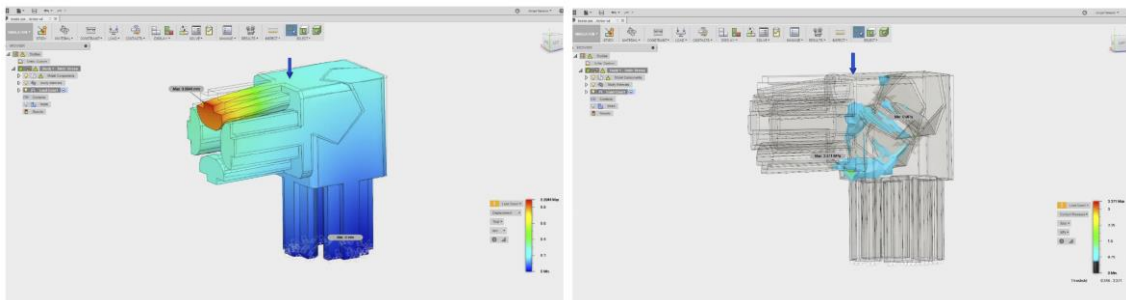


Figura 46: Simulações mecânicas das uniões utilizando o ABS como material. Imagem: Jorge Passos

Contudo, e mais uma vez aproveitando as ferramentas do software CAD, resolveu-se testar a performance mecânica das uniões com forças exercidas nos valores de 1000N(newtons). Esta verificação serviu apenas como uma espécie de certificação para desenvolvimentos posteriores que seriam apenas possíveis utilizando uma tecnologia de impressão 3D ou prototipagem rápida. Os resultados foram positivos (como se pode verificar na figura 46) e desta forma surge a oportunidade em introduzir aspetos diferenciadores da concorrência de mercado neste tipo de produtos. Mais especificamente, analisando as necessidades inerentes a estruturas deste tipo surge a ideia de implementação de um sistema elétrico na própria união, um sistema que permitisse ligar qualquer equipamento eletrónico (até 12 volts) em qualquer local da estrutura. Esta implementação seria possível utilizando as faces internas da peça de união como contactos elétricos, isto é, em qualquer posição que as peças fossem posicionadas haveria sempre um contacto dos polos negativos com os negativos.



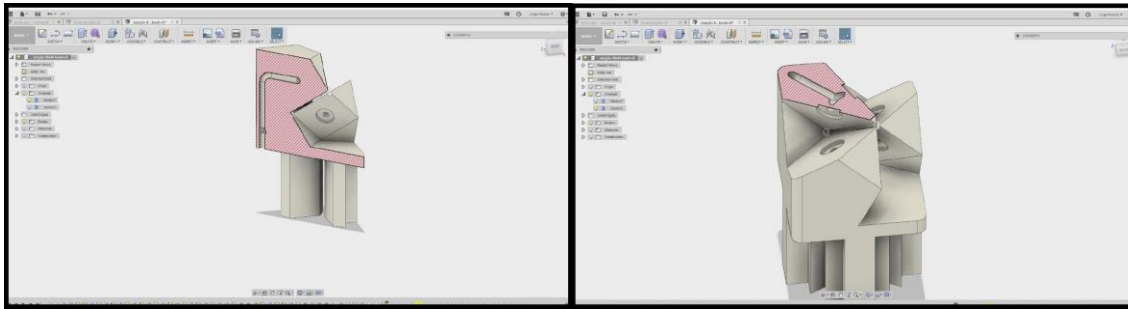


Figura 47: Implementação do sistema elétrico, diretamente embutido na união, utilizando o Autodesk Fusion 360. Imagem: Jorge Passos

Assim, utilizando o potencial da impressão 3D foram desenhados os canais internos (figura 47), possibilitando a passagem das ligações elétricas até às faces de contato, as uniões passariam a energia para os perfis onde o sistema elétrico iria utilizar um material condutor colocado nas faces internas do perfil, permitindo assim a ligação de equipamentos elétricos até 12 volts.

#### **4.2.3.4 Momento 4: Experimentação do sistema construtivo integrado com o perfil MAYTEC e união, no desenvolvimento de uma mesa de trabalho**

Este momento consistiu nas primeiras experimentações utilizando o sistema construtivo desenvolvido até ao momento, ou seja, tirando partido das uniões integradas com os perfis esta fase pretendia explorar ao máximo as capacidades construtivas deste sistema. Assim sendo, foi definido, durante este processo, que o sistema construtivo iria ser aplicado no desenvolvimento de uma mesa de trabalho (no âmbito do equipamento de mobiliário de escritório). Esta escolha deveu-se a dois fatores principais, por um lado, foi possível utilizar combinações e encaixes entre as uniões e perfis especificamente para este tipo de produto, de forma a potenciar e explorar várias soluções (tipicamente utilizadas nestas tipologias) utilizando apenas o sistema construtivo. Por outro lado, o fato de se tratar de um equipamento com dimensões adequadas (quando, por exemplo, comparado com o desenvolvimento de uma estrutura espacial) tornava-se uma vantagem pois para além das simulações feitas através da modelação 3D seria possível a impressão das uniões e encaixe de perfis de forma a materializar um primeiro protótipo físico da solução idealizada.



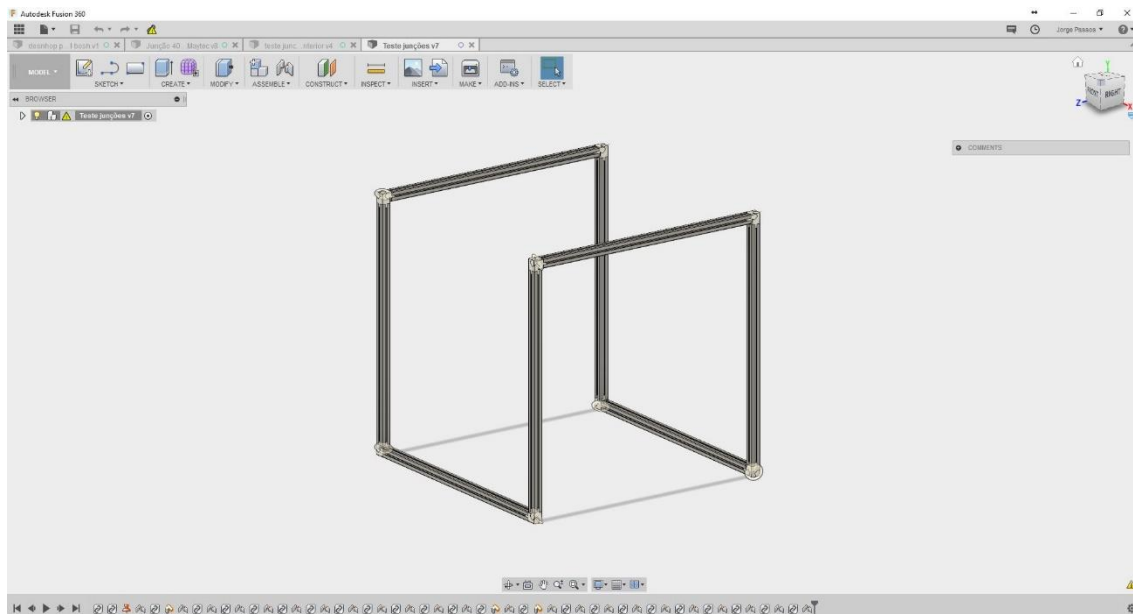


Figura 48: Primeira hipótese estrutural para uma mesa de trabalho, utilizando o sistema construtivo desenvolvido. Imagem: Jorge Passos

Como se pode verificar pela figura 48, a primeira hipótese estrutural para a mesa de trabalho baseou-se na idealização de uma estrutura básica, que pudesse ser utilizada na materialização e conceção de uma mesa de trabalho. O objetivo desta estrutura passava por encontrar problemas adjacentes ao sistema construtivo utilizado, neste caso específico, pretendia-se explorar os vários eixos construtivos que pudessem ser utilizados na estrutura da mesa conforme as necessidades. É precisamente durante este momento em que se apercebe que o sistema de união, apesar das capacidades construtivas básicas, necessitava de mais eixos construtivos. Esta necessidade surge durante a fase de modelação, onde, no momento em que se pretendia acrescentar outros suportes e elementos estruturais na estrutura da figura 48 se sentiu a falta de capacidade destas uniões em originar mais do que 2 eixos com a mesma união.

As vantagens em utilizar o sistema CAD nesta fase do processo eram algumas, em primeiro lugar, não havendo necessidade de materializar as uniões e/ou os perfis as experimentações eram muito mais sustentáveis. Por outro lado, ainda no ambiente computacional do Autodesk Fusion 360, a partir do momento em que se sentia a necessidade de re-projetar o sistema estas reformulações poderiam ser feitas e testadas imediatamente.

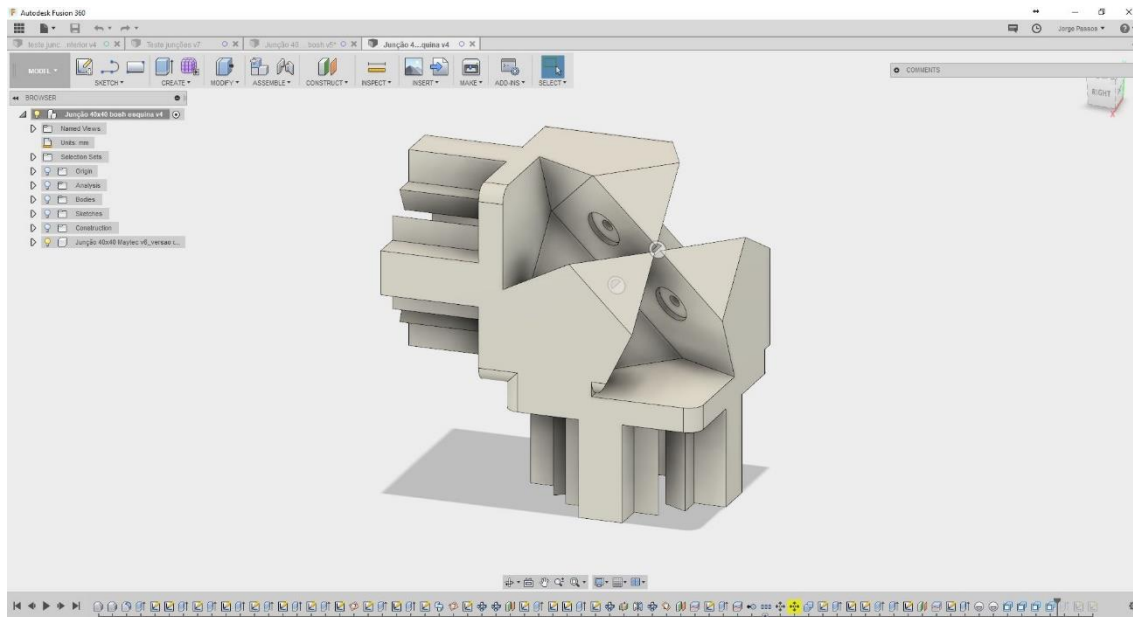


Figura 49: Adaptação do sistema de união, aplicando mais um eixo construtivo. Imagem: Jorge Passos

Neste momento as reformulações efetuadas ao sistema de união já eram feitas partindo do princípio que o processo de impressão 3D era uma hipótese. Assim, havia mais liberdade em criar mais do que uma peça para o sistema construtivo, em termos produtivos isto tornava-se uma vantagem de projeto, originando soluções ótimas que poderiam ser rapidamente executadas e testadas.

Desta forma, e como se verifica na figura 49, utilizou-se o mesmo tipo de geometria da união inicial, de forma a não perder as capacidades construtivas do mesmo, apenas acrescentando mais um eixo que iria permitir até um máximo de 4 orientações unindo duas peças idênticas.

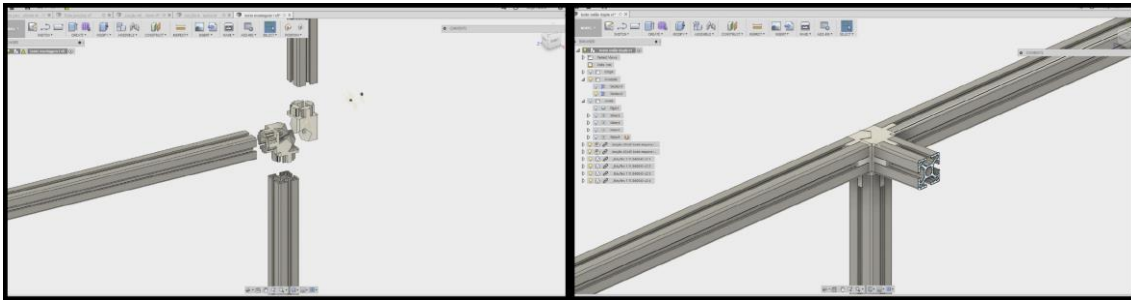


Figura 50: Da esquerda para a direita: Hipótese construtiva utilizando uma união com 1 eixo e uma união com 2 eixos. Hipótese construtiva utilizando duas uniões com 2 eixos. Imagem: Jorge Passos

Para além disso, o fato de se ter mantido as mesmas características geométricas da união, possibilitava o emparelhamento de uma peça de 2 eixos com uma peça de apenas 1 eixo (figura 50). Esta característica era importante na medida em que, conforme as necessidades construtivas, permitia uma maior gestão do sistema construtivo não havendo eixos por utilizar quando não houvesse essa necessidade.

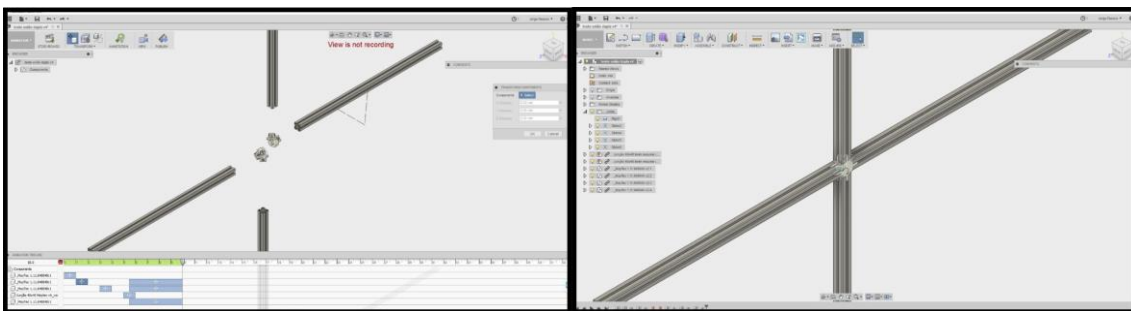


Figura 51: Imagem referente à fase de experimentação das hipóteses construtivas do sistema de união com 2 eixos. Imagem: Jorge Passos

Após a reformulação da peça de união e algumas experimentações, optou-se por voltar a testar outras hipóteses construtivas para validar de forma final que o sistema respondia a todas as necessidades de projeto. Assim, e como se verifica na figura 51, testou-se uma solução em cruz, onde se evidenciam os 4 eixos possíveis através da união das peças.

A fase seguinte à experimentação focou-se na idealização de uma nova hipótese construtiva para a estrutura da mesa de trabalho, como se verifica na figura 52 as alterações efetuadas no sistema construtivo já se refletem na simplicidade e facilidade em desenvolver estruturas para este tipo de produto de

forma mais eficaz e sustentável. Este momento serviu também para revalidar o bom funcionamento do sistema construtivo após as alterações, quando aplicado no desenvolvimento de um primeiro protótipo de teste.

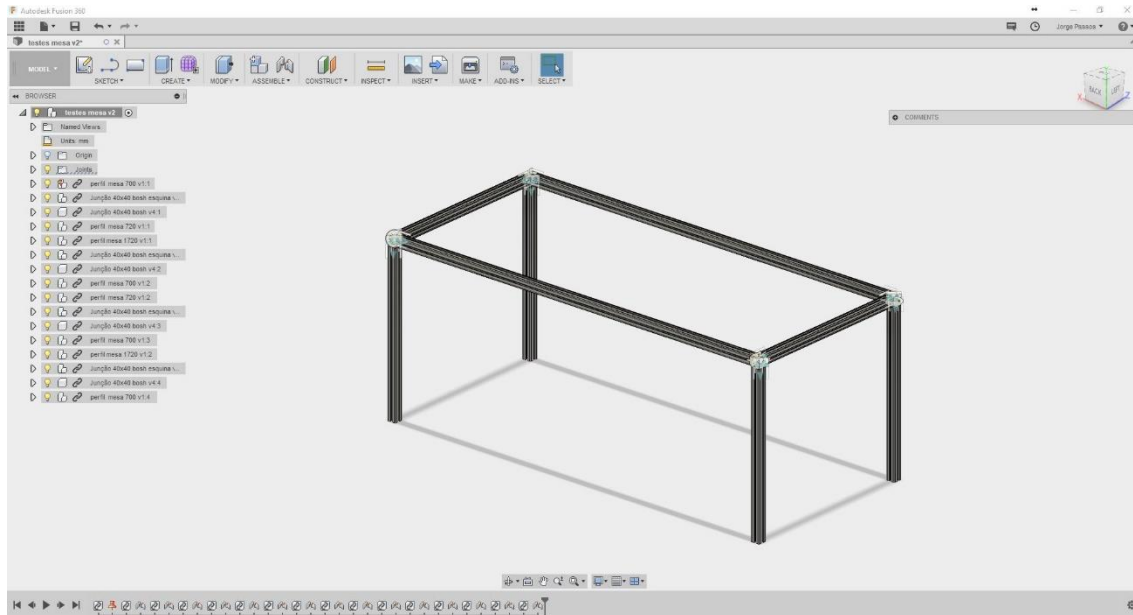


Figura 52: Segunda hipótese construtiva para a estrutura de uma mesa de trabalho utilizando a solução de várias uniões com 2 eixos. Imagem: Jorge Passos

À semelhança do que aconteceu em fases anteriores no processo de desenvolvimento do projeto, o objetivo seria passar do ambiente de modelação 3D para um ambiente físico, onde se pretendia materializar todas as uniões necessárias através da impressão 3D, contudo, relativamente aos perfis, até por uma questão de dimensões, a sua impressão não se justificava. Nesse sentido, aproveita-se a ferramenta CAD para contabilizar a quantidade de perfis necessários bem como as suas dimensões para avançar com um pedido de orçamentação. Para este pedido foi elaborado um desenho técnico (figura 53) da hipótese construtiva referente à figura 52 que continha toda a informação necessária para a empresa fornecedora.

