

M

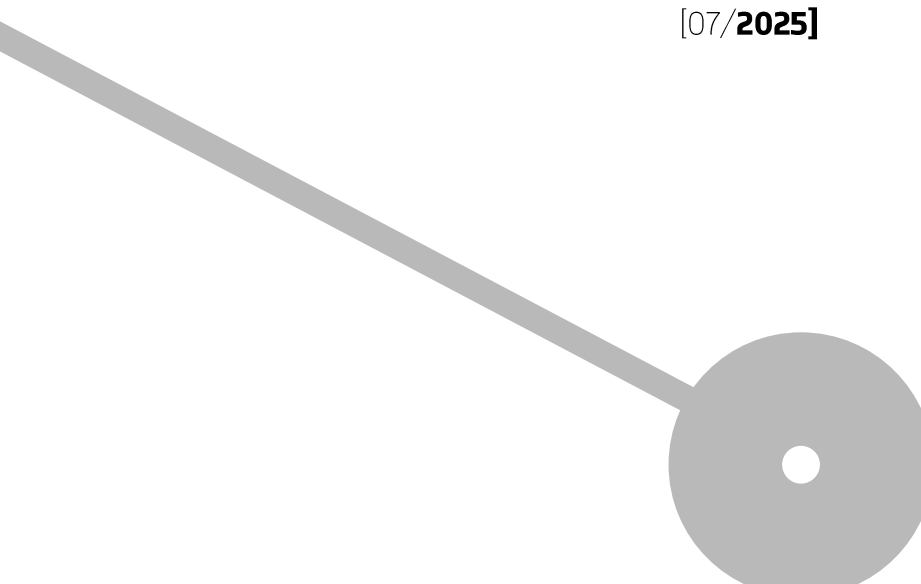
MESTRADO

MESTRADO EM DESIGN
ESPECIALIZAÇÃO EM DESIGN DE PRODUTO

A Marcenaria Moderna: o Futuro dos Encaixes entre a Tradição e a Tecnologia

Bruna Cristina Simão Correia

[07/2025]



Politécnico do Porto
Escola Superior de Media Artes e Design

Bruna Cristina Simão Correia

**A Marcenaria Moderna: o Futuro dos Encaixes entre
a Tradição e a Tecnologia**

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Design – Especialização em Design de Produto
Orientação: Prof. Doutor Dirk Gerard Celina Robert Loyens

Vila do Conde, julho de 2025

Politécnico do Porto
Escola Superior de Media Artes e Design

Bruna Cristina Simão Correia

**A Marcenaria Moderna: o Futuro dos Encaixes entre
a Tradição e a Tecnologia**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Design – Especialização em Design de Produto

Orientação: Prof. Doutor Dirk Gerard Celina Robert Loyens

Vila do Conde, julho de 2025

Bruna Cristina Simão Correia

**A Marcenaria Moderna: o Futuro dos Encaixes entre
a Tradição e a Tecnologia**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Design – Especialização em Design de Produto

Membros do Júri

Presidente

Prof.^a Doutora Cristina Ferreira Fonseca Lousada Soares

Escola Superior de Media Artes e Design – Instituto Politécnico do Porto

Vogal - Orientador

Prof. Doutor Dirk Gerard Celina Robert Loyens

Escola Superior de Media Artes e Design – Instituto Politécnico do Porto

Vogal - Arguente

Prof. Doutor Shujoy Chakraborty

Departamento Arte e Design – Universidade da Madeira

Vila do Conde, julho de 2025

AGRADECIMENTOS

Todo o percurso ao longo da dissertação representa um ciclo de aprendizagem constante e enriquecedor que só foi possível concluir com a orientação e o apoio de várias pessoas a quem agradeço profundamente.

Agradeço, em primeiro lugar, ao meu orientador, Professor Doutor Dirk Gerard Celina Robert Loyens, pelo acompanhamento atento, pelo incentivo e disponibilidade em reunir todas as semanas ao longo de todo o processo. A orientação e a pesquisa constante foram essenciais para conseguir um desenvolvimento estruturado desta dissertação.

À Escola Superior de Media Artes e Design do Politécnico do Porto e aos respetivos docentes, pelos dois anos de Mestrado em Design, que se tornaram um percurso de aprendizagem e conhecimento. Em especial, aos professores que acompanharam as apresentações, pelas suas orientações, sugestões e observações críticas que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Um agradecimento especial ao Marceneiro Sandro Braun da Marcenaria Artística Madeira Prima, cuja experiência, dedicação e conhecimento foram essenciais para a compreensão da abordagem artesanal. De igual forma, ao técnico da oficina da ESMAD, o Sr. Sérgio, a quem agradeço a disponibilidade, o rigor, o conhecimento e o apoio na realização das juntas de encaixe como representação da abordagem mecanizada. Aos designers com quem tive o privilégio de me reunir, a quem agradeço pelas conversas e pela partilha das várias perspetivas sobre o design e a relação entre o design, o artesanal e a inovação.

Da forma mais sincera que pode existir, agradeço aos meus pais e à minha família pela paciência, compreensão e pelo apoio constante nos momentos mais desafiantes.

RESUMO ANALÍTICO

Esta dissertação tem como principal objetivo explorar os sistemas de união em madeira e investigar o potencial da integração entre a marcenaria tradicional e as tecnologias de fabricação digital, com ênfase nas técnicas de encaixe que, cada vez mais, têm vindo a ser utilizadas no design contemporâneo. O enquadramento histórico e cultural da marcenaria nos diferentes contextos civilizacionais permitiu explorar as origens, as adaptações e a evolução das tipologias de encaixe enquanto sistemas construtivos que agregam valor funcional e estético às peças de mobiliário. O desenvolvimento da dissertação tem duas vertentes na sua estruturação: a vertente teórica, em que são analisados os métodos de execução manuais e as respetivas ferramentas e os desenvolvimentos tecnológicos que marcaram a transição para as técnicas mecanizadas através de softwares e da máquina CNC de 3 eixos. A vertente prática é assinalada através de uma pesquisa experimental que compara as juntas de encaixe realizadas na execução manual, em colaboração com o Marceneiro Sandro e na execução mecanizada. Através da tecnologia da máquina CNC de 3 eixos e com a colaboração com o técnico da oficina da ESMAD. A comparação realizada entre as duas execuções baseia-se em critérios de avaliação previamente estabelecidos como o design estético, a precisão, o grau de dificuldade de execução e o tempo de execução. Este estudo revela a importância e as vantagens das abordagens híbridas e contribui para um reconhecimento artesanal da marcenaria que, com a relação de complementaridade com as tecnologias, enriquece culturalmente e tecnicamente, propondo uma adaptação contemporânea ao design e às necessidades existentes.

Palavras-chave: Marcenaria; Encaixes; Inovação Tecnológica; Design.

ABSTRACT

This dissertation aims primarily to explore wood joining systems and investigate the potential integration between traditional woodworking and digital fabrication technologies, with an emphasis on joinery techniques that are increasingly used in contemporary design. The historical and cultural framework of woodworking in different civilizational contexts allowed for an exploration of the origins, adaptations, and evolution of joinery typologies as construction systems that add functional and aesthetic value to furniture pieces. The development of the dissertation has two main components in its structure: the theoretical aspect, in which manual execution methods and their respective tools, as well as the technological developments that marked the transition to mechanized techniques through software and 3 axis CNC machines, are analyzed. The practical aspect is highlighted through experimental research that compares joinery joints executed manually, in collaboration with the carpenter Sandro, and those executed mechanized using 3 axis CNC machine technology, in collaboration with the workshop technician at ESMAD. The comparison between the two execution methods is based on pre-established evaluation criteria such as aesthetic design, precision, degree of execution difficulty and execution time. This study reveals the importance and advantages of hybrid approaches and contributes to the artisanal recognition of woodworking which, through a complementary relationship with technology, enriches both culturally and technically, proposing a contemporary adaptation to design and existing needs.

Keywords: Woodworking; Joints; Technological Innovation; Design.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Enquadramento do Tema	19
1.2	Motivação	19
1.3	Objetivos	19
1.4	Relevância de Estudo	20
1.5	Limitações	21
1.6	Estrutura	21
1.7	Metodologia	23
2	ENQUADRAMENTO TEÓRICO	24
2.1	A Marcenaria	25
2.1.1	Contexto Histórico	25
2.1.2	A Evolução da Marcenaria	27
2.2	Técnicas da Marcenaria	30
2.3	Tipologias de Encaixe	40
2.4	Inovação Tecnológica	50
2.5	Conclusão	56
3	PESQUISA EXPERIMENTAL	58
3.1	Abordagem de Pesquisa	59
3.2	Procedimentos Adotados	59
3.3	Descrição do Processo de Design	63
3.3.1	Descrição do Material	63
3.3.2	Descrição das Ferramentas Manuais	72
3.3.3	Descrição das Máquinas	80
3.4	Critérios de Avaliação	82
3.5	Conclusão	84
4	DESENVOLVIMENTO DE DESIGN	86
4.1	Ideação do Conceito	87
4.2	Produção de Encaixes	88
4.2.1	Execução Manual	88
4.2.2	Execução Mecanizada	95

4.3	Comparação dos Encaixes	103
4.3.1	Vantagens e Limitações.....	110
5	DISCUSSÃO E RESULTADOS	114
5.1	Discussão e Resultados.....	115
5.1.1	Relação com os Objetivos do Trabalho.....	115
5.1.2	Limitações e Desafios.....	116
5.1.3	Integração entre Métodos e o Design.....	117
6	CONCLUSÃO	119
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122
	ANEXOS	133
	Anexo A – Variações das Tipologias de Encaixe	134
	Anexo B – Entrevista ao Marceneiro Sandro Braun – Marcenaria “Madeira-Prima”	140
	Anexo C – Madeiras e Derivados.....	145
	Anexo D – Entrevista ao Designer Gonçalo Campos	150
	Anexo E – Entrevista ao Designer Sérgio Lemos	158
	Anexo F – Entrevista ao Designer Rui Alves.....	167