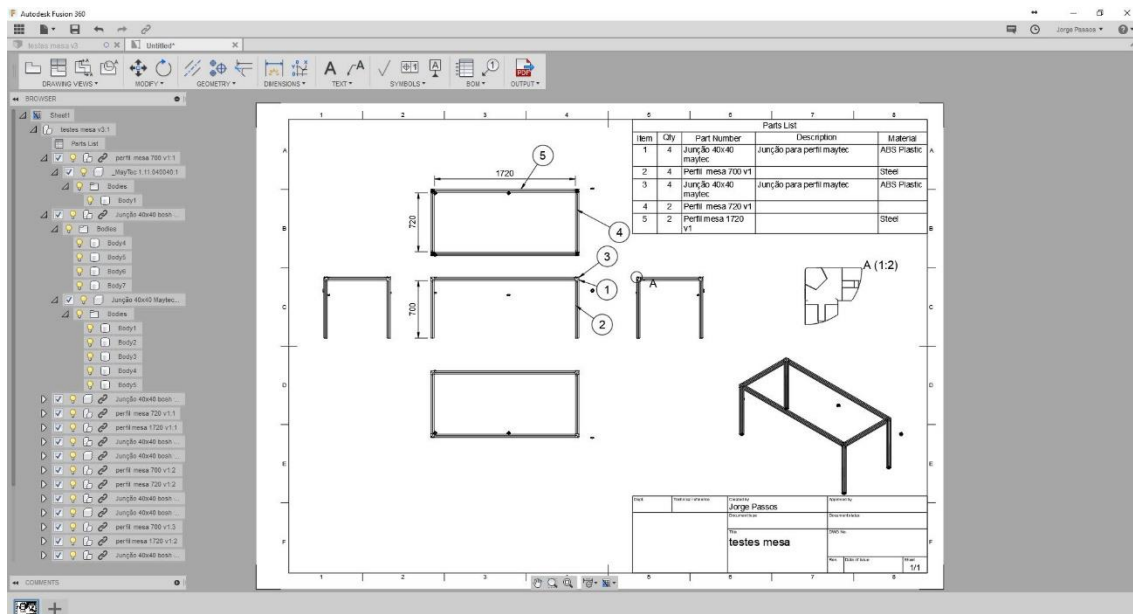


Figura 53: Desenho técnico referente às quantidades e medidas de perfis da mesa de trabalho.  
Imagem: Jorge Passos

Por uma questão de logística, no momento em que é feito o pedido dos perfis de acordo com o desenho técnico elaborado, a empresa contactada não é capaz de fornecer os perfis MAYTEC. Assim, tendo em conta os timings de projeto definidos, é considerada a opção em contactar a empresa representante dos perfis BOSCH de forma a avançar com a materialização da primeira montagem da maquete. Após este contacto a BOSCH direciona para um dos seus representantes oficiais, a empresa Equinotec. De qualquer das formas, o desenho técnico tornou-se útil na medida em que foi utilizado para contabilizar a quantidade de perfis e as suas dimensões, sendo apenas alterado o perfil.

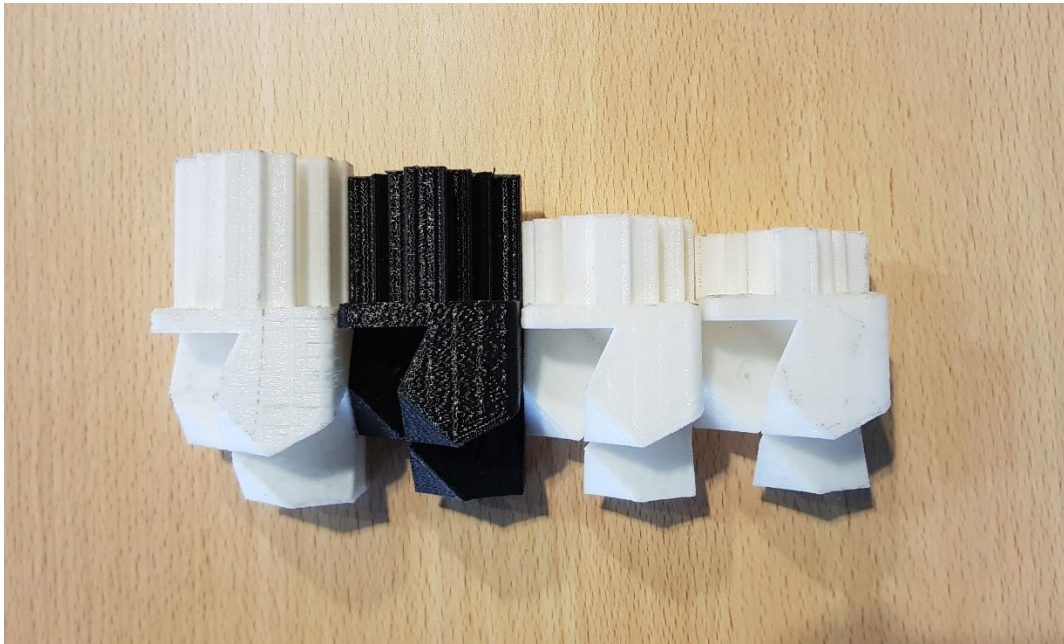


Figura 54: Várias adaptações feitas às uniões com o objetivo de definir o comprimento ideal para o encaixe com o perfil (em termos de estabilidade estrutural). Imagem: Jorge Passos

A necessidade em utilizar o perfil BOSCH, que se tratava da escolha inicial de projeto, obrigou a uma adaptação formal às uniões de forma a tornar a montagem exequível. Esta alteração é feita, prosseguindo com a sua modelação e impressão 3D. Para esta fase, que consistia na verificação final deste tipo de sistema construtivo, pretendia-se validar a facilidade de montagem bem com os problemas inerentes à mesma, também, a estabilidade e consistência geral da estrutura visto que era a primeira vez que se utilizavam as uniões (impressas em 3D já como hipótese produtiva) com perfis de forma física. Tendo estes aspetos em consideração foram feitas algumas adaptações às uniões, nomeadamente nos vários comprimentos definidos no sistema de encaixe com o perfil (figura 54) onde se pretendia verificar os comportamentos estruturais conforme os tipos de encaixe e se efetivamente esta alteração se iria refletir em melhoramentos evidentes.





Figura 55: Primeiras verificações do funcionamento do sistema de união com os perfis utilizando uma estrutura básica. Imagem: Jorge Passos

Como se verifica pela figura 55, estas verificações referentes ao comportamento dos perfis com uniões com encaixes mais ou menos compridos foi feita através da montagem de uma estrutura quadrangular fechada muito simples. O objetivo passava por perceber de forma rápida e comparativa (entre as várias uniões) a influência ou não destas adaptações com as características estruturais do protótipo experimental. Após estas experimentações concluiu-se que em nenhum momento se comprovou qualquer tipo de melhoramento utilizando um outro comprimento no encaixe dos perfis, pelo menos em termos de estabilidade e consistência estrutural. Esta verificação serviu para validar que as geometrias e as forças exercidas entre os perfis e as uniões funcionaram como desejado.



Figura 56: Imagens referentes à montagem da hipótese estrutural final da mesa (primeiro protótipo). Imagem: Jorge Passos

Com todas as verificações validadas o presente momento finalizou com a montagem da hipótese estrutural para uma mesa de trabalho e forma de protótipo experimental. Com esta montagem pretendeu-se perceber o funcionamento de todo o sistema construtivo utilizando já perfis de fábrica com as uniões impressas em 3D. A montagem correu como esperado, onde todos os perfis encaixaram de forma natural nas uniões, que por sua vez trabalharam bastante bem entre si, possibilitando originar todas as orientações necessárias para a materialização do protótipo. Em termos estruturais, e pelo fato das peças impressas utilizadas terem sido materializadas com PLA, a estabilidade e consistência não foram as melhores, assim sendo, em fases posteriores durante o processo surgiu a necessidade em voltar a testar o sistema utilizando já materiais mais responsivos (mecanicamente falando) como por exemplo o ABS.

#### **4.2.4 Conclusões intermédias**

Após toda a fase de aplicação prática de projeto foi possível concluir alguns aspetos pertinentes relativamente aos objetivos que se pretendiam alcançar com a implementação do processo e metodologia utilizados. Assim, fazendo uma análise evolutiva do projeto, que se foi manifestando através de momentos chave, devem ser destacados algumas conclusões importantes:

Relativamente ao primeiro momento foi possível concluir que os testes, experimentações e manipulações virtuais através da modelação 3D das uniões japonesas utilizadas como referência foram cruciais. Principalmente, porque permitiram uma análise mais detalhada de soluções onde apenas existiam imagens representativas, e nesse sentido, a possibilidade de recriar estas uniões através do CAD permitiu que a investigação avançasse.

No segundo momento conclui-se que, a análise de sistemas construtivos similares ao que se pretendia desenvolver se tornou necessário, no sentido em que foi possível perceber as necessidades e exigências de mercado e tipos de resposta a implementar numa solução deste tipo.



O terceiro momento permitiu findar que de fato as capacidades interpretativas do CAD são essenciais em projetos que se tornam cada vez mais complexos. Após a percepção de que a impressão 3D se poderia tornar numa solução produtiva final o software utilizado permitiu executar alguns testes nesse sentido. Mais ainda, permitiu obter respostas mecânicas acerca de materiais que não estavam disponíveis, como foi o caso do teste a uma possível união materializada em ABS. Para além disso, este momento evidenciou as vantagens em poder aceder a catálogos de empresas, configuráveis conforme as necessidades, não só pela rapidez com que se acedeu aos perfis já em bloco 3D, mas também pela possibilidade de analisar estas soluções de forma mais vasta e detalhada.

Finalmente, o quarto momento demonstrou que as ferramentas CAD são essenciais, nomeadamente na fase de modelação e montagem virtual, mas, mais importante, na capacidade e forma como ocorrem as reformulações permitindo um melhor acompanhamento aos avanços e recuos de projeto. A fase de montagem física foi importante para perceber alguns aspetos, nomeadamente na forma simples e intuitiva em que ocorreu a mesma, indo de encontro ao que se pretendia. De salientar que os desenhos técnicos enviados na fase de orçamentação e encomenda para as empresas fornecedoras resultaram na perfeição, sendo que durante a fase de montagem nada falhou, quer em termos de quantidades de perfil ou nas suas dimensões.

Em suma, pode concluir-se que o Autodesk Fusion 360, enquanto ferramenta CAD auxiliar de projeto, contribui de forma positiva para todas as fases do projeto, quer na fase de modelação, manipulação, acompanhamento, comunicação e validação.

## 5 VALIDAÇÃO DO PROJETO

### 5.1 WORKSHOP

Após o processo referente ao desenvolvimento do sistema construtivo, que se baseou na conceção e materialização de um sistema de uniões a integrar juntamente com perfis, surgiu a necessidade em validar o projeto desenvolvido até ao momento. Esta validação era importante para se poder verificar as valências do projeto quando inserido num contexto empresarial, onde interessava perceber as capacidades de implementação do sistema em condições mais exigentes, mais concretamente, na utilização do mesmo para a materialização de propostas finais no âmbito do mobiliário de escritório.

Desta forma, deve ser destacado um marco importante, que conferiu a oportunidade em proporcionar esta validação de projeto da melhor forma possível. Este momento refere-se ao evento ALUMNI DP, um encontro entre alunos e ex-alunos do curso de Design do Produto do IPVC, que era constituído por uma série de atividades, nas quais foi contemplado um Workshop. A propósito do evento Liliana Soares refere que “Por um lado, este reconhecimento é importante e sinónimo de confiança para os alunos de Design que, numa época de incertezas, veem, muitos vezes, os seus sonhos dissiparem-se na complexidade e na contradição do nosso tempo. Por outro lado, o regresso a casa de ex-alunos que alcançaram etapas necessárias no seu percurso profissional como designers, revela-se uma ocasião para celebrar o Design enquanto disciplina estratégica, sustentável, criativa e com responsabilidade social”.<sup>20</sup>

Surge assim o convite <sup>21</sup>, relativamente ao workshop, por parte da coordenação do curso, para se ministrar um workshop no dia 24 de Maio de 2017. O workshop em questão deveria envolver vários participantes, nomeadamente, representantes da empresa Cadeinor, docentes do curso de Design do Produto

---

<sup>20</sup> Fonte: <http://radioaltominho.pt/noticias/1o-encontro-de-alunos-e-ex-alunos-de-design-do-produto-do-ipvc-acontece-dias-24-e-25-de-maio/> - acedido a 24/08/2017

<sup>21</sup> O convite, realizado através de e-mail, poderá ser visto em detalhe no anexo 8.3

e Alunos dos 1º e 2º anos do curso de Design do Produto. O objetivo do workshop consistia no reconhecimento do presente trabalho de investigação, propondo partilhar o sistema construtivo desenvolvido bem como na troca das metodologias utilizadas ao longo da dissertação de mestrado, mais concretamente no que diz respeito às ferramentas CAD.



Figura 57: Cartaz oficial do evento ALUMNI DP (2017), desenvolvido pelo aluno de Design do Produto, Carlos Melo. Imagem: Carlos Melo

## **5.1.1 TSUKENE: simbiose entre academia e indústria – o sistema de produto aplicado no âmbito do equipamento de escritório (iniciação ao Autodesk Fusion 360)**

### **5.1.1.1 As conexões entre a academia e o setor empresarial**

Na definição da temática para o Workshop “Tsukene” surge a necessidade em estabelecer algumas relações importantes, nomeadamente na relação existente com o setor empresarial. Nesse sentido contou-se com a participação da empresa sediada em Fafe, a Cadeinor<sup>22</sup>, empresa que atua no âmbito do mobiliário de escritório integrado. Esta conexão foi estabelecida pelo facto de dois ex-alunos atuarem como designers nos quadros da empresa, mais especificamente, os designers João Teixeira e Roberto Alves. Para além disso, deve ser destacada a importância que a Cadeinor representa para o setor, que se tornou uma mais valia para o workshop visto que se pretendia potenciar de forma exploratória as capacidades do sistema construtivo desenvolvido durante a investigação. Nesse sentido, partia-se do princípio que, a experiência de mercado da empresa neste tipo de produtos era essencial para testar ao limite o sistema construtivo. Os designers e ex-alunos da Licenciatura de Design do Produto e Mestrado em Design Integrado do IPVC iriam cooperar no evento na medida em que estavam responsáveis por validar as hipóteses desenvolvidas, dando inputs aos alunos para a idealização das mesmas, contribuindo com os seus conhecimentos no âmbito do mobiliário de escritório.

Por outro lado, de um ponto de vista académico, refere-se a partilha de um projeto proveniente de uma investigação de Mestrado em Design Integrado na medida em que este é cedido para que possa ser validado relacionando o setor empresarial com os alunos do 1º e 2º ano da licenciatura de Design do Produto. Para além das vantagens em partilhar o projeto, ao invés de o preservar em

---

<sup>22</sup> “Como muitas histórias de sucesso, a CADEINOR iniciou a sua atividade em Setembro de 1996, numas instalações de 50m<sup>2</sup>. A empresa posiciona-se no mercado com uma forte vantagem competitiva: aposta na flexibilidade de resposta a um leque alargado de produtos de especificações próprias e com prazos de entrega curtos.” Fonte: <http://www.cadeinor.com/empresa/sobre-a-cadeinor> - acedido a 22/07/2017

segredo, foi possível proporcionar uma série de dinâmicas interessantes para os alunos. Em primeiro lugar pela aproximação dos mesmos com a indústria e setor empresarial, ideal para ficarem com uma noção das necessidades reais das empresas atualmente. Em segundo lugar, pela introdução a um software CAD que pudesse garantir o acompanhamento, desenvolvimento e comunicação de projeto, mais especificamente o Autodesk Fusion 360, ferramenta utilizada pela empresa Cadeinor, mas, também utilizada na presente investigação. Esta primeira experiência dos alunos com uma ferramenta computacional deste tipo tinha como principal objetivo transmitir as vantagens e partilha e comunicação das ideias de projeto.

De resto, interessa referir que o Workshop seria dividido em momentos chave, onde o objetivo geral seria despontar dinâmicas e metodologias de projeto utilizando software CAD, conectando os alunos de 1º e 2º ano (como interpretes do sistema construtivo), com a empresa Cadeinor (responsável pela validação das propostas geradas) e o projeto da presente investigação (cedendo o conceito construtivo do sistema de união).