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – “Kline”, cadeira de descanso utilizada na Grécia Antiga. Rodrigues, S. 2021. *Mobiliário na Grécia*. Fonte: adaptado de <https://historia-e-estilo-do-mobiliario6.webnode.page/estilos-de-mobiliario/mobiliario-na-grecia/>26
- Figura 2 – “Lectus”, assento com funções variadas na Roma Antiga. Rodrigues, S. 2021. *Mobiliário na Roma Antiga*. Fonte: adaptado de <https://historia-e-estilo-do-mobiliario6.webnode.page/estilos-de-mobiliario/mobiliario-na-roma-antiga/>.....26
- Figura 3 – “Armário *Tansu*” - Armário Japonês, Período Edo, Fernandes, 2024. *Armários Japoneses Tansu do Período Edo*. Fonte: adaptado de <https://tecnoideias.com/armarios-japoneses-tansu-do-periodo-edo/>..... 27
- Figura 4 - Peças de mobiliário renascentista: Arca Cassone, Lica, 2011. Fonte: adaptado de <https://andreiarenovandoereciclando.blogspot.com/search/label/Hist%C3%B3ria%20dos%20m%C3%B3veis>.....28
- Figura 5 - Peças de mobiliário renascentista: Cadeira Savonarola, Lica, 2011. Fonte: adaptado de <https://andreiarenovandoereciclando.blogspot.com/search/label/Hist%C3%B3ria%20dos%20m%C3%B3veis>.....28
- Figura 6 - Junta de Cauda de Andorinha, Home-Douglas et al. 1993. *Handbook of Joinery (Art of Woodworking)*. Fonte: adaptado de <https://pt.scribd.com/document/349880312/The-Art-of-Woodworking-Handbook-of-Joinery>34
- Figura 7 - Junta de Dedo, Home-Douglas et al. 1993. *Handbook of Joinery (Art of Woodworking)*. Fonte: adaptado de <https://pt.scribd.com/document/349880312/The-Art-of-Woodworking-Handbook-of-Joinery>.....34
- Figura 8 - Juntas de Cavilha. Home-Douglas et al. 1993. *Handbook of Joinery (Art of Woodworking)*. Fonte: adaptado de <https://pt.scribd.com/document/349880312/The-Art-of-Woodworking-Handbook-of-Joinery>.....35
- Figura 9 - Duet Chair. De La Espada. *DUET CHAIR - UPHOLSTERED SEAT*. Fonte: adaptado de <https://delaespada.com/products/753s-duet-chair-upholstered-seat>....37

Figura 10 - Duet Chair. De La Espada. <i>DUET CHAIR - UPHOLSTERED SEAT</i> . Fonte: adaptado de https://delaespada.com/products/753s-duet-chair-upholstered-seat	37
Figura 11 - Andreu Worls by Starck. Design. 2022. <i>Andreu Worls by Starck</i> . Fonte: adaptado de https://www.starck.com/andreu-world-by-starck-p4684	38
Figura 12 - Andreu Worls by Starck. Design. 2022. <i>Andreu Worls by Starck</i> . Fonte: adaptado de https://www.starck.com/andreu-world-by-starck-p4684	38
Figura 13 - N-S02-Sofa. Architects, N. 2024. <i>N-s02-sofa</i> . Fonte: adaptado de https://normcph.com/project/n-s02-sofa/	39
Figura 14 - N-S02-Sofa. Architects, N. 2024. <i>N-s02-sofa</i> . Fonte: adaptado de https://normcph.com/project/n-s02-sofa/	39
Figura 15 - Turner Carver. Charles Dedman via Instagram. 2021. Fonte: adaptado de https://www.instagram.com/charlesdedman/	39
Figura 16 - Turner Carver. Charles Dedman via Instagram. 2021. Fonte: adaptado de https://www.instagram.com/charlesdedman/	39
Figura 17 - Folding Musical Instruments, Brian Chan in Hybrid Crafts. Zoran. 2015. Fonte: adaptado de https://doi.org/10.1162/LEON_a_01093	40
Figura 18 - Folding Musical Instruments, Brian Chan in Hybrid Crafts. Zoran. 2015. Fonte: adaptado de https://doi.org/10.1162/LEON_a_01093	40
Figura 19 - Juntas de Encaixe <i>Tsugite</i> . Nakahara, Y., Sato, H. 1983. <i>The Complete Japanese Joinery</i> . Fonte: adaptado de https://pt.scribd.com/document/519234021/406253663-the-Complete-Japanese-Joinery-PDF	42
Figura 20 - Juntas de Encaixe <i>Shiguchi</i> . Nakahara, Y., Sato, H. (1983). <i>The Complete Japanese Joinery</i> . Fonte: adaptado de https://pt.scribd.com/document/519234021/406253663-the-Complete-Japanese-Joinery-PDF	43
Figura 21 - Junta de Cauda de Andorinha Passante Curvada “Curved Through Dovetail”. Home-Douglas et al. 1993. <i>Handbook of Joinery (Art of Woodworking)</i> . Fonte: adaptado de https://pt.scribd.com/document/349880312/The-Art-of-Woodworking-Handbook-of-Joinery	44