#### **5.1.1.2 Briefing de projeto para o Workshop “Tsukene”**

Nos atuais mercados exigentes, que se caracterizam pelos riscos competitivos e pelas constantes disputas de preços, o designer deve procurar a diferenciação, utilizando a ferramenta do design como driver de inovação. Segundo nos diz Liliana Soares (2015), “Partindo das características da empresa, a academia pode potenciar novos cenários de negócio, contribuindo para a sua sobrevivência no mercado e, eventualmente, para a sua competitividade.” Assim sendo, esta conjugação de esforços entre o contexto empresarial e o académico que se irá criar no desenrolar do Workshop “TSUKENE”, poderá ser realmente eficaz na validação de dois aspetos essenciais:

- O Autodesk Fusion 360 como ferramenta de trabalho no desenvolvimento e gestão de projetos ao nível empresarial;

- No despontar de novas soluções ou novas tipologias para o espaço de trabalho, oriundas de uma nova metodologia de trabalho.

Desta maneira, e como forma de agilizar todo o processo, optou-se por uma desconstrução do problema através da apropriação do conceito de pattern-language (ALEXANDER, 1977) como forma de encontrar o núcleo do problema de forma rápida e eficaz. Assim sendo, parte-se para o estudo da solução, prevendo as seguintes patterns que serão distribuídas e desenvolvidas por cada grupo:

- Pattern 1 - Iluminação
- Pattern 2 – Mesa De Trabalho
- Pattern 3 – Sentar
- Pattern 4 – Arrumos
- Pattern 5 – Isolamento

#### **Arrumos:**

- Ter em conta a grande diversidade de objetos de trabalho e acessórios pessoais;
- Pode envolver vários tipos de arrumos, como por exemplo, gavetas, prateleiras, etc.

#### **Iluminação**

- Deve ser colocada por cima da zona de trabalho;
- A alimentação deve ser conduzida pelo interior do perfil.

## **Isolamento**

- Separador/divisória que permita oferecer um ambiente de privacidade ao utilizador;
- Ter em atenção a escolha dos materiais, estes devem ter características acústicas.

## **Mesa de trabalho**

- Posto de trabalho para uma pessoa;
- Ter em conta as capacidades de embalagem para exportação, o peso, os custos e os processos de produção;
- A mesa deverá ter uma altura de 750 mm e uma profundidade de 800 mm.

## **Sentar**

- Confortável e adaptável a várias posições;
- Altura entre 400 e 450 mm e uma profundidade entre 450 e 500 mm.

### **5.1.1.3 Dinâmicas do workshop: Evolução cronológica**

#### **5.1.1.3.1 Momento 1: Apresentação de objetivos aos alunos**

O primeiro momento do workshop consistiu numa primeira apresentação aos alunos, transmitindo os objetivos que se pretendiam com o evento. Da mesma forma foram feitas todas as apresentações necessárias, relativamente às entidades presentes como é o caso dos representantes da empresa Cadeinor, os designers João Teixeira e Roberto Alves.



Figura 58: Apresentação aos alunos relativamente aos objetivos do workshop. Imagem: GCI-IPVC

Durante a apresentação foi ainda apresentado o sistema construtivo desenvolvido durante a presente investigação de Mestrado em Design Integrado, comunicando as capacidades do sistema. Por outro lado, os designers da Cadeinor, aproveitaram para dar algum feedback acerca do trabalho desenvolvido na empresa, bem como, alguns inputs das vantagens em utilizar sistemas deste tipo no desenvolvimento de propostas para o âmbito do mobiliário de escritório.



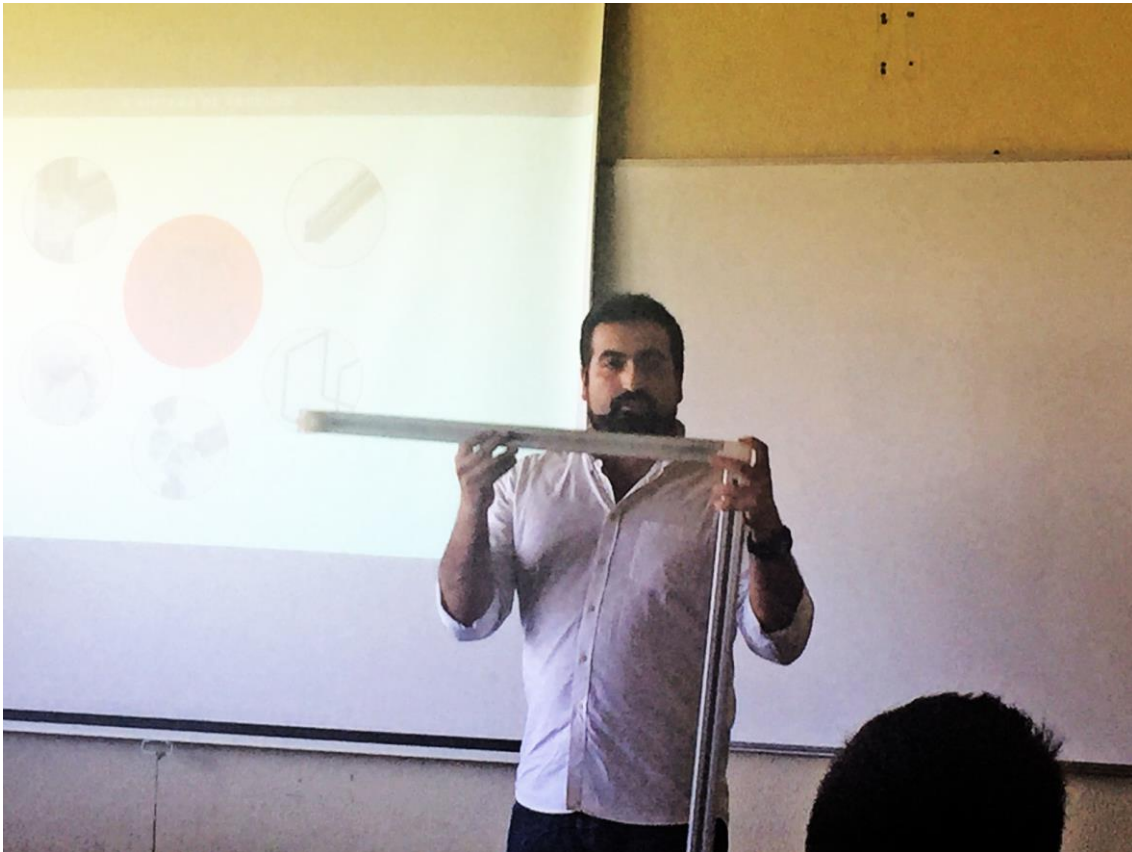


Figura 59: Jorge Passos demonstra o funcionamento do sistema construtivo desenvolvido.  
Imagem: Ermanno Aparo

Houve ainda tempo para algumas demonstrações (figura 59) do funcionamento do sistema construtivo. Para isso foram utilizadas algumas peças de união impressas em 3D e dois perfis BOSCH para exemplificar e explicar de forma mais detalhada aos alunos o comportamento destas peças. Este momento foi crucial no sentido em que se tornava necessário apresentar o sistema aos alunos de forma a que estes pudessem relacionar-se com o mesmo, visto que deveriam desenvolver propostas construtivas a partir deste sistema.

Da mesma forma, à medida que se iam explicando os objetivos para o workshop, também se fez uma primeira introdução ao software que iria ser utilizado (Autodesk Fusion 360) demonstrando quais as suas capacidades, não só em termos de modelação, mas também para testes mecânicos, partilha de informação, desenhos técnicos, etc. Por uma questão estratégica daquilo que se pretendia verificar através do workshop foi dito aos alunos que se iam explorar, maioritariamente, duas ferramentas do software. A primeira relacionava-se com a rede de partilha de projeto e colaboração em equipa, a segunda, e tendo em

consistia na utilização das bibliotecas/catálogos de componentes do próprio software.

#### 5.1.1.3.2 Momento 2: Desenvolvimento de conceitos

O segundo momento do workshop definiu-se pela fase de elaboração de conceitos de acordo com o briefing disponibilizado aos participantes. Logo após a apresentação em PowerPoint dos conteúdos e objetivos pretendidos para o workshop foram estabelecidos os grupos/equipas que iriam ficar responsáveis por cada uma das patterns constituintes do produto a desenvolver.

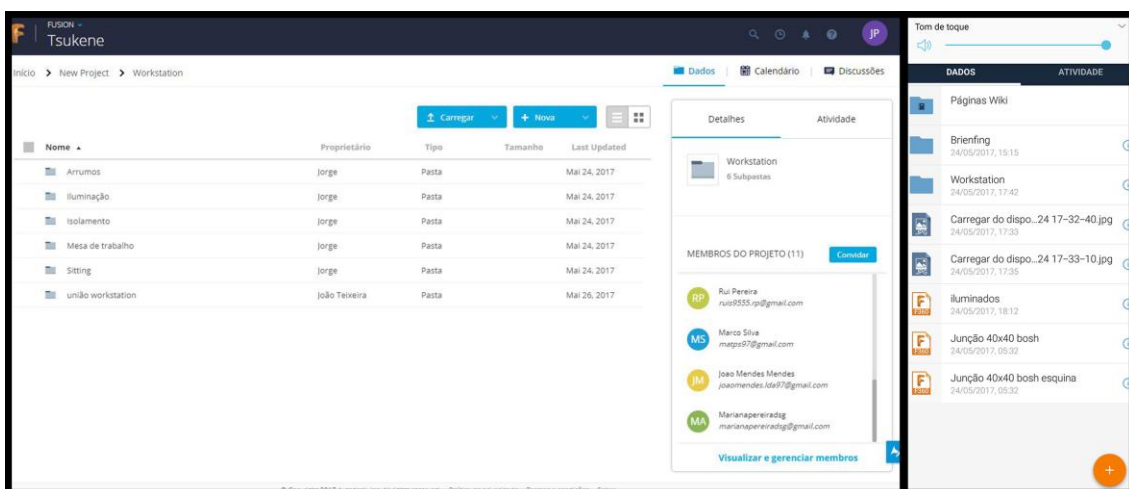


Figura 60: Organização de todas as patterns constituintes do produto final a desenvolver pelos participantes. Informação disponibilizada no próprio software (Desktop e Mobile). Imagem: Jorge Passos

Na constituição dos grupos referentes a cada pattern de projeto foram primeiro selecionados os líderes de projeto para cada pattern, com o objetivo destes se tornarem os responsáveis pela parte de modelação 3D das hipóteses geradas por cada grupo. A atribuição de líderes de projeto foi essencial para potenciar ao máximo o momento de aprendizagem do software, onde depois cada representante teria a função de transmitir aos restantes colegas os inputs apreendidos.



Figura 61: Participantes manipulam fisicamente as uniões juntamente com os perfis. Imagem: GCI-IPVC

Logo após a definição de todos os grupos responsáveis por cada pattern foram distribuídas algumas uniões impressas em 3D aos participantes juntamente com perfis, para que estes pudessem assimilar o funcionamento do sistema construtivo de forma a potenciar a elaboração de conceitos (figura 60).

Para melhor gerir os timings do workshop, à medida que os líderes de projeto se iam familiarizando com o software, através da ajuda dos colaboradores, os restantes elementos de grupo iam desenvolvendo os conceitos para as suas ideias de projeto através de desenhos, imagens, fotografias e outros recursos rápidos, contando com o feedback dos dois representantes da empresa Cadeinor (figura 62).

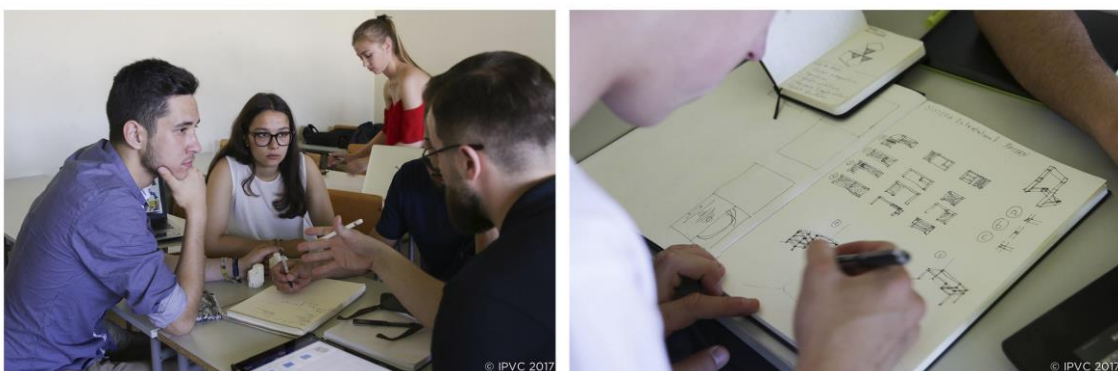


Figura 62: Participantes do workshop iniciam a fase de desenvolvimento de conceitos com o apoio dos representantes da empresa Cadeinor. Imagem: GCI-IPVC

Durante a fase de gestação de conceitos, e até porque fazia parte de um dos objetivos das dinâmicas que se pretendiam para o workshop, foi pedido aos participantes para começarem a utilizar o software para partilharem as suas

propostas na rede do Autodesk Fusion 360. Assim sendo, e como se verifica na figura 61, à medida que os alunos iam registando algumas ideias, quer através de esboços ou fotografias, colocavam estes avanços e projeto nas pastas respectivas a cada pattern.



Figura 63: Participantes interagem com a aplicação móvel do software Autodesk Fusion 360 fazendo upload dos avanços de projeto. Imagem: GCI-IPVC

Até ao momento o feedback do workshop era excelente, verificando-se a rápida adaptação de todos os participantes do mesmo, já com uma certa autonomia e preocupação em utilizar a ferramenta CAD para comunicarem ideias entre si. Assim, e de forma natural, a atividade na rede criada para o projeto a desenvolver durante o workshop começa a ganhar forma como se verifica na figura 63.

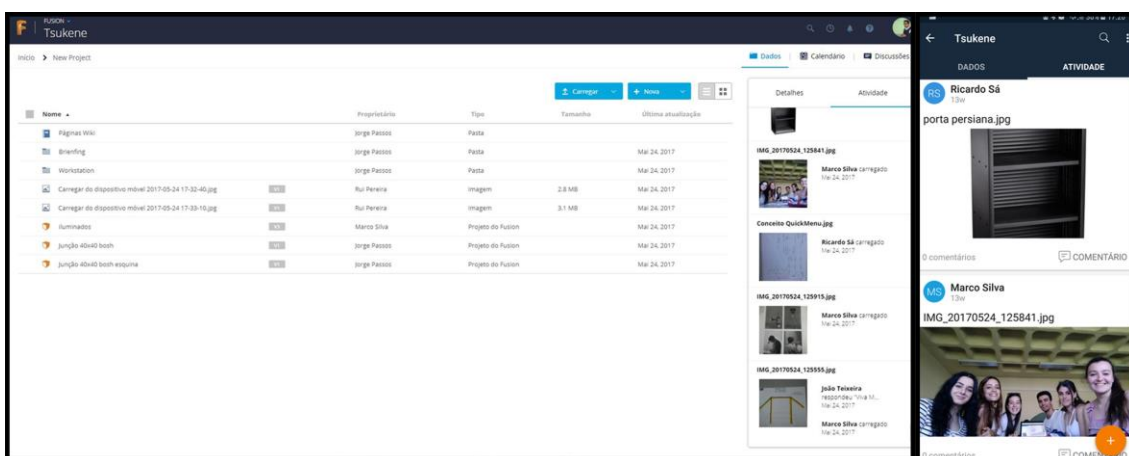


Figura 64: Imagem representativa da atividade de cada grupo com o software Autodesk Fusion 360. Imagem: Jorge Passos



#### 5.1.1.3.3 Momento 3: Validação de conceito final com modelação 3D de propostas

Depois do desenvolvimento dos vários conceitos relativos a cada pattern de projeto, e a sua respetiva partilha na rede criada para o workshop utilizando o software Autodesk Fusion 360, que decorreu na parte da manhã, a parte da tarde focou-se em dois momentos essenciais. O primeiro que consistiu na validação das ideias desenvolvidas pelos participantes, onde o objetivo era escolher a mais satisfatória, e um segundo que consistiu na modelação 3D dessa mesma proposta validada.

Relativamente ao primeiro momento, e de forma a potenciar a comunicação de projeto e validação do mesmo através do software, importa referir que os responsáveis pela validação das propostas (designers da empresa Cadeinor) estavam alocados numa sala distinta dos participantes. Assim à medida que os alunos iam fazendo o upload de todas as propostas geradas durante o 2º momento do workshop, os representantes da Cadeinor iam validando quais as propostas com mais potencial em termos de conceito e que deveriam ser modeladas tridimensionalmente utilizando o Fusion 360.



Figura 65: Os designers João Teixeira e Roberto Alves, na fase de validação das ideias de projeto. Imagem: Carlos Melo

A forma como ocorreram as validações foi bastante prática e direta, isto é, à medida que os grupos iam colocando as propostas, os representantes da empresa iam deixando alguns comentários, por vezes com imagens ilustrativas daquilo que pretendiam retificar ou melhorar em cada proposta, com o objetivo destas alterações serem já implementadas numa fase de modelação 3D. Nesta fase tirou-se partido das capacidades comunicativas do Fusion 360, na medida em que foi possível identificar os participantes e criar links que criavam relações entre várias propostas (imagens, desenhos, fotografias) de forma a melhorar a forma como se sucedeu este feedback.

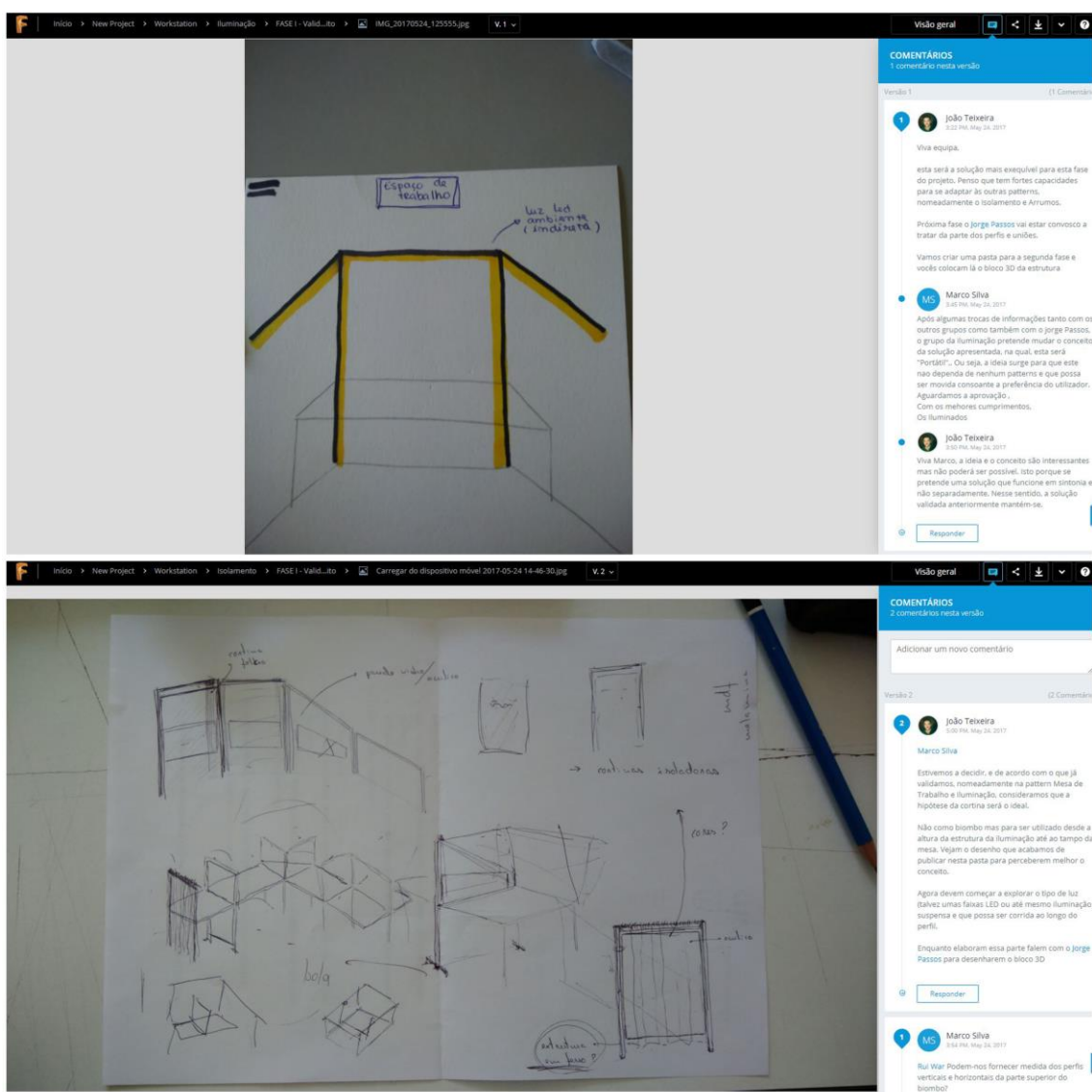


Figura 66: Exemplo representativo da fase de validação em ambiente virtual, onde se verifica a comunicação dos participantes com os designers da Cadeinor. Imagem: Jorge Passos

Após todas as validações os grupos avançaram com a parte de modelação. Neste momento era importante gerir não só os timings do workshop como também fazer uma gestão estratégica das capacidades de modelação dos participantes. Assim foi utilizado um processo de modelação que se baseou na montagem das propostas tirando partido das ferramentas do CAD Fusion 360. Por um lado, foi garantido um acesso rápido aos participantes (na pasta do workshop) onde poderiam utilizar o bloco 3D das uniões, sem a necessidade de as modelarem. Por outro lado, utilizou-se o catalogo de perfis da extensão do Fusion 360 “Parts4CAD” onde os alunos apenas teriam que especificar as dimensões do perfil. Resumindo, a modelação baseou-se numa montagem rápida das propostas utilizando assemblagens entre os dois componentes e fazendo apenas modelações 3D muito básicas caso fosse necessário.

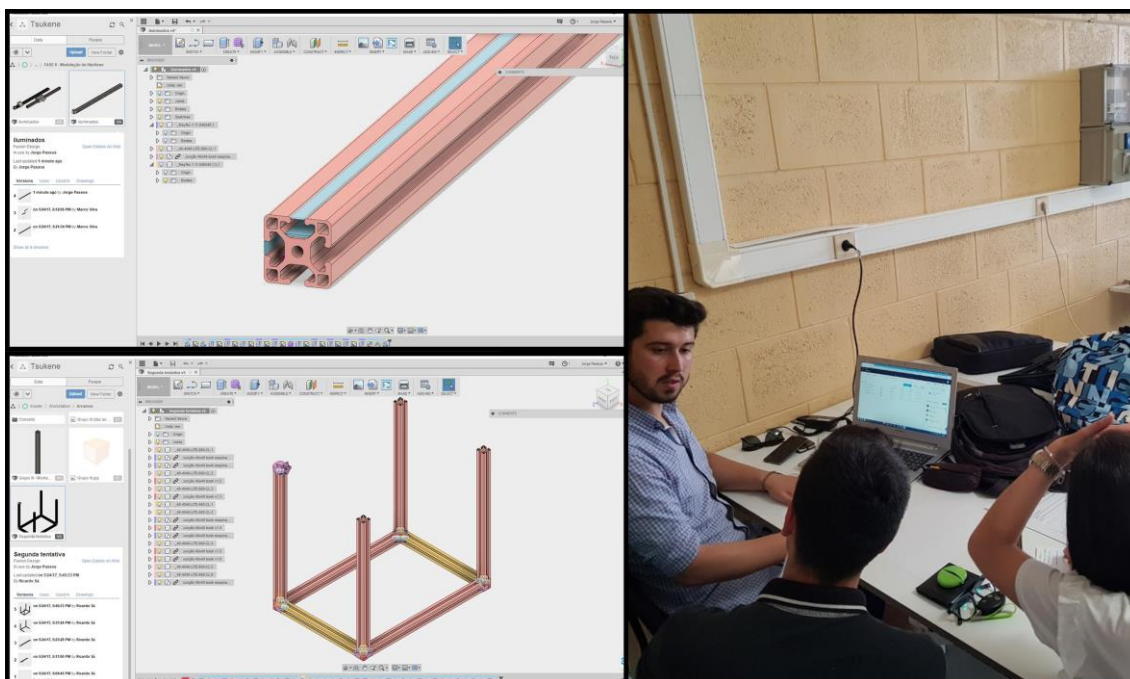


Figura 67: Da esquerda para a direita: Modelação dos conceitos finais utilizando o Autodesk Fusion 360. Grupo de trabalho relativo a uma das patterns durante o processo de modelação 3D da respetiva proposta. Imagem: Jorge Passos

De referir que durante esta fase de modelação os participantes tiveram acesso ao equipamento HelloBEEprusa, caso surgisse a necessidade de impressão 3D para verificarem fisicamente algumas das soluções elaboradas.

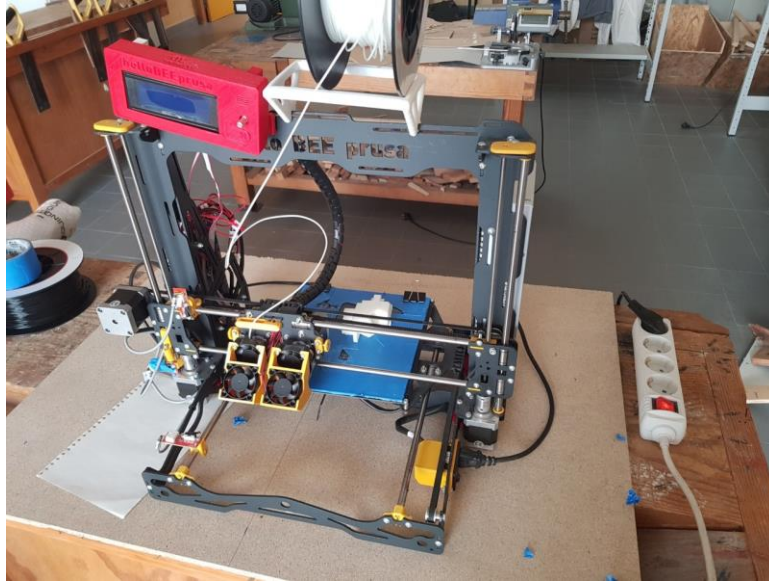


Figura 68: HelloBEEprusa, equipamento disponibilizado aos participantes, caso surgisse a necessidade de impressão de alguma solução elaborada. Imagem: Jorge Passos

#### 5.1.1.3.4 Momento 4: Ligação das patterns para a modelação da Workstation

Finalmente, o 4º momento foi marcado pelo relacionamento das partes desenvolvidas e modeladas até ao momento, com o objetivo de formular uma hipótese final para a Workstation definida inicialmente no briefing de projeto. Durante este momento foram feitas algumas adaptações ao cronograma do workshop de forma a agilizar da melhor maneira a execução desta parte. Nesse sentido, os líderes de projeto foram convocados como representantes de cada pattern para proporcionar um melhor relacionamento das partes.

Todo o processo de ligação das patterns da Workstation foi elaborado pelo designer João Teixeira, onde se pretendia dar forma à Workstation de forma rápida e apenas numa perspetiva conceptual, até porque durante o relacionamento de todas as propostas desenvolvidas poderiam surgir problemas de compatibilidade e execução.

Este momento foi também mais uma excelente oportunidade de aprendizagem para os alunos, onde foi possível verificarem e acompanharem todo este processo construtivo. As dinâmicas geradas com este momento foram muito positivas, onde sempre iam surgindo inputs dos participantes para descodificar a melhor maneira de relacionar todas as patterns, bem como os



ajustes das mesmas, o que só comprovou a rápida compreensão e adaptação do sistema construtivo que utilizaram para desenvolver as propostas.

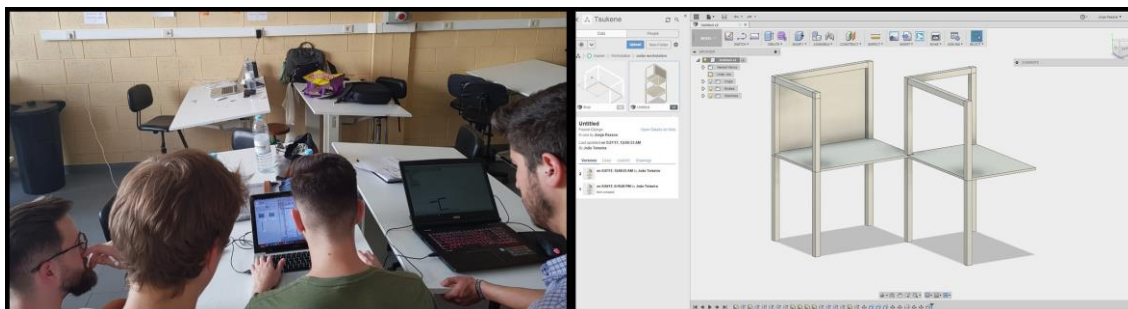


Figura 69: Fase de relacionamento das patterns constituintes da Workstation. Imagem: Jorge Passos

Como se pode verificar através da figura 68, após o processo desta fase final do workshop foi possível criar relações bastante interessantes, não só no que diz respeito à tipologia de produtos para o âmbito a que se destinava esta Workstation, mas sobretudo pelas leituras e utilização inteligentes do sistema de união com os perfis.

## 5.2 Conclusões Intermédias

Tendo em conta os fatores externos que condicionaram algumas fases do workshop, de modo geral, o feedback é bastante positivo. Mais do que, propriamente, a qualidade dos resultados finais das propostas desenvolvidas, o objetivo principal era sem dúvida estimular novas dinâmicas de projeto (utilizando o Autodesk Fusion 360), criar contactos diretos com o setor empresarial, e perceber de um ponto de vista externo à investigação a interpretação feita ao sistema construtivo desenvolvido. Considerando isso, deve ser referenciado que em todos os momentos se verificaram estes inputs durante o workshop.

Naturalmente, sabia-se que os participantes tinham pouca ou nenhuma experiência com este tipo de ferramentas CAD e o tempo de workshop obrigou a adaptações importantes naquilo que deveria ser transmitido. Nesse sentido o Autodesk Fusion 360 foi apresentado pela sua forte vertente de comunicação,

partilha e acompanhamento de projeto. A ideia era dar a conhecer uma ferramenta que pudesse melhorar a experiência do desenvolvimento de projetos de equipa à distância, o que teve de ser simulado, obrigando os participantes a utilizarem este software para comunicarem entre si. Em relação a estas dinâmicas houve bastante receptividade, onde os participantes se adaptaram de forma rápida ao software. Para além disso, e partindo do princípio que o conhecimento em modelação por parte dos alunos era muito pouco foram apresentadas ferramentas de fácil aprendizagem, mas igualmente importantes no desenvolvimento do projeto, nomeadamente no acesso aos catálogos e bibliotecas de blocos 3D de empresas reais através do programa. Isto permitiu uma primeira abordagem ao ambiente tridimensional sem a necessidade de modelação, apenas de montagem e manipulação de componentes. Isso permitiu uma melhor interação inicial com a ferramenta CAD possibilitando a concretização de algo materializável sem grandes recursos, o que foi essencial para motivar e cativar os participantes.

Por outro lado, a cedência do projeto da presente dissertação como ponto de partida para o desenvolvimento de propostas foi essencial para perceber a sua verdadeira capacidade na resolução de problemas reais. Nesse sentido, a conexão da empresa Cadeinor, que representa o âmbito do mobiliário de escritório, com os alunos de 1º e 2º ano de licenciatura de Design do Produto do IPVC, foi excelente para perceber e validar as vantagens e desvantagens da solução construtiva desenvolvida. Esta conexão permitiu ainda o relacionamento de estudantes com profissionais da área do Design, motivando a partilha de conhecimentos.

O programa que estava previsto para o workshop não se verificou na totalidade, principalmente na parte de modelação final da workstation, devido ao tempo reduzido. Contudo, e analisando o feedback dos participantes, os objetivos a que se propôs alcançar este workshop foram validados.<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> Nos anexos 8.4 poderá ler-se o feedback de alguns dos participantes relativamente ao workshop "Tskene", ministrado no dia 24 de Maio de 2017.

## 6 CONCLUSÃO

Este documento é o resultado de um longo processo de investigação, onde se pretendia demonstrar a utilidade das ferramentas CAD enquanto competência para o desenvolvimento de um projeto em Design. Como consequência, o desenvolvimento do projeto proporcionou uma série de conhecimentos assentes no método aberto a que se propôs. Evidentemente que, após um percurso extenso, foi possível obter algumas conclusões, que apenas podem ser compreendidas através da compilação dos momentos que descreveram e acompanharam a evolução da investigação.

Foi possível verificar, através do enquadramento histórico do CAD no contexto ocidental, que estes sistemas computacionais têm ganho cada vez mais espaço nos gabinetes de Design. Denota-se a evolução que os próprios softwares sofreram, fruto da necessidade em auxiliar o desenvolvimento de projetos que se vão tornando cada vez mais complexos, isto pode ser demonstrado, por exemplo, nas capacidades da grande parte dos programas de modelação 3D que estão cada vez menos confinados simplesmente à parte de conceção e visualização virtual dos objetos. Hoje as ferramentas CAD são parte integrante do processo em design durante todas as fases o mesmo, maximizando a leitura e interpretação dos projetos através de uma análise e acompanhamento evolutivo dos mesmos. Sobretudo com o caso de estudo referente à empresa Almadesign, foi possível validar as vantagens de algumas características que os sistemas CAD modernos são capazes de oferecer. Parte-se do princípio que os projetos se tornam cada vez mais multidisciplinares e distribuídos entre o desenvolvimento de produto interno e a produção via outsourcing. Nesse sentido, ter a capacidade de partilhar informações relativas aos projetos através de uma colaboração proporcionada por um software que por sua vez permite alterações e reformulações de todos os intervenientes com registo de histórico é impressionante.

Durante o desenvolvimento da investigação foi interessante verificar que por vezes não é necessário estabelecerem-se novos conceitos ou estudos e mercado para despontar projetos inovadores. Na maior parte dos casos basta

acompanhar o conhecimento e feedback adquiridos de experiências em projetos anteriores. Isso verificou-se com o NmeeTon, onde não só se sentiu a necessidade de maximizar a primeira experiência com CAD no acompanhamento total do desenvolvimento de um projeto, mas também, em melhorar o conceito de um sistema espacial efêmero, fruto dos inputs, interesse, e necessidades das empresas envolvidas.

Durante o processo de análise das soluções construtivas Bosch, foi possível visitar duas empresas do âmbito dos perfis, a ADLA e PerfiViana, qualificadas para a produção e comercialização de perfis estruturais, respetivamente. Estas visitas demonstraram que o trabalho de campo é um dos aspetos mais importantes na determinação de escolhas de projeto, mais especificamente, com estas visitas foi possível ter uma noção da complexidade e tempo inerentes ao desenvolvimento e registo de um perfil, o que descartou a hipótese de um perfil como proposta de projeto. Por outro lado, através do contacto com a empresa fornecedora tornou-se possível perceber os perfis mais convencionais e utilizados em mercado, os preços, tempos de entrega, etc. Este cruzamento de informações, derivado às visitas, permitiu definir uma opção de projeto estratégica, utilizando o conhecimento adquirido para conceber um sistema de união que pudesse ser compatível com o perfil standard com mais índice de comercialização.