Figura 22 - Junta de Furo e Espiga Passante “Through Mortise and Tenon” Jackson, A., Day, D. 1995. <i>Good Wood Joints</i> . Fonte: adaptado de https://pt.scribd.com/document/419508879/Good-Wood-Joints	45
Figura 23 - Junta de Dedo “Finger Joint”, Jackson, A., Day, D. 1995. <i>Good Wood Joints</i> . Fonte: adaptado de https://pt.scribd.com/document/419508879/Good-Wood-Joints	45
Figura 24 - Junta de Topo Borda com Face “Edge-to-Face Butt Joint”. Home-Douglas et al. 1993. <i>Handbook of Joinery (Art of Woodworking)</i> . Fonte: adaptado de https://pt.scribd.com/document/349880312/The-Art-of-Woodworking-Handbook-of-Joinery	46
Figura 25 - Junta de Macho e Fêmea “Tongue and Groove Joint”. Home-Douglas et al. 1993. <i>Handbook of Joinery (Art of Woodworking)</i> . Fonte: adaptado de https://pt.scribd.com/document/349880312/The-Art-of-Woodworking-Handbook-of-Joinery	47
Figura 26 - Junta de Esquadria de Borda “Edge Miter Joint”. Home-Douglas et al. (1993). <i>Handbook of Joinery (Art of Woodworking)</i> . Fonte: adaptado de https://pt.scribd.com/document/349880312/The-Art-of-Woodworking-Handbook-of-Joinery	47
Figura 27 - Junta de Sobreposição “Lap Joint”. Jackson, A., Day, D. 1995. <i>Good Wood Joints</i> . Fonte: adaptado de https://pt.scribd.com/document/419508879/Good-Wood-Joints	48
Figura 28 - Máquina de CNC com 3 eixos. Luzacril. <i>Fresadoras/CNC</i> . Fonte: adaptado de https://www.luzacril.pt/_rocket&ctd=3125	52
Figura 29 - Software CAD em utilização. Autodesk. <i>CAD Software</i> . Fonte: adaptado de https://www.autodesk.com/br/solutions/cad-software	53
Figura 30 - Máquina de gravação e corte a laser. Virmer. 2022. <i>What is a laser engraving machine for wood</i> . Fonte: adaptado de https://virmer.com/pt/what-is-a-laser-engraving-machine-for-wood/	54

Figura 31 - Máquina de Impressão 3D. Fabro, C. 2021. <i>Impressora 3D: veja seis modelos para comprar</i> . Fonte: adaptado de https://www.techtudo.com.br/listas/2021/11/impresora-3d-veja-seis-modelos-para-comprar-no-brasil.ghtml	55
Figura 32 - Junta de Encaixe Impressão 3D. Archive, D. 2015. <i>3D printed joints by Ollé Gellért</i> . Fonte: adaptado de https://www.domusweb.it/en/news/2015/08/01/olle_gellert_3d_printed_joints.html	55
Figura 33 - Veios da madeira de Castanho. Madeiras, J. L. 2024. Fonte: adaptado de https://www.jlm.com.pt/castanho/	65
Figura 34 - Grão da madeira de Acácia. Madeiras, J. L. 2024. Fonte: adaptado de https://www.jlm.com.pt/acacia/	65
Figura 35 - Madeira de Castanho. Leitão, J. P. 2018. <i>Castanho</i> . Fonte: adaptado de https://www.jpleitao.pt/wp-content/uploads/2022/12/j-pinto-leitao-madeira-castanho.pdf	68
Figura 36 - Projeto de Bancos. Paixão, T. 2017. <i>Madeira Prima: Laboratório na Gardunha</i> . Fonte: adaptado de https://www.rtp.pt/play/p2786/e763405/madeira-prima	68
Figura 37 - Madeira de Carvalho Francês. Madeiras, J. L. 2024. <i>Carvalho Europeu</i> . Fonte: adaptado de https://www.jlm.com.pt/carvalho-europeu-a-madeira-folhosa-classica/	69
Figura 38 - Projeto de Aparador. Paixão, T. 2016. <i>Madeira Prima: No brilho da plaina</i> . Fonte: adaptado de https://www.rtp.pt/play/p2786/e763380/madeira-prima	69
Figura 39 - Madeira de Pinho. Leitão, J. P. 2018. <i>Pinho</i> . Fonte: adaptado de https://www.jpleitao.pt/wp-content/uploads/2022/12/Pinho.pdf	70
Figura 40 - Projeto de Mesa de Jantar. Paixão, T. 2016. <i>Madeira Prima: Auto-Projetos</i> . Fonte: adaptado de https://www.rtp.pt/play/p2786/e763385/madeira-prima	70
Figura 41 - Contraplacado. Santos, J. 2015. AIMMP. <i>A Riqueza das Madeiras Portuguesas. Transformação e Derivados</i> . A Regional - Artes Gráficas e Publicidade, Lda. Fonte: adaptado de https://aimmp.pt/wp-content/uploads/2024/03/2.-A-Riqueza-das-Madeiras-Portuguesas-Transformacao-e-Derivados.pdf	71
Figura 42 - Suporte para Bicicletas. Paixão, T. 2016. <i>Madeira Prima: Leves e Portáteis</i> . Fonte: adaptado de https://www.rtp.pt/play/p2786/e763375/madeira-prima	71
Figura 43 - Antarte Museum, 2024. Fonte: adaptado de https://antarte.pt/pt/antarte-museum	72

Figura 44 - Ferramentas Manuais: (1) – Formões, (2) – Maço/Martelo, (3) – Esquadro, (4) – Faca de Marceneiro, (5) - Graminho, (6) – Serrote, (7) – Grampo de Aperto. Fonte: Figura do Autor.....	74
Figura 45 - Formões, Marcenaria Artística. Fonte: Figura do Autor.....	75
Figura 46 - Maço de Madeira, Antarte Museum. Fonte: Figura do Autor.	76
Figura 47 - Maço de Nylon, Marcenaria Artística. Fonte: Figura do Autor.	76
Figura 48 - Esquadros de Madeira, Antarte Museum. Fonte: Figura do Autor.....	76
Figura 49 - Esquadro de Metal, Marcenaria Artística. Fonte: Figura do Autor	76
Figura 50 - Faca de Marceneiro, Marcenaria Artística. Fonte: Figura do Autor	77
Figura 51 - Graminhos, Marcenaria Artística. Fonte: Figura do Autor.	78
Figura 52 - Serrotes, Antarte Museum. Fonte: Figuras do Autor.....	78
Figura 53 - Serrotes, Antarte Museum. Fonte: Figuras do Autor.	78
Figura 54 - Plainas, Antarte Museum. Fonte: Figuras do Autor.....	79
Figura 55 - Plainas, Antarte Museum. Fonte: Figuras do Autor.....	79
Figura 56 - Máquina CNC da Oficina da ESMAD. Fonte: Figuras do Autor.	82
Figura 57 - Máquina CNC da Oficina da ESMAD. Fonte: Figuras do Autor.....	82
Figura 58 - Processo de Execução Manual da Junta de Cauda de Andorinha. Fonte: Figura do Autor.....	90
Figura 59 - Processo de Execução Manual da Junta de Cauda de Andorinha. Fonte: Figura do Autor.....	90
Figura 60 - Processo de Execução Manual da Junta de Cauda de Andorinha. Fonte: Figura do Autor.....	90
Figura 61 - Junta de Cauda de Andorinha - Execução Manual. Fonte: Figura do Autor.....	90
Figura 62 - Junta de Cauda de Andorinha - Execução Manual. Fonte: Figura do Autor...	90
Figura 63 - Processo de Execução Manual da Junta de Furo e Espiga. Fonte: Figura do Autor.....	91

Figura 64 - Processo de Execução Manual da Junta de Furo e Espiga. Fonte: Figura do Autor.....	91
Figura 65 - Processo de Execução Manual da Junta de Furo e Espiga. Fonte: Figura do Autor.....	91
Figura 66 - Junta de Furo e Espiga - Execução Manual. Fonte: Figura do Autor.	92
Figura 67 - Junta de Furo e Espiga - Execução Manual. Fonte: Figura do Autor.....	92
Figura 68 - Processo de Execução Manual da Junta de Macho e Fêmea. Fonte: Figura do Autor.....	92
Figura 69 - Processo de Execução Manual da Junta de Macho e Fêmea. Fonte: Figura do Autor.....	92
Figura 70 - Processo de Execução Manual da Junta de Macho e Fêmea. Fonte: Figura do Autor.....	92
Figura 71 - Junta de Macho e Fêmea - Execução Manual. Fonte: Figura do Autor.....	93
Figura 72 - Junta de Macho e Fêmea - Execução Manual. Fonte: Figura do Autor.....	93
Figura 73 - Processo de Execução Manual da Junta de Sobreposição. Fonte: Figura do Autor.....	94
Figura 74 - Processo de Execução Manual da Junta de Sobreposição. Fonte: Figura do Autor.....	94
Figura 75 - Processo de Execução Manual da Junta de Sobreposição. Fonte: Figura do Autor.....	94
Figura 76 - Junta de Sobreposição - Execução Manual. Figuras do Autor.....	94
Figura 77 - Junta de Sobreposição - Execução Manual. Figuras do Autor.....	94
Figura 78 - Processo de Execução Mecanizada da Junta de Sobreposição a Meia Madeira. Fonte: Figura do Autor.....	97
Figura 79 - Processo de Execução Mecanizada da Junta de Sobreposição a Meia Madeira. Fonte: Figura do Autor.....	97
Figura 80 - Processo de Execução Mecanizada da Junta de Sobreposição a Meia Madeira. Fonte: Figura do Autor.....	97
Figura 81 - Junta de Sobreposição a Meia Madeira - Execução Mecanizada. Fonte: Figura do Autor.....	97

Figura 82 - Junta de Sobreposição a Meia Madeira - Execução Mecanizada. Fonte: Figura do Autor.....	97
Figura 83 - Processo de Execução Mecanizada da Junta de Cauda de Andorinha Sobreposta. Fonte: Figura do Autor.....	98
Figura 84 - Processo de Execução Mecanizada da Junta de Cauda de Andorinha Sobreposta. Fonte: Figura do Autor.....	98
Figura 85 - Processo de Execução Mecanizada da Junta de Cauda de Andorinha Sobreposta. Fonte: Figura do Autor.	98
Figura 86 - Junta de Cauda de Andorinha Sobreposta - Execução Mecanizada. Fonte: Figura do Autor.....	99
Figura 87 - Junta de Cauda de Andorinha Sobreposta - Execução Mecanizada. Fonte: Figura do Autor.....	99
Figura 88 - Processo de Execução Mecanizada da Junta de Dedo. Fonte: Figura do Autor.....	100
Figura 89 - Processo de Execução Mecanizada da Junta de Dedo. Fonte: Figura do Autor.....	100
Figura 90 - Processo de Execução Mecanizada da Junta de Dedo. Fonte: Figura do Autor.	100
Figura 91 - Junta de Dedo - Execução Mecanizada. Fonte: Figuras do Autor.....	100
Figura 92 - Junta de Dedo - Execução Mecanizada. Fonte: Figuras do Autor.....	100
Figura 93 - Processo de Execução Mecanizada da Junta de Furo Aberto e Espiga. Fonte: Figura do Autor.....	101
Figura 94 - Processo de Execução Mecanizada da Junta de Furo Aberto e Espiga. Fonte: Figura do Autor.....	101
Figura 95 - Processo de Execução Mecanizada da Junta de Furo Aberto e Espiga. Fonte: Figura do Autor.....	101
Figura 96 - Junta de Furo Aberto e Espiga - Execução Mecanizada. Fonte: Figura do Autor.....	102
Figura 97 - Junta de Furo Aberto e Espiga - Execução Mecanizada. Fonte: Figura do Autor.	102