A referência às uniões típicas da arquitetura japonesa como ponto de partida para o desenvolvimento de propostas satisfatórias de projeto permitiu comprovar que os produtos inovadores nem sempre surgem do zero, mas antes, através da interpretação e adaptação de soluções existentes, adaptando-as e transpondo-as para novos âmbitos de aplicação e novas realidades.

Relativamente à fase de aplicação do projeto devem ser destacadas todas as vantagens que o Autodesk Fusion 360 conferiu em todos os momentos do projeto, permitindo simplificar as dinâmicas inerentes a um processo de design em aberto a que se propôs a investigação. Refere-se por exemplo a forma como ocorreu grande parte da orientação de dissertação relativamente ao desenvolvimento da proposta de projeto, onde foi partilhada uma pasta que

acompanhava os avanços e recuos do mesmo. Isto permitiu obter um feedback imediato daquilo que se estava a desenvolver, onde foram surgindo comentários e anotações importantes para que o projeto pudesse evoluir. Refere-se também a capacidade de poder testar mecanicamente algumas soluções através de uma simulação virtual, o que garantiu optar por algumas escolhas de projeto em detrimento de outras. De resto, salientar que de modo geral, o software acompanhou todo o desenvolvimento do projeto, e tudo o que ele englobou, desde a parte embrionária até ao momento de materialização.

Como já referido ao longo do documento, a investigação adotou a implementação de um processo de design em aberto, baseado numa metodologia de tentativa/erro e na constante verificação de cada solução formulada. Este tipo de processo foi possível não só no ambiente virtual do sistema CAD, mas também através de sucessivas impressões 3D das uniões. Esta repetição processual foi crucial para descodificar momentos chave relativamente a aspetos diferenciadores do sistema construtivo.

Destaca-se ainda a importância e a forma com que ocorreu o workshop “Tsukene” que permitiu obter um feedback positivo relativamente ao projeto desenvolvido durante a investigação. Por um lado, foi possível verificar a grande receptividade do software introduzido, o que se refletiu nas dinâmicas e inputs durante as fases que constituíram o evento. Por outro lado, verificar a facilidade com que os participantes interagiram com o sistema construtivo, permitindo validar a sua capacidade de adaptação às diferentes necessidades e respetiva aplicação no âmbito do mobiliário de escritório.

Finalmente, para o setor empresarial, esta investigação representa uma nova visão estratégica, sobretudo, para a indústria da construção, no sentido em que se desenvolve um sistema construtivo baseado na união de duas peças e que permite a utilização de perfis standard já existentes no mercado. Isto possibilita a maximização dos perfis, bem como as capacidades construtivas através dos mesmos simplesmente relacionando-os com o sistema de união. Para a disciplina do design, esta investigação pretende demonstrar as vantagens e propostas de valor acrescentado que podem advir da utilização dos sistemas

CAD como ferramentas auxiliares durante todas as fases do projeto. Principalmente, quando se tratam de softwares completos e que permitem um certo nível de colaboração em equipa à distância. Para a academia, a investigação mostrou ser importante por várias razões, sobretudo, pela possibilidade em ministrar um workshop que resultou na conexão dos alunos de licenciatura com o setor empresarial. Proporcionando o desenvolvimento de propostas para o âmbito do mobiliário de escritório que esteve representado pela empresa Cadeinor. Este momento resultou na partilha e troca de experiências entre profissionais, alunos, ex-alunos e docentes. Profissionalmente, evidenciou-se que o CAD tem a capacidade para se tornar mais do que uma simples ferramenta de modelação no processo em design na cultura das empresas criativas, o que era um dos objetivos quando se iniciou a investigação. Pessoalmente, é gratificante ter concluído mais um ciclo de estudos, principalmente quando se trata de algo onde sempre houve uma relação muito próxima quer na utilização de ferramentas CAD quer no desenvolvimento de soluções construtivas. A investigação e as conexões que se foram originando, motivaram ainda o interesse em registar e patentear o sistema construtivo desenvolvido, perspetivando uma potencial ideia de negócio que se irá focar na aplicação e exploração deste sistema para dar substância a um outro projeto pessoal, o In-Site um projeto de um espaço modular para uso na área do turismo e habitacional, este espaço tem por base a facilidade de montagem e desmontagem. Desta forma esta investigação origina um input viável para este projeto.

## 7 BIBLIOGRAFIA

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

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

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

BÜRDEK, Bernhard E. (1999) "Diseño. Historia, teoría y práctica del diseño industrial" Barcelona: Gustavo Gili

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

COSTA, Daciano (1998) "*Design e Mal-Estar*" Lisboa: Centro Português de Design.

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

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

GARCIA, Sara; PEREIRA, José; ROMÃO, Luís (2010) "As Tecnologias CAD no Design de Produto: da Ideia à sua Materialização" Teses de Mestrado. UTL – Teses de Mestrado. URL: <http://hdl.handle.net/10400.5/3002>

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

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

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

MORAES, Dijon de (2010) "Metaprojeto – o design do design": Blücher

NEVES, Isabel; ROCHA, João (2013) "The contribution of Tomas Maldonado to the scientific approach to design at the beginning of computational era: the case of the HFG of Ulm": Future Traditions, 1<sup>st</sup> eCAADe Regional International Workshop

ROCKER, Ingeborg M. (2008) "Architecture of the Digital Realm: Experimentations by Peter Eisenman, Frank O. Gehry": Volumes 120-134 de Schriften der Bauhaus-Universität Weimar

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

SUMIYOSHI, Torashichi; MATSUI, Gengo (1991) "Wood Joints in Classical Japanese Architecture." J. Nagy: Virginia

TEIXEIRA, João; APARO, Ermanno; LARANJO, Mafalda (2015) "O processo em design no desenvolvimento de uma prancha de surf em cortiça" Teses de Mestrado. IPVC – Teses de Mestrado. URL: <http://hdl.handle.net/20.500.11960/1742>

WALDHEIM, Charles. "Notes toward a history of agrarian urbanism." Places journal. November 2010. (<https://placesjournal.org/article/notes-toward-a-history-of-agrarian-urbanism/> - acedido em 28 de Maio de 2016).



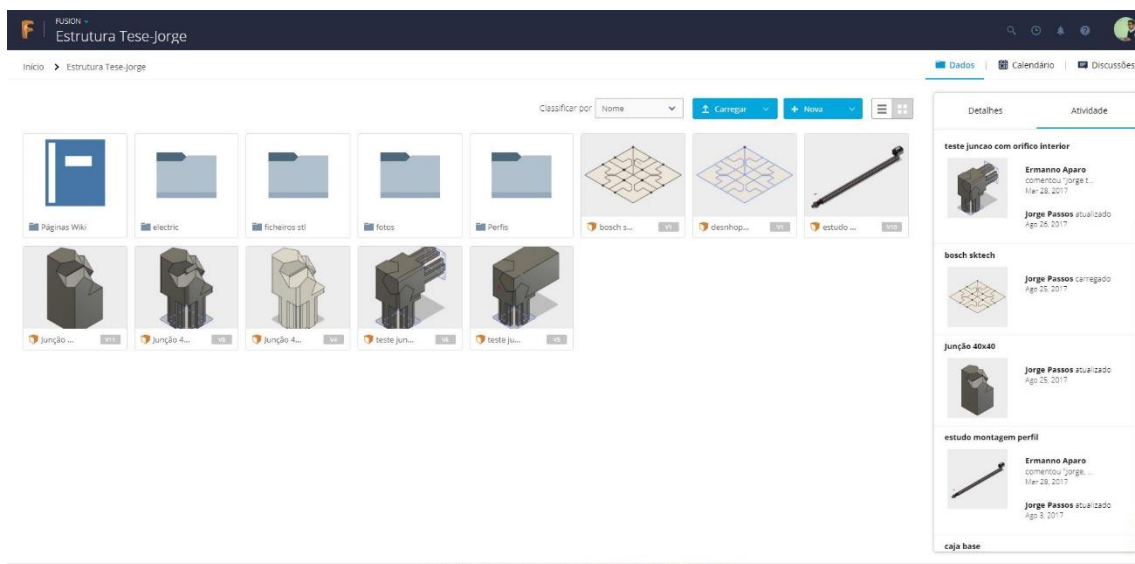
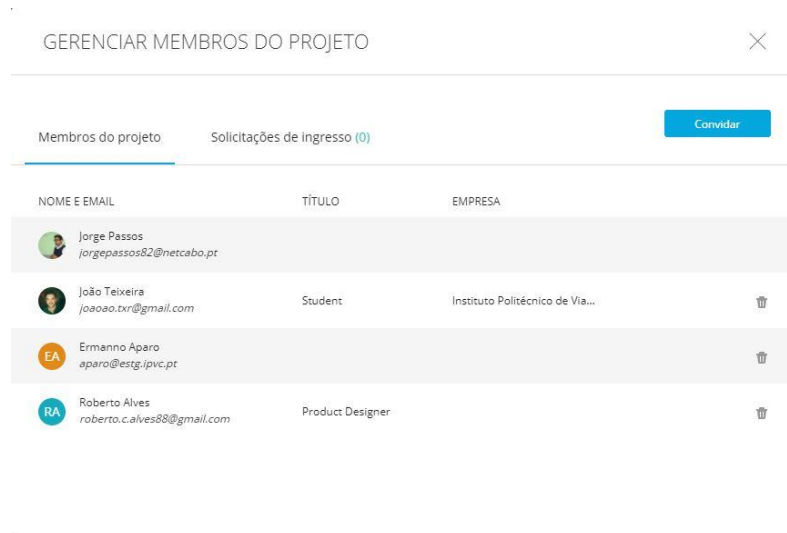
## 8 GLOSSÁRIO

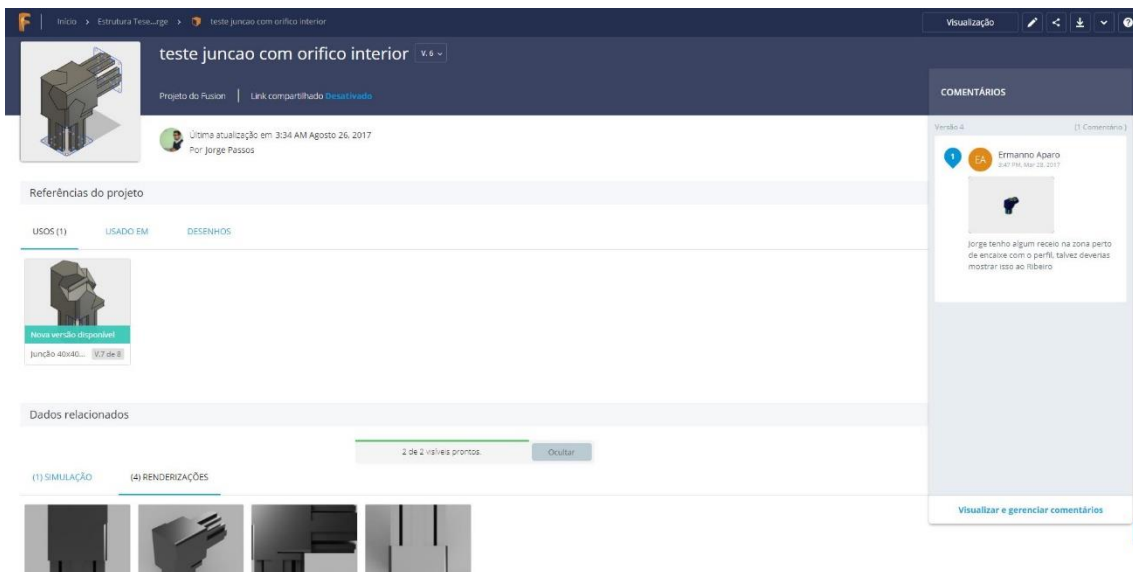
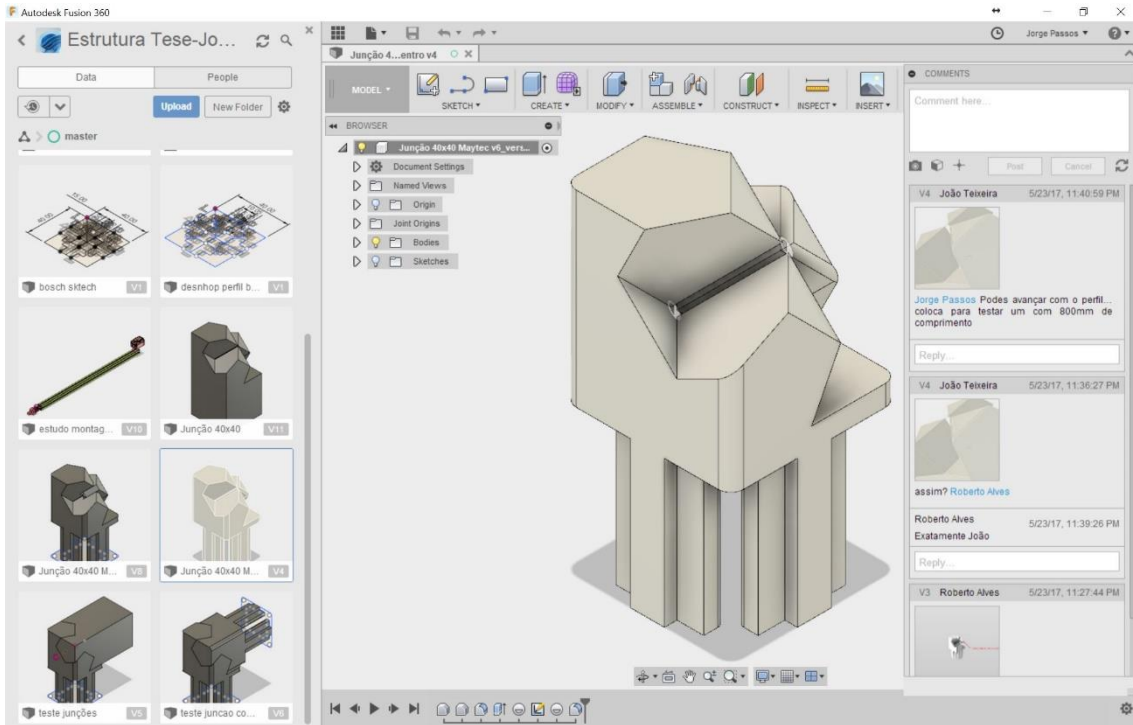
- **3D** - formato tridimensional
- **3D Printing** - é uma forma de tecnologia de fabricação aditiva onde um modelo tridimensional é criado por sucessivas camadas de material
- **ABS** - (do inglês: acrylonitrile butadiene styrene) é um copolímero, usado por exemplo na prototipagem rápida.
- **CAD** - (do inglês: computer aided design) é o nome genérico de sistemas computacionais (software) utilizados pela engenharia, geografia, arquitetura e design para facilitar o projeto e desenho técnicos
- **CNC** – (do inglês *Computer Numeric Control*) é um sistema que permite o controle de máquinas, sendo utilizado principalmente em tornos. Permite o controle simultâneo de vários eixos, através de uma lista de movimentos escrita num código específico.
- **PLA** – é um termoplástico biodegradável, usado por exemplo na prototipagem rápida
- **Rhinoceros** – é um software de modelagem tridimensional

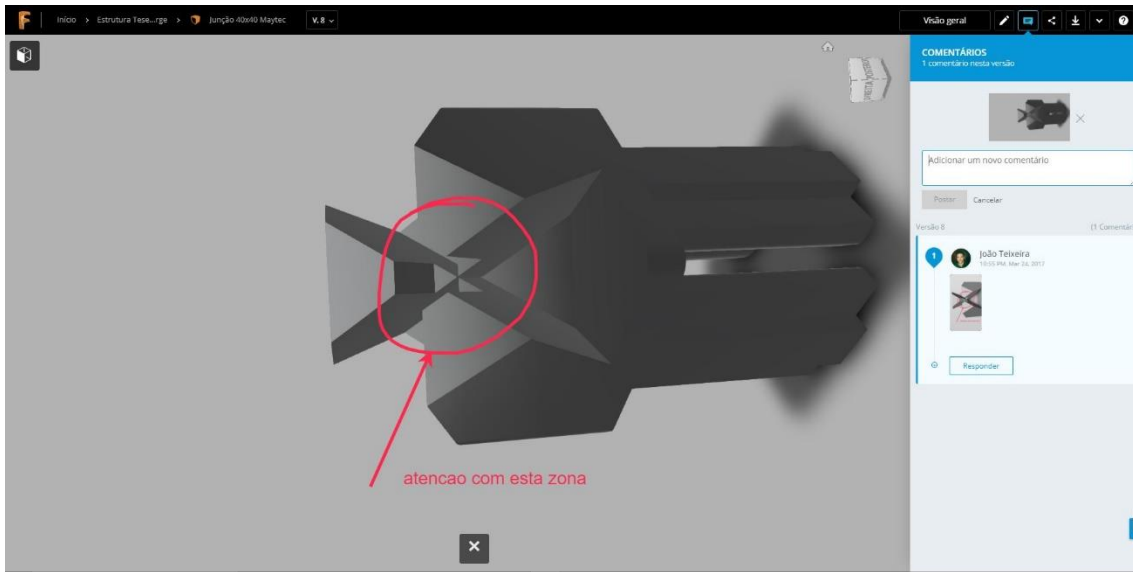
# 9 APÊNDICES

## 9.1 Dinâmicas do software Autodesk Fusion 360

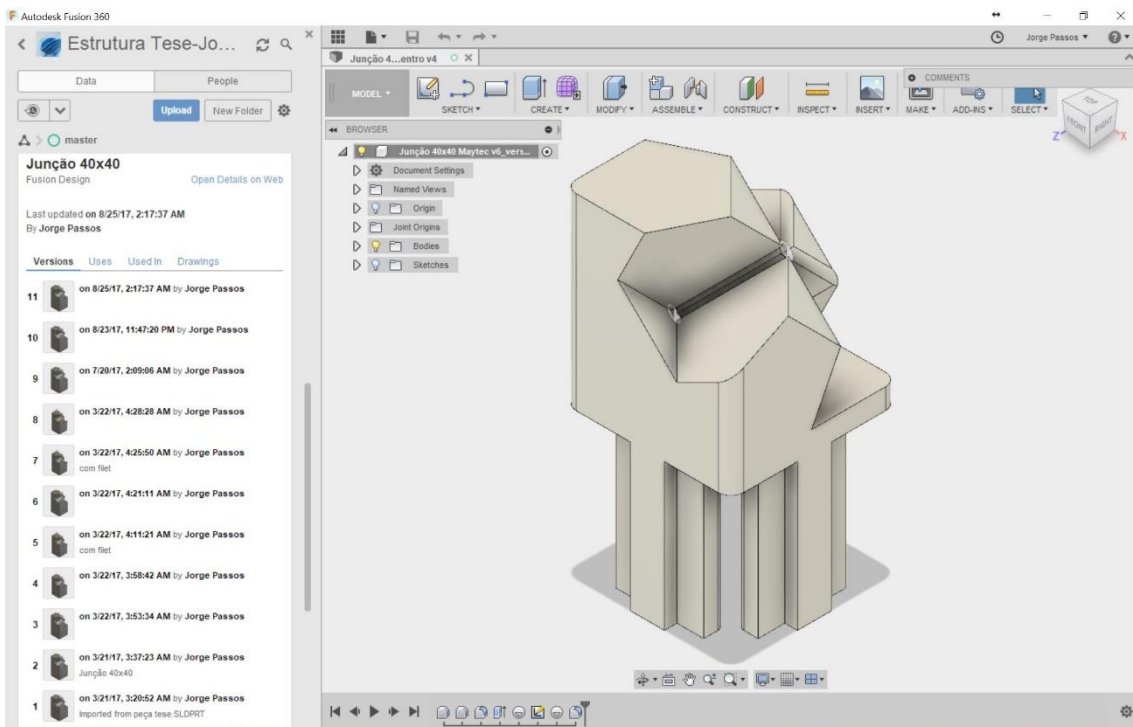
### 9.1.1 Comunicação e partilha com membros de projeto

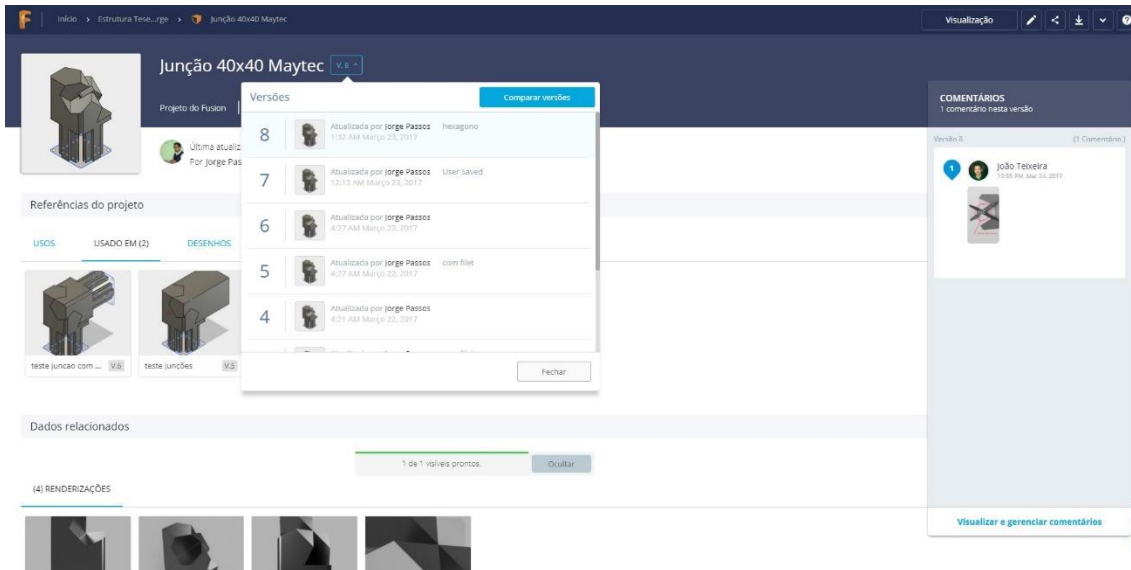




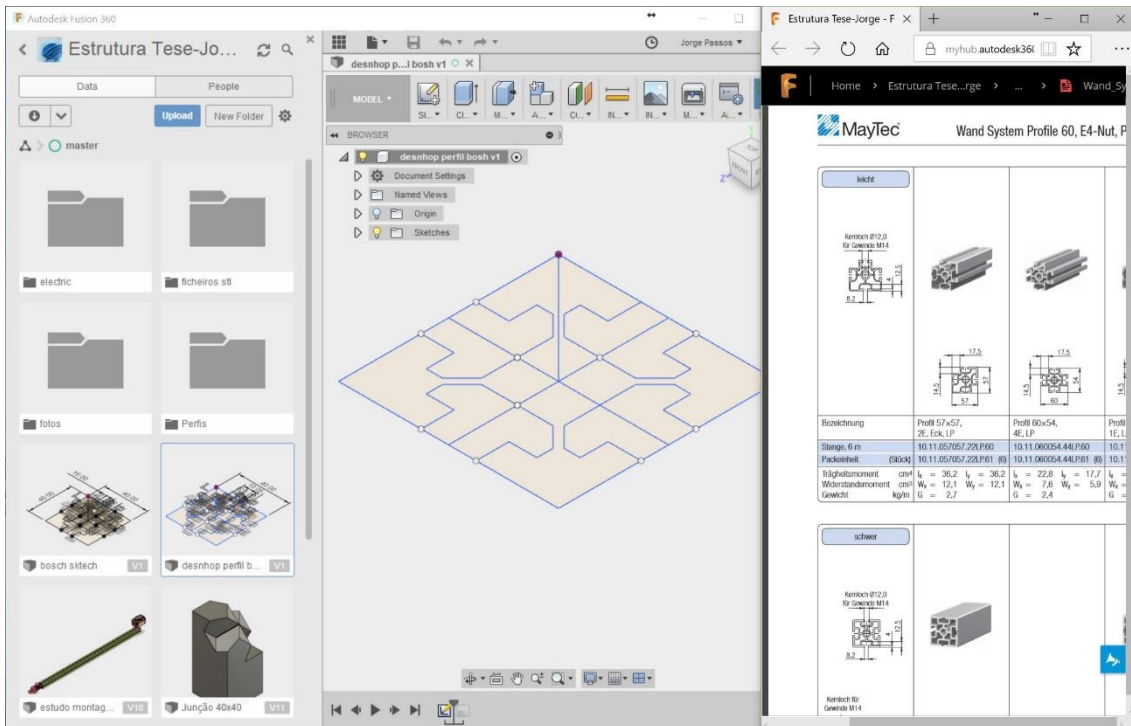


## 9.1.2 Acompanhamento evolutivo do projeto





### 9.1.3 Capacidade de gestão de ficheiros relativos ao projeto



myhub.autodesk360.com

myhub.autodesk360.com/ue2959dff/g/projects/2017032168271831/data/dXUOmFkc2sud2lvcHJvZDpmcy5mb2kZl6Y28uem1pRlRlKXURUam0lZlZlWTB5eU9kQ

FUSION Estrutura Tese-Jorge

Home > Estrutura Tese-Jorge

Data Calendar Discussions

Sort by Name Upload New

Wiki Pages electric ficheiros stl fotos Perfis

bosch skt... desnhop p... estudo mo... Junção 40... Junção 40...

Junção 40... teste junca... teste junç...

Details Activity

Carregar do dispositivo móvel 2017-03-22 20-33-56.jpg  
Jorge Passos updated Mar 22, 2017

teste junções  
Jorge Passos updated Mar 22, 2017

Juncao maytec.gcode  
Jorge Passos uploaded Mar 22, 2017

Wand System\_1\_2016\_DE\_EUR\_V03.pdf  
Jorge Passos uploaded Mar 21, 2017

© Copyright 2017 Autodesk, Inc. All rights reserved. Privacy Policy Terms and Conditions About

FUSION Estrutura Tese-Jorge

Início > Estrutura Tese... > fotos

Dados Calendário Discussões

Classificar por Nome Carregar Nova

Carregar ... Carregar ... Carregar ... Carregar ...

Details Atividade

Fotos 4 Arquivos

MEMBROS DO PROJETO (4) Convidar

Jorge Passos joigepassos2... Administrador de projeto

João Teixeira joaoce@gmail.com

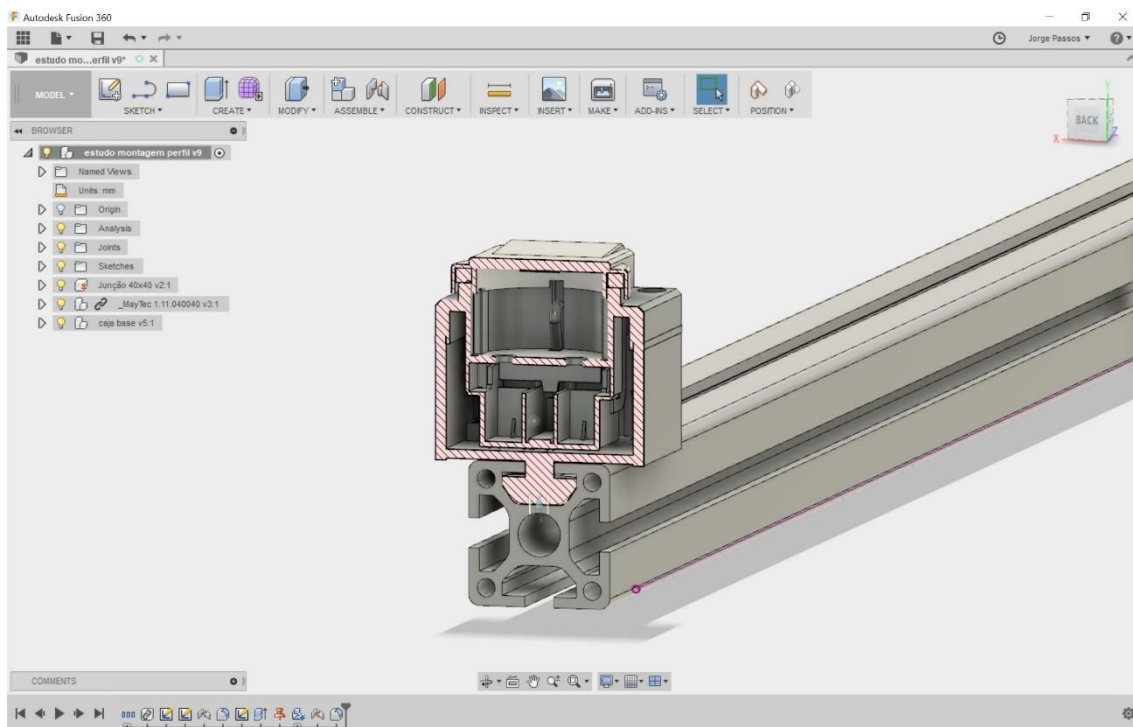
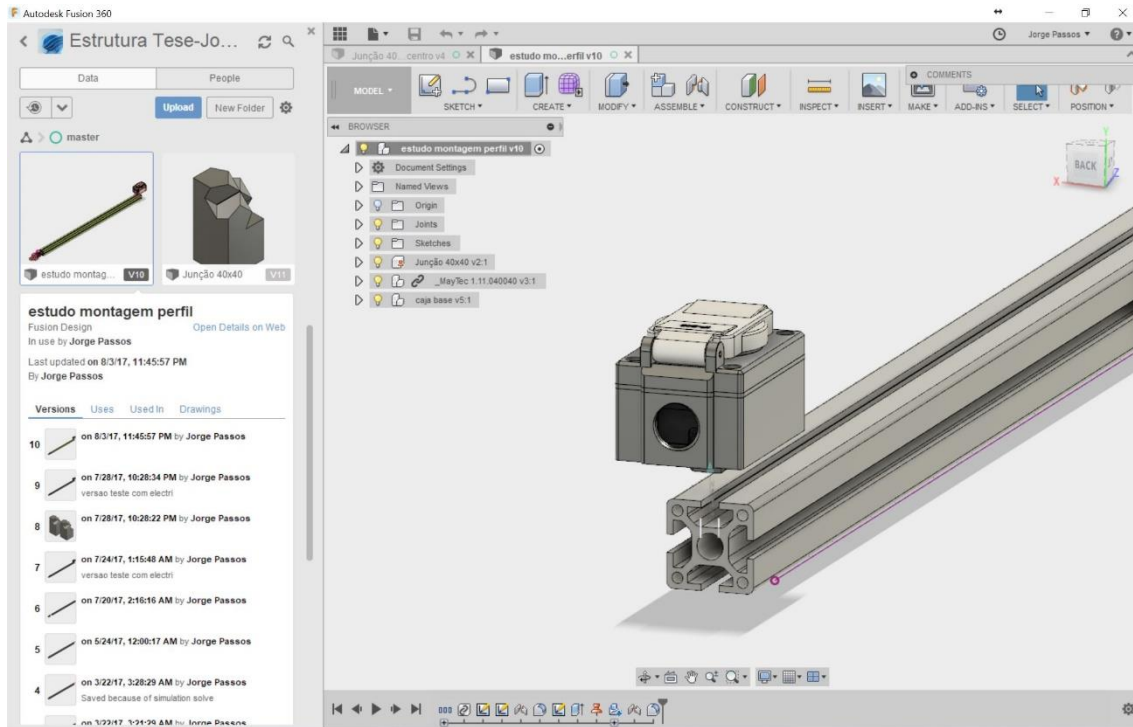
Ermanno Aparo aparo@energ.uncv.pt

Roberto Alves roberto.alves@gmail.com

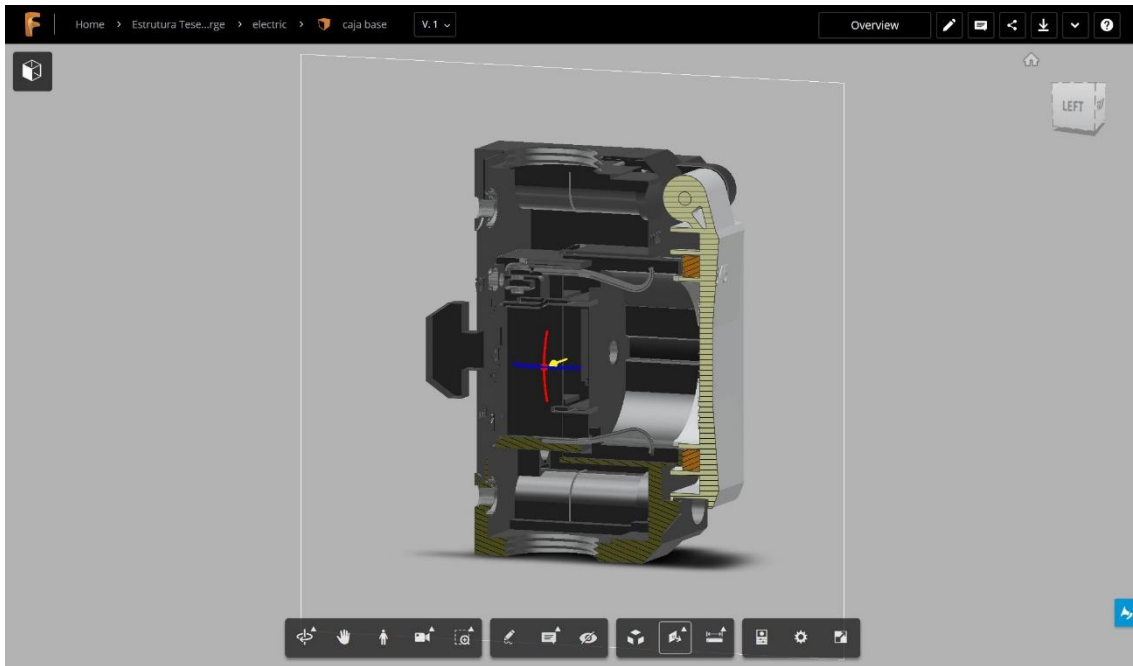
Visualizar e gerenciar membros

© Copyright 2017 Autodesk, Inc. All rights reserved. Política de privacidade Termos e condições Sobre