Figura 98 - Detalhes da Junta de Cauda de Andorinha. Fonte: Figura do Autor.....	104
Figura 99 - Detalhes da Junta de Cauda de Andorinha. Fonte: Figura do Autor.....	104
Figura 100 - Detalhes da Junta de Furo e Espiga. Fonte: Figura do Autor.....	105
Figura 101 - Detalhes da Junta de Furo e Espiga. Fonte: Figura do Autor.....	105
Figura 102 - Detalhes da Junta de Macho e Fêmea. Fonte: Figura do Autor.....	105
Figura 103 - Detalhes da Junta de Macho e Fêmea. Fonte: Figura do Autor.....	105
Figura 104 - Detalhes da Junta de Sobreposição. Fonte: Figura do Autor.....	106
Figura 105 - Detalhes da Junta de Sobreposição. Fonte: Figura do Autor.....	106
Figura 106 - Estudos de Tolerâncias da Junta de Cauda de Andorinha Sobreposta. Fonte: Figura do Autor.....	107
Figura 107 - Estudos de Tolerâncias da Junta de Cauda de Andorinha Sobreposta. Fonte: Figura do Autor.....	107
Figura 108 - Detalhes da Junta de Furo Aberto e Espiga. Fonte: Figura do Autor.....	108
Figura 109 - Detalhes da Junta de Furo Aberto e Espiga. Fonte: Figura do Autor.	108
Figura 110 - Estudo de Tolerâncias da Junta de Dedo. Fonte: Figura do Autor.....	108
Figura 111 - Estudo de Tolerâncias da Junta de Dedo. Fonte: Figura do Autor.....	108
Figura 112 - Detalhes da Junta de Sobreposição a Meia Madeira. Fonte: Figura do Autor.....	109
Figura 113 - Detalhes da Junta de Sobreposição a Meia Madeira. Fonte: Figura do Autor.	109

Capítulo

1 . INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento do Tema

A marcenaria é um ofício tradicional que apresenta um longo trajeto de evolução histórica e diversas técnicas representadas através de métodos de união de peças de madeira, como os encaixes. Os métodos de encaixes têm vindo a ser desenvolvidos ao longo de séculos e, cada vez mais, refletem as necessidades do design moderno.

As técnicas de encaixe, desde sempre se adaptaram, de igual forma, às necessidades culturais, funcionais e estéticas de cada uma das épocas em que eram utilizados os encaixes. Desde que surgiram as inovações tecnológicas, em especial a introdução de máquinas no processo de um produto, que a marcenaria tem vindo a apresentar uma transformação significativa para se conseguir adaptar e corresponder às expectativas dos interessados que ainda recorrem às técnicas tradicionais como escolha para as peças de mobiliário.

A junção dos métodos tradicionais e da inovação tecnológica apresenta o desafio de manter as práticas artesanais com a exploração da mecanização de forma a melhorar a eficiência, a precisão e o design das peças. Assim sendo, esta dissertação é um estudo realizado neste contexto dinâmico, de forma a analisar as interações entre as técnicas tradicionais de marcenaria, a evolução dos encaixes e a introdução das inovações tecnológicas.

1.2 Motivação

A motivação para este estudo surge do interesse pela madeira e pela marcenaria que apresenta um contexto e evolução histórica bastante interessantes de forma a despertar um interesse maior pelas técnicas de encaixe. A marcenaria é um método de trabalho que preserva as técnicas tradicionais e o artesanato e é considerada uma expressão cultural, funcional e estética que se foi adaptando aos diferentes períodos históricos. E, com a introdução da mecanização e o crescente uso das ferramentas digitais, tem-se vindo a desencadear um desafio e um futuro inovador no que diz respeito às técnicas tradicionais.

1.3 Objetivos

Esta investigação tem como objetivo principal explorar sistemas de união em madeira que integrem o conhecimento da marcenaria tradicional com as

potencialidades das tecnologias de fabricação digital. Através desta convergência de técnicas, pretende-se compreender como é que os sistemas de encaixe respondem às necessidades do design contemporâneo, preservando simultaneamente os princípios fundamentais do trabalho em madeira. Apesar de haver um objetivo principal, existem objetivos específicos relacionados com o tema como:

- A investigação e análise da importância histórica e cultural da marcenaria;
- O estudo da evolução das técnicas e ferramentas de forma a avaliar como é que essa evolução impactou o processo de produção das peças;
- A exploração das principais tipologias de encaixe tradicionais, tendo em consideração os encaixes japoneses, de forma a analisar as aplicações e as vantagens de cada encaixe;
- A análise da importância da marcenaria no contexto atual do design;
- A comparação os métodos tradicionais com os métodos industriais utilizados na produção de peças de mobiliário;
- A análise do impacto que a tecnologia pode ter na marcenaria como forma de desenvolvimento de novos formatos de encaixe;
- O desenvolvimento de um breve estudo de exemplos práticos de encaixes tradicionais e das respetivas variações como forma de exploração da aplicação das técnicas manuais em comparação com os métodos tecnológicos da máquina CNC;