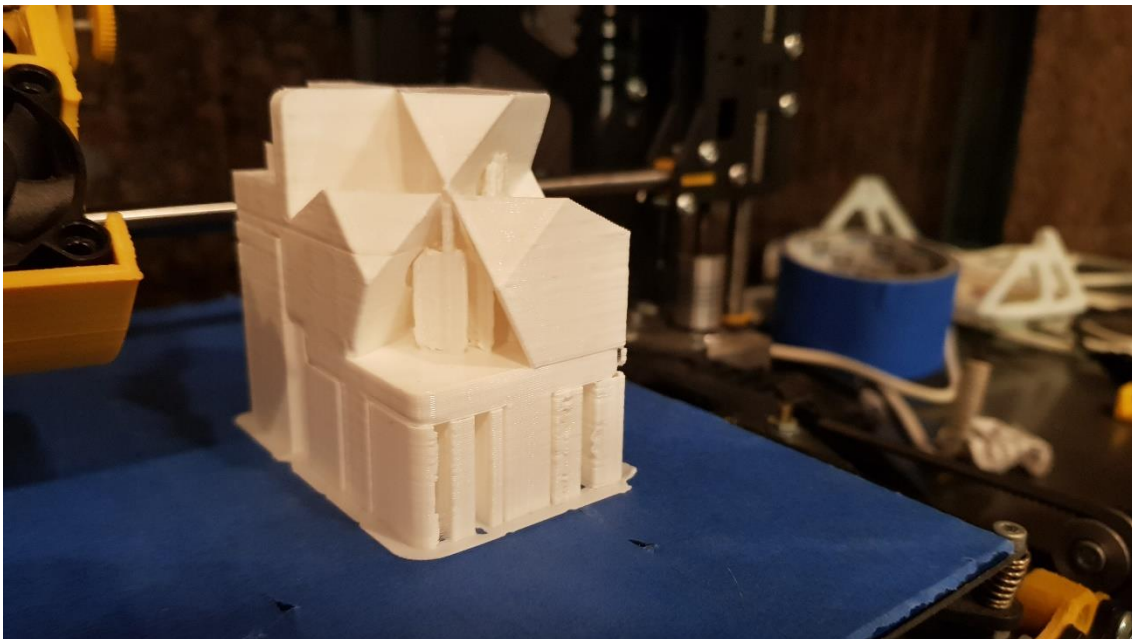
## 9.1.4 Análise de componentes







## 9.2 Impressões 3D

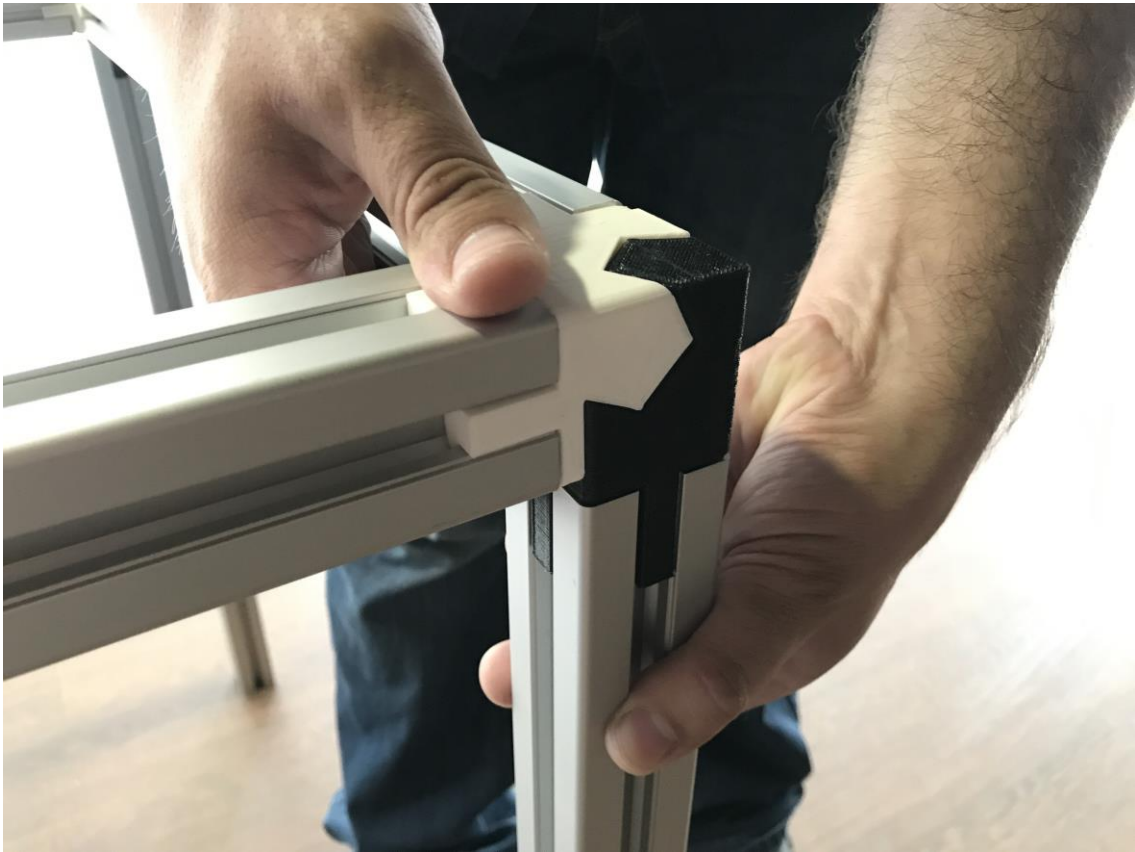






### 9.3 Montagem





# 10 ANEXOS

## 10.1 Perfis BOSCH

### 10.1.1 Catálogos referentes aos perfis Bosch

Strut profiles | MGE 13.1 2-1

## Strut profiles

2



Strut profiles, 6 mm slot,  
20 mm modular dimension  
(p. 2-11)



Strut profiles, 8 mm slot,  
30 mm modular dimension  
(p. 2-16)



Strut profiles, 10 mm slot,  
40 mm modular dimension  
(p. 2-24)



Strut profiles, 10 mm slot,  
45 mm modular dimension  
(p. 2-35)



Strut profiles, 10 mm slot,  
50 mm modular dimension  
(p. 2-49)



Strut profiles, 10 mm slot,  
60 mm modular dimension  
(p. 2-51)



Rectangular tube (p. 2-53)  
Clamping profile (p. 2-54)



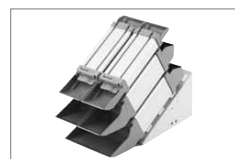
Frame profile 22.5x30 (p. 2-55)  
22.5x45 (p. 2-56)



Angle profile (p. 2-57)  
Suspension profile (p. 2-58)  
Container mount (p. 2-59)



Slotted plate (p. 2-60)



Material chute (p. 2-61)



Profile rail (p. 2-63)



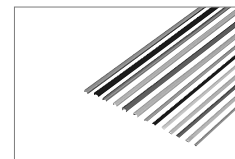
Profiles for installing  
conveyor media (p. 2-64)



D28 round tube (p. 2-67)  
Strut profile D28x55 (p. 2-67)



EcoShape tubular framing  
system (p. 2-70)



Cover profiles, additional  
accessories (p. 2-81)

### Strut profiles

With more than 100 strut profiles for all types of loading, Bosch Rexroth AG offers the widest product range for different demands:

- ▶ Square and rectangular profiles
- ▶ Light profiles with optimized cross-sections
- ▶ Round profiles and profiles with smooth lateral surfaces

Connectors with high load-bearing capacities, combined with ultra robust slots and large central bores, enable profile connections equipped to handle high static and dynamic loads.

Bosch Rexroth AG offers you 6 different profile ranges. All profiles within one profile range have the same slot dimensions and spacing to ensure perfect coordination during construction.

Due to their high degree of robustness, the 10 mm slotted profiles are suitable for constructions ranging from tables to heavy machine frames. They are available in four profile series with a slot spacing of 40 mm, 45 mm, 50 mm, or 60 mm.



The profiles with 8 mm and 6 mm slots are used in the construction of lightweight equipment, partition walls, stands, or showcases.

#### Profile length in profile packaging units

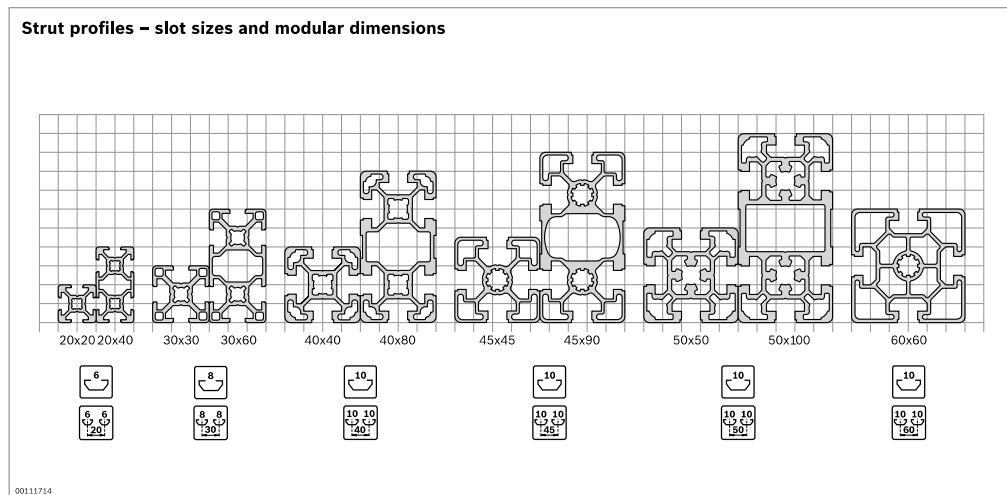
The stated length of the profile packaging units relates to the guaranteed usable length.

During anodizing as part of the manufacturing process bare areas which are approx. 30 mm long are left at each end of the profile (= contact areas), so the profiles are generally supplied incorporating an excess length of 100 mm.

Example:

45x45L		L (mm)	No.
 20 pcs		5600	3 842 511 702

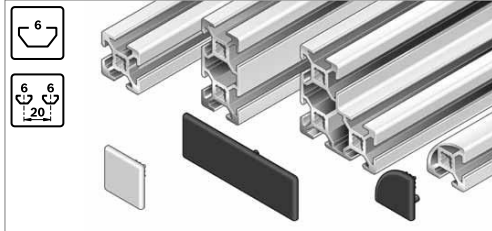
**Note:** The length dimension “L” in the table equals the usable length, whereas the actual length is approx. 100 mm longer.



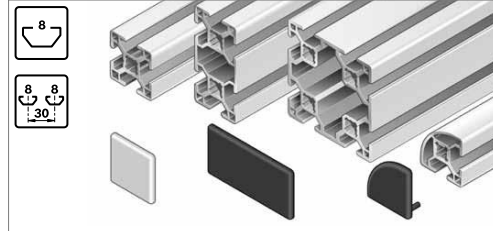


**Strut profiles – slot sizes and modular dimensions**

**6 mm slot, 20 mm modular dimension**

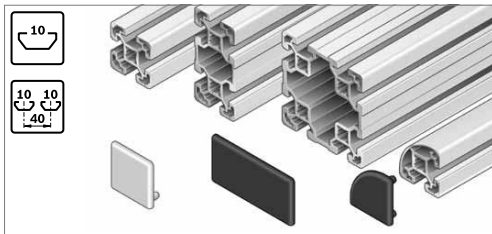


**8 mm slot, 30 mm modular dimension**

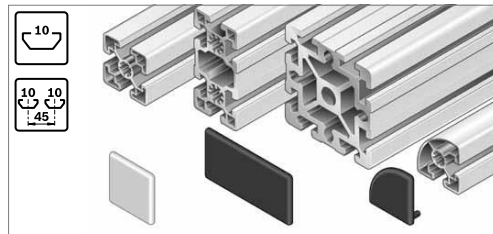


2

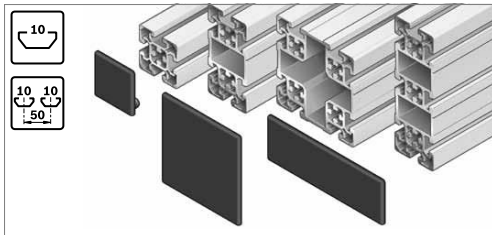
**10 mm slot, 40 mm modular dimension**



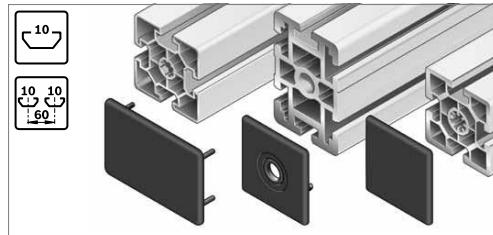
**10 mm slot, 45 mm modular dimension**



**10 mm slot, 50 mm modular dimension**



**10 mm slot, 60 mm modular dimension**



## 10.1.2 Âmbitos de aplicação dos perfis Bosch

### 10.1.2.1 Construção de Instalações

4 MGE | Costruzione di impianti | Construcción de instalaciones | Construção de instalações

Costruzione di impianti | Construcción de instalaciones | Construção de instalações | MGE 5



Costruzione di impianti  
Construcción de instalaciones  
Construção de instalações

▲ Linee di montaggio flessibili  
Línea de montaje flexible  
Linha de montagem flexível  
Robert Bosch GmbH, Stuttgart, D

## 10.1.2.2 Estantes

20 MGE | Scaffali | Estanterías | Estantes

Scaffali | Estanterías | Estantes | MGE 21

Scaffali  
Estanterías  
Estantes



## 10.1.2.3 Postos de Trabalho

26 MGE | Posti di lavoro | Puestos de trabajo | Postos de trabalho

Posti di lavoro | Puestos de trabajo | Postos de trabalho | MGE 27



Posti di lavoro  
Puestos de trabajo  
Postos de trabalho





## 10.1.2.4 EcoSafe

38 MGE | EcoSafe | EcoSafe | EcoSafe

EcoSafe | EcoSafe | EcoSafe | MGE 39



EcoSafe  
EcoSafe  
EcoSafe



## 10.1.2.5 Guías Lineares

42 MGE | Guide lineari | Guías lineales | Guías lineares

Guide lineari | Guías lineales | Guías lineares | MGE 43

Guide lineari  
Guías lineales  
Guías lineares



## 10.1.2.6 Elementos Criativos

Elementi creativi  
Elementos creativos  
Elementos creativos



Scalinata  
Escalera  
Subida de escada  
Tecnogroup S.r.l., Pordenone, I



## 10.2 Sistema Constructive PILA

### 10.2.1 Perfis e Uniões do sistema Constructive PILA

#### Erläuterungen Explanations

##### Abkürzungsverzeichnis List of abbreviations

<b>A</b>	Achsenmaß	axis
<b>h</b>	Höhe	height
<b>L</b>	Länge	length
<b>b</b>	Breite	width
<b>t</b>	Tiefe	depth
<b>r</b>	Radius	radius
<b>B</b>	beschichtet	coated
<b>F</b>	fernseht	telescopic
<b>G</b>	Glas	glass

Alle Maßangaben in mm.  
All dimensions are given in mm.

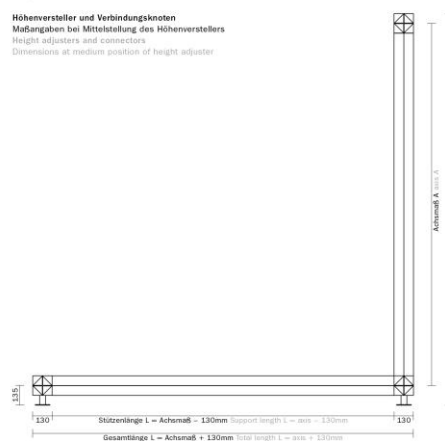
**Achsenmaße A (Rastermaße)**  
Das Achsenmaß A beschreibt den Abstand zweier Knotenmitten und ist ein wichtiges Maß für alle Systemteile, die in constructiv PILA integriert werden (z.B. Diagonalverbände, Wandfüllungen, Deckensegel). Die tatsächlichen (Längen-)Maße sind in Klammern nachgestellt. Standard sind zwei Rastermaße, auf die alle weiteren Systemteile abgestimmt sind. Andere Maße sind grundsätzlich möglich.

**Axial dimensions A (modular dimensions)**  
The axis A describes the distance between the centre points of two connectors and is an important dimension for all the system parts integrated into constructiv PILA (e.g. diagonal braces, wall panels, ceiling swagings). The actual (length) measurements are given in brackets. There are two standard grid systems to which all further system parts are matched. Different sizes are always possible.

2

#### Erläuterungen Explanations

##### Höhenversteller und Verbindungsknoten Maßangaben bei Mittelstellung des Höhenverstellers Height adjusters and connectors Dimensions at medium position of height adjuster

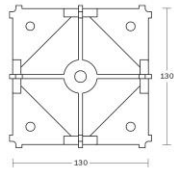


3

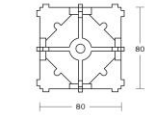
**Erläuterungen: PILA-Familie**  
 Explanations: PILA-family

**Verbinder**  
 Connectors

constructiv PILA



constructiv PILA Petite



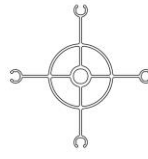
constructiv PILA mini



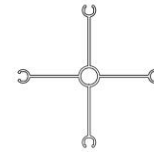
4

**Erläuterungen: PILA-Familie**  
 Explanations: PILA-family

**Stützen III**  
 Supports III



**Stützen II**  
 Supports II

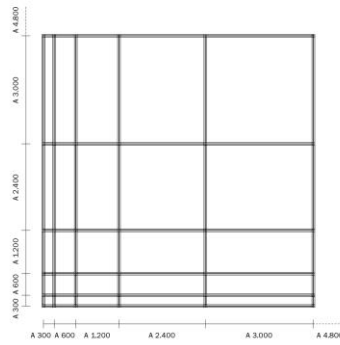


**Glasadapterprofil**  
 glass adapter section



5

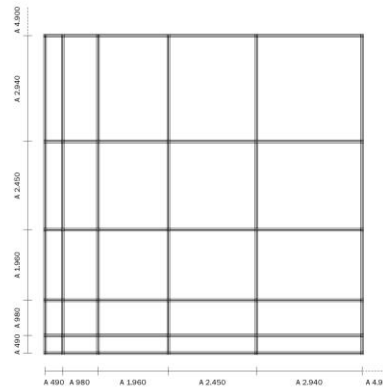
**Erläuterungen: Rasterystem 1: Achsmaße 1.200**  
 Explanations: Grid system 1: Axial dimensions of 1.200



Anmerkung: Kombinationen aus beiden Rasterystemen sind im Standardprogramm nicht vorgesehen und erfordern für Diagonalverbände, Füllungen oder Segel Sonderteile.

6

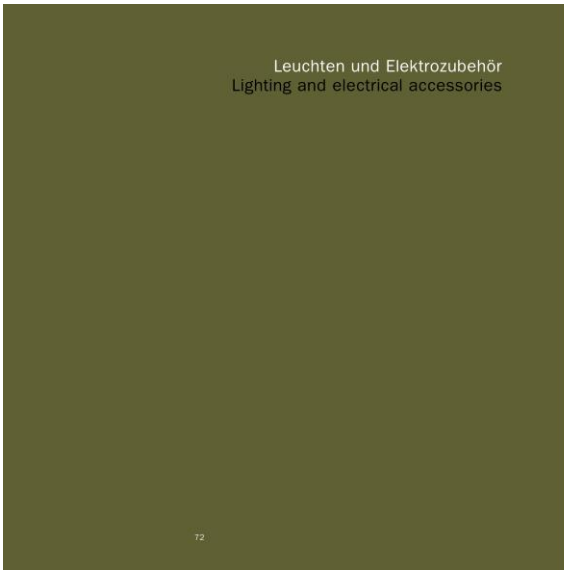
**Erläuterungen: Rasterystem 2: Achsmaße 980**  
 Explanations: Grid system 2: Axial dimensions of 980



Note: Combinations from both grid systems are not planned in the standard range; they require specially made parts for diagonal braces, panels or awnings.

7

## 10.2.2 Componentes Eléctricos

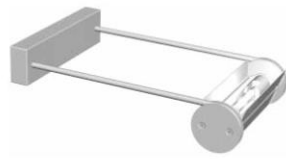


### Leuchten und Elektrozubehör Lighting and electrical accessories

72

#### Leuchten: Turn Lighting: Turn

Alle Leuchten sind mit schwenkbaren Reflektoren ausgestattet und TÜV/GS-geprüft. Sie werden inkl. Leuchtmittel 150W (auf Wunsch auch 100W oder 200W) mit R7s-Fassung für 220V geliefert.  
All lamps are fitted with swivelling reflectors and have passed inspection by TÜV/GS (the German Technical Control Association). They are delivered with a 150-W bulb (100-W or 200-W on demand) with R7s socket for 220-V.



74

#### Elektro-Zubehör Electrical accessories

**Kabelabdeckungen für Stützen**  
Aluminum  
Cable covers for supports  
aluminium

PI-E 060	A 600	(L 468)
PI-E 120	A 1.200	(L 1.068)
PI-E 240	A 2.400	(L 2.258)
PI-E 300	A 3.000	(L 2.868)
PI-E 360	A 3.600	(L 3.468)
PI-E 049	A 490	(L 358)
PI-E 098	A 980	(L 848)
PI-E 196	A 1.960	(L 1.828)
PI-E 245	A 2.450	(L 2.318)
PI-E 294	A 2.940	(L 2.808)
PI-E 343	A 3.430	(L 3.298)
PI-E 392	A 3.920	(L 3.788)

Die Länge der Kabelabdeckungen entspricht der Stützenlänge.  
Anderer Längen auf Anfrage. Durch vierseitiges Verkleben verändert sich der Charakter der Stütze.  
The length of the cable covers corresponds to that of the support.  
Other lengths available upon request. Masking the supports on four sides alters their character.

76

Neben der von uns entwickelten Leuchtenfamilie TURN, die für alle anderen unserer Systeme verwendet werden kann, können selbstverständlich auch konventionelle Leuchtenprogramme in das System integriert werden. Die elektrischen Leitungen werden dabei über eigens entwickelte Systemelemente geführt – entweder über Stromschienenhalter oder unter Kabelabdeckungen.

Besides the TURN family of lighting equipment developed in-house, which can be used for all of our other systems, conventional light fitting ranges can also be integrated into the system. The electrical lines are here routed via specially developed system elements – either electricity track retainers or cable covers.

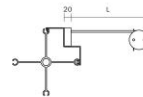
73

#### Leuchten: Turn Lighting: Turn

**TU-PI 250**  
Leuchte TURN, L = 250mm, inkl. Befestigungswinkel, Nutenstein und Schraube für Befestigung an horizontalen Profilen, Edelstahl  
TURN lamp, L = 250mm, angle fastener, including spring, block, and screw for fastening to horizontal profile sections, high-grade steel

**TU-PI 450**  
Leuchte TURN, L = 450mm, inkl. Befestigungswinkel, Nutenstein und Schraube für Befestigung an horizontalen Profilen, Edelstahl  
TURN lamp, L = 450mm, angle fastener, including spring, block, and screw for fastening to horizontal profile sections, high-grade steel

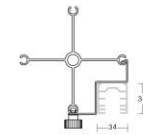
**TU-PI 650**  
Leuchte TURN, L = 650mm, inkl. Befestigungswinkel, Nutenstein und Schraube für Befestigung an horizontalen Profilen, Edelstahl  
TURN lamp, L = 650mm, angle fastener, including spring, block, and screw for fastening to horizontal profile sections, high-grade steel



75

#### Elektro-Zubehör Electrical accessories

**Stromschienenhalter werden mit der Stromschiene verschraubt, in die Stütze eingehängt und mit einer Schraube gesichert.**  
Electricity track retainers are screwed to the electricity track, suspended from the support and secured with a screw.



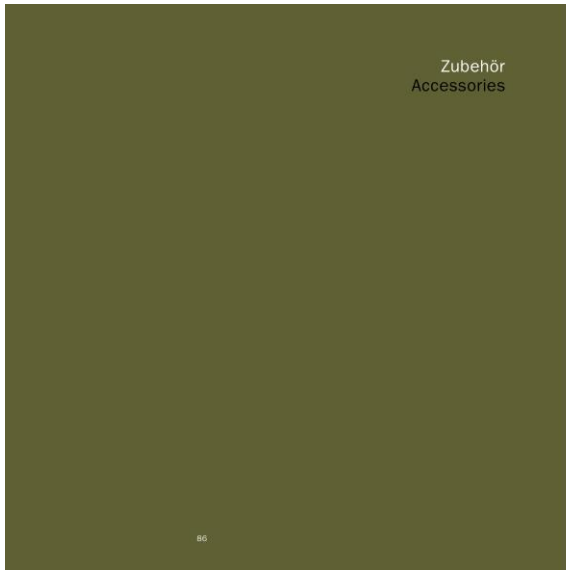
**PI-E 08**  
Halter für Stromschiene, inkl. Befestigungsteilen  
Electricity track retainer, including fastening elements

Wird die Stromführung beispielsweise durch eine Querachse durchbrochen, ist eine spezielle Einspeisung erforderlich, die das Kabel über den Verbindungspunkt führt.  
If the power supply is interrupted by a transverse axis, for example, a special system is required that routes the cable over the connector.



77

## 10.2.3 Acessórios



86

### Zubehör Accessories



**PP-Z 13/50**  
Schraube 8,8, M8 x 16 (für Knoten und Stützen), 50 Stück  
Screw 8.8, M8 x 16 (for connectors and supports), 50 pieces



**PI-Z 14/50**  
Schraube A2, M5 x 12 (für Schwerer), 50 Stück  
Screw A2, M5 x 12 (for brackets), 50 pieces



**PP-Z 16/50**  
Schraube 8,8, M6 x 18 (für Diagonalverbände), 50 Stück  
Screw 8.8, M6 x 18 (for diagonal braces), 50 pieces



**PI-Z 18/50**  
Schraube A2, M5 x 8 (für Stromschienerhalter), 50 Stück  
Screw A2, M5 x 8 (for electricity track holders), 50 pieces



**PI-Z 21/20**  
Hammerkopfschraube M5 (für Nut), 20 Stück  
Hammer head block M5 (for groove), 20 pieces



**PI-Z 22/20**  
Händlernut M5, Kunststoff, schwarz, 20 Stück  
Nurled nut M5, plastic, black, 20 pieces



**PP-Z 09/20**  
Gewindemuffe M8, zur Verschraubung für Knoten und Stützen, 20 Stück  
Screw socket M8 (for connectors and supports), 20 pieces

88

**PI-Z 99 Werkzeugset**  
3 Ring-Mausschlüssel, sw 5  
1 Ring-Mausschlüssel, sw 8  
1 Einmausschlüssel, sw 13  
3 Kombiklingen, sw 5  
3 Sechskant-KK-Winkel-Schraubendreher, gekürzt, sw 5  
1 Sechskant-KK-Winkel-Schraubendreher, sw 4  
1 Sechskant-KK-Winkel-Schraubendreher, gekürzt, sw 6  
3 Sechskant-KK-Schraubendreher, sw 5  
2 Sechskant-KK-Schraubendreher, sw 4  
1 Sechskant-KK-Schraubendreher, sw 3  
1 Sechskant-KK-Schraubendreher, sw 2,5  
1 Zweifach-Montageschlüssel für PI-ZP 30  
1 Eindreherwerkzeug für Muffen MB  
20 Gewindemuffen M5, Einsatz für Stützen  
1 Werkzeugtasche für Werkzeugset



**PI-Z 99 Toolbox**  
3 combination wrenches, WAF 5  
1 combination wrench, WAF 8  
1 open-end wrench, WAF 13  
3 combination blades, WAF 5  
3 hexagonal ball-tipped offset screwdrivers, shortened, WAF 5  
1 hexagonal ball-tipped offset screwdriver, WAF 4  
1 hexagonal ball-tipped offset screwdriver, shortened, WAF 6  
3 hexagonal ball-tipped screwdrivers, WAF 5  
2 hexagonal ball-tipped screwdrivers, WAF 4  
1 hexagonal ball-tipped screwdriver, WAF 3  
1 hexagonal ball-tipped screwdriver, WAF 2.5  
1 two-holes wrench for sleeves MB  
1 insertion tool for sleeves MB  
20 threaded sleeves MB for supports  
1 tool bag

### Transportbehälter

Transportbehälter werden grundsätzlich nach dem tatsächlichen Bedarf geplant und entwickelt. Sie sind in der Grundausstattung gebelastungsfähig.

### Transport container

All transport containers are designed and developed according to the actual requirements. In their basic design they are load-capable.



87

### Zubehör Accessories

**PI-Z 10/10**  
Nutenstein, L = 30mm, 1 x M5, 10 Stück, mit angepunkteter Feder zur leichten Montage  
Sliding block, L = 30mm, 1 x M5, 10 pieces, with spot-welded spring for easy assembly



**PI-Z 11/10**  
Nutenstein, L = 100mm, 2 x M5, 10 Stück, mit angepunkteter Feder zur leichten Montage  
Sliding block, L = 100mm, 2 x M5, 10 pieces, with spot-welded spring for easy assembly



**PI-Z 26/20**  
Federnutenstein mit Gewinde M5 (8 x 14), 20 Stück  
Spring sliding block with M5 thread (8 x 14), 20 pieces



**PI-Z 24**  
Edelstahl-Fuß (M16) mit Balg  
High-grade-steel foot (M16) with bellows



**PI-Z 25**  
Edelstahl-Fuß (M16) mit Balg und Bohrungen zur Bodenverschraubung  
High-grade-steel foot (M16) with bellows and holes for floor screwing



89

## 10.3 Convite da direção de curso de Design do Produto do IPVC para ministrar Workshop durante o evento ALUMNI DP

29/08/2017

Correio – Jorge Passos – Outlook

ALUMNI - 1º Encontro de alunos e ex-alunos de Design do Produto ESTG-IPV...

Liliana Aparo

sex 05/05/2017, 12:35

Para: jorgepassos82@netcabo.pt <jorgepassos82@netcabo.pt>;

Cc: ERMANNNO APARO <aparo@estg.ipvc.pt>; João Martins <joaomartins@estg.ipvc.pt>; Carlos Melo <carlosmelo.design@hotmail.com>;

Caro Designer Jorge PASSOS,

Caro ex-aluno DP,

Na qualidade de coordenadora do ciclo de estudos de licenciatura em Design do Produto, venho por este meio convidá-lo a ministrar um Workshop no âmbito do evento ALUMNI - 1º Encontro de alunos e ex-alunos de Design do Produto ESTG-IPVC, que se realiza nos dias 24 e 25 de Maio de 2017, na Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

É no âmbito do Workshop, que decorrerá no dia **24 de Maio, quarta-feira, com início às 10h** e que se prolonga pela tarde, que se enquadra a sua intervenção.

Este workshop, que será co-orientado com os ex-alunos João Teixeira e Roberto Alves da empresa Cadeinor, terá o apoio dos Professores Ermanno Aparo e João Martins e de 2 monitores (2 alunos do curso).

A escolha do Jorge Passos para ministrar este primeiro Workshop do ALUMNI deve-se ao seu impacto e importância junto da Academia DP, à forte relação que constrói com alunos e ex-alunos, à competência empreendedora para criar empresa e ao reconhecimento do seu trabalho ao nível da sua investigação actual como aluno do Mestrado em Design Integrado (MeDeIn).

Estamos a pedir aos nossos convidados uma fotografia a preto e branco e uma pequena biografia com cerca de 8 a 12 linhas, evidenciando quer o seu percurso académico enquanto aluno de DP, quer o seu percurso actual enquanto profissional do design e aluno do MeDeIn.

Esperando merecer a melhor atenção sobre este assunto, agradeço antecipadamente e aguardo confirmação de interesse.

Melhores cumprimentos,

Liliana Soares

Prof. Liliana SOARES

Ph.D. in Design

Head of Product Design degree

IPVC – Instituto Politécnico de Viana do Castelo

[lsoares@estg.ipvc.pt](mailto:lsoares@estg.ipvc.pt)

[www.ipvc.pt](http://www.ipvc.pt)

## 10.4 Testemunho dos participantes relativamente ao Workshop “Tsukene”

### 10.4.1 Testemunho Pattern Iluminação

#### Grupo I – *Iluminação*

Após o workshop o grupo verificou algumas vantagens e desvantagens

#### **Vantagens do software:**

- Eficiência;
- Versatilidade;
- Poder de comunicação;
- Fácil adaptação ao programa;
- Comunicação;

#### **Vantagens do workshop:**

- Interação com ex. alunos e conhecimento do seu percurso pós académico
- Boa orientação
- Dinâmica
- Acessibilidade

#### **Desvantagens em geral:**

- Falta de tempo de aprendizagem no software por parte de todos os elementos do grupo;
- Continuação do projeto pendente de outros grupos;
- Tempo desperdiçado em espera de aprovações e validações;

## 10.4.2 Testemunho Pattern Isolamento

Álvaro Gonçalves 1ºAno, Cátia Ribeiro 2ºano, Roberto Alves 1ºano, Rui Ferrão 2ºano, Mariana Pereira 2ºano

Inicialmente nenhum dos elementos do grupo tinha criado expectativas para este workshop, como tal viemos bastante recetivos e abertos aquilo que esta excelente iniciativa nos poderia vir a proporcionar, sendo que iríamos estar em contacto com pessoas que já estão no mercado de trabalho e tem um outro ponto de vista do Design e das proporções que o mesmo tem no mercado.

O workshop foi dividido em patterns sendo que ficamos com a divisão do isolamento, primeiramente fizemos um brain-storming ao qual nos permitiu definir vários conceitos os quais viemos a desenvolver mais a frente. Sendo que um dos objetivos foi dar-nos a conhecer o programa chamado Fusion 360, durante o desenvolver desta atividade e estivemos em constante contacto com ele, visto que nos permite, através de uma cloud partilhar todo o trabalho que esta a ser desenvolvido, através de fotografia, pdf, entre outros ficheiros, nestes ficheiros é possível comentar e tirar possíveis duvidas através de um chat, esta característica foi bastante útil, pois viemos a encontrar algumas dificuldades quando tentamos conjugar a nossa pattern com as pattern dos outros grupos, e com esta característica conseguimos estar em permanente contacto com eles. No final foi nos proposto desenvolver um protótipo em 3D, este que nos permitiu ter uma visão mais realista e dar a conhecer algumas problemáticas do nosso projeto.

Em suma e para concluir este programa veio se a revelar uma mais valia pela sua praticidade e possibilidades de comunicação, sendo que no nosso ponto de vista pode ser um bom objeto para projetos desenvolvidos a distancia, no entanto o contacto face a face é essencial, e faz toda a diferença no resultado final do projeto.



### 10.4.3 Testemunho Pattern Arrumos

#### Briefing

##### Sistema

Qualidades	Defeitos
-Fácil adaptação; -Versátil; -Fácil de usar	-O corte tem de ser muito preciso;

##### Programa

Qualidade	Defeitos
-Pioneiro; -Boa comunicação entre diferentes patterns; -Possibilidade de utilização de meio de comunicação móveis.	-Dependente de boa conexão á internet para um perfeito funcionamento; -Controles confusos.

##### Dinâmica

Qualidade	Defeitos
-Interação com diferentes anos (1º,2º,3º, etc); -Partilha de experiências; -Conhecimento sobre novas ferramentas.	