1.4 Relevância de Estudo

Este estudo é relevante para responder à necessidade de conseguir documentar e valorizar as técnicas tradicionais agregando as novas tecnologias de uma forma positiva e útil à marcenaria, estabelecendo uma ligação em que os dois métodos possam ser utilizados. Além disso, ao explorar como é que a tecnologia pode aprimorar ou reinterpretar algumas das tipologias de encaixe, esta dissertação procura, de certa forma, contribuir para a valorização das técnicas tradicionais e para a exploração da interação entre a tradição e a inovação. Uma vez que este estudo promove a reflexão sobre a relação entre as técnicas manuais e as técnicas mecanizadas, esta dissertação oferece valores importantes que facilitam a compreensão e adaptação das técnicas e das práticas, uma vez que o mercado está em constante transformação e apresenta novas necessidades.

1.5 Limitações

Apesar desta dissertação abranger diversos temas, tanto a nível histórico da marcenaria tradicional como a nível tecnológico, abordando as diversas inovações tecnológicas existentes no mercado, a mesma apresenta determinadas limitações no que diz respeito ao desenvolvimento do estudo. Assim sendo, algumas dessas limitações estão presentes nas diversas fases da dissertação e em aspetos como:

- Focar mais nas técnicas e nos tipos de encaixe, acabando por limitar o tema e não abranger todas as práticas envolvidas na marcenaria;
- A parte da pesquisa experimental, uma vez que o conteúdo irá depender da máquina CNC disponível para os testes, que no caso foi uma CNC de 3 eixos;
- A quantidade de tipologias executadas, ou seja, haverá um limite de testes que rondam os 4 exemplos;
- O número limitado de madeira utilizada na pesquisa experimental, sendo estudados apenas três tipos de madeira e um derivado;
- A referência à inovação tecnológica ser realizada de um ponto de vista mais geral, não aprofundando as possíveis implicações que se pode adquirir ao utilizar as inovações tecnológicas no setor da marcenaria;
- Avaliação baseada em critérios definidos tendo em conta os objetivos do estudo e os recursos disponíveis. Determinados testes exploratórios como a resistência mecânica dos encaixes não foram realizados devido a limitações técnicas;
- As execuções foram realizadas com intervenientes, no caso da execução manual foi pelo marceneiro e na execução mecanizada foi pelo técnico da oficina, de modo a executar os processos com precisão e de forma correta;

1.6 Estrutura

Esta dissertação está elaborada por capítulos onde se integra a parte da pesquisa teórica e a parte prática de forma a explorar a evolução que os diferentes encaixes tiveram ao longo dos tempos, destacando o equilíbrio que pode ser feito entre as técnicas tradicionais e o uso de máquinas para desenvolver novas formas de encaixe ou adaptar as formas já existentes. Cada um dos seguintes capítulos aborda os diferentes pontos de

pesquisa, desde a contextualização histórica e cultural até à parte prática e, posteriormente, a análise dos resultados obtidos.

O **primeiro capítulo** remete para esta fase atual, a fase de Introdução onde se faz um enquadramento do tema, abordando a motivação, os objetivos, a relevância que o estudo apresenta, as limitações e a metodologia, contextualizando os leitores do estudo desenvolvido.

O **segundo capítulo** destina-se à fase do Enquadramento Teórico que tem como objetivo conseguir construir, de forma sustentada, o início da parte teórica abordando temas como a evolução histórica e cultural da marcenaria, com principal destaque nas técnicas de encaixe para peças de mobiliário, bem como a importância da marcenaria no design moderno e o impacto da inovação tecnológica na marcenaria tradicional.

No **terceiro capítulo**, aborda-se a Pesquisa Experimental onde vai ser realizada a descrição do processo de design, tendo em consideração a abordagem da pesquisa e os métodos adotados no estudo, em que se estuda a madeira como principal matéria-prima utilizada na marcenaria e se faz uma descrição das ferramentas tradicionais e máquinas modernas. Esta etapa é necessária para avaliar como é que cada material pode influenciar na escolha dos encaixes e na durabilidade das peças.

O **quarto capítulo** é o Desenvolvimento do Design, fase em que se analisa as principais técnicas de encaixe e desenvolve a ideação do conceito para a parte prática, produzindo os encaixes através das abordagens manual e mecanizada de forma a se comparar os encaixes, avaliando as principais diferenças entre os encaixes produzidos através dos diferentes processos. Esta fase é fundamental para compreender como é que as tecnologias de fabricação digital podem não só replicar técnicas tradicionais, mas também adaptar as diversas possibilidades de união existentes.

No **quinto capítulo**, fase de Discussão, são discutidos os resultados obtidos e relaciona-se esses resultados com a relação com os objetivos iniciais, as limitações e desafios que foram constituídos ao longo da dissertação e a relação entre os métodos propostos e o design.

O **sexto capítulo** é o da Conclusão onde é feito um resumo dos resultados, a contribuição da pesquisa para a área da marcenaria e do design e as considerações finais do que foi este processo. Os resultados esperados para esta dissertação incluem uma valorização das técnicas de encaixe utilizadas na marcenaria, que contribuem para a

preservação desse conhecimento artesanal e uma compreensão clara de como é que as técnicas tradicionais podem ser interligadas com as tecnologias em prol da relação entre o artesanato, o design e a tecnologia.

1.7 Metodologia

A metodologia adotada para esta investigação traduz-se na combinação de uma abordagem qualitativa com a vertente prática e exploratória que tem como objetivo analisar o potencial dos sistemas de união em madeira que integrem o conhecimento da marcenaria tradicional com as potencialidades das tecnologias de fabricação digital. Com o intuito de compreender e analisar diferentes perspetivas sobre a prática manual e as inovações tecnológicas, foram realizadas três reuniões com designers experientes na área e uma entrevista com um marceneiro a fim de compreender o contexto tradicional da marcenaria.

Paralelamente ao estudo teórico acerca da marcenaria tradicional, foi desenvolvida uma pesquisa experimental que se baseou na execução de quatro tipologias de encaixe em contexto manual, em colaboração com o marceneiro e quatro tipologias de encaixe em contexto mecanizado, recorrendo a uma CNC de 3 eixos, com apoio técnico especializado.

Devido às limitações presentes no estudo prático, como forma de avaliar e comparar os dois processos de execução, foram definidos critérios de avaliação centrados no design estético das tipologias de encaixe, o grau de dificuldade de cada execução, a precisão e o tempo de execução das peças executadas. O foco destes critérios consistiu na compreensão das vantagens de ambas as abordagens e em como é que essas vantagens poderiam contribuir para se estabelecer um equilíbrio produtivo e conceptual que fosse capaz de valorizar e explorar o futuro da marcenaria tradicional.

Capítulo

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1 A MARCENARIA

A marcenaria é uma forma de arte que está interligada às diferentes áreas visuais como a arquitetura, por criar peças de mobiliário que se destacam tanto pela sua parte funcional como também pelo valor estético, cultural e histórico que apresenta. Cada móvel é visto como uma síntese da importância das várias perspetivas da marcenaria como o contexto histórico, a função utilitária, a dimensão educacional e a perspetiva estilística das várias épocas da história (Marcellini, 1998).

Um ofício artístico tradicional como a marcenaria remete ao envolvimento e à criação de peças a partir de madeiras que apresentam características e uma qualidade superior às madeiras convencionais. Dentro deste ofício, existem conhecimentos fundamentais que o marceneiro deve dominar, como o desenho, as técnicas de união e ensablamento da madeira e, posteriormente, os acabamentos adequados para cada móvel (Gibert et al., 2000). A prática das técnicas de encaixe é utilizada, desde há muitos séculos, na produção de peças de mobiliário, exercendo uma função essencial nas áreas de design, de engenharia e de arquitetura, por facilitar a criação de várias estruturas funcionais nas diversas áreas (Liggett, n.d.a).

2.1.1 Contexto Histórico

Antigas civilizações, como as gregas e as romanas, destacavam-se neste ofício por trabalharem com diversos tipos de madeiras como a madeira de oliveira e a de cedro. Estas civilizações utilizavam as madeiras para produzirem peças de mobiliário elaboradas que eram, frequentemente, enriquecidas com tecidos luxuosos para a época, como a seda e embutidos com diversos materiais preciosos como a madre pérola e ouro (Gibert et al., 2000).

Com o desenvolvimento das civilizações, a produção de determinadas peças passou a adquirir uma forma de arte, sobretudo em criações direcionadas às habitações. A vertente artística, com o avanço cultural das sociedades, começou a evoluir e originou os primeiros estilos arquitetónicos (Marcellini, 1998).

A marcenaria, nesse sentido, teve um destaque bastante significativo por todo o mundo uma vez que era um ofício que ia para além de uma prática utilitária, este ofício expressava os valores culturais e artísticos de cada uma das épocas (Craftsian, 2024). A

época do surgimento dos estilos fez com que a marcenaria desenvolvesse peças artísticas mais sofisticadas, que interligavam a delicadeza e o requinte das mesmas (Gibert et al., 2000).

Segundo Marcellini (1998, p.250), “Chamamos de estilo a um conjunto de normas artísticas resultantes de concepções morais e religiosas, de exigências da vida e de possibilidades técnicas.”. Cada período desenvolveu estilos que se refletiram nas épocas seguintes como a arte Egípcia (3000-1000 a.C.), a arte Grega (600-300 a.C.), a arte Romana (100 a.C - 400 d.C.), a arte Bizantina (100-700 d.C.), o estilo Romântico (800-1200 d.C.) e o estilo Gótico (1200-1400 d.C.) (Marcellini, 1998).

No Egito, os trabalhos produzidos tinham significados mais metafóricos e místicos e eram evidenciados nas peças de mobiliário mais sofisticadas e em esculturas decorativas que remetiam aos locais sagrados. Na Grécia, o mobiliário apresenta estruturas mais harmoniosas e detalhadas com particularidades que remetem à natureza. Por sua vez, em Roma, as técnicas de embutidos, elevaram a arte da marcenaria daquela época a padrões bastantes superiores, evidenciando o valor que a estética e a funcionalidade tinham nas peças de mobiliário. Estas práticas deixaram uma marca longínqua que acabou por influenciar a marcenaria ao longo das épocas e dos séculos até à atualidade, no contexto da marcenaria moderna (Craftisian, 2024).



Figura 1 – “Kline”, cadeira de descanso utilizada na Grécia antiga, Rodrigues, 2021.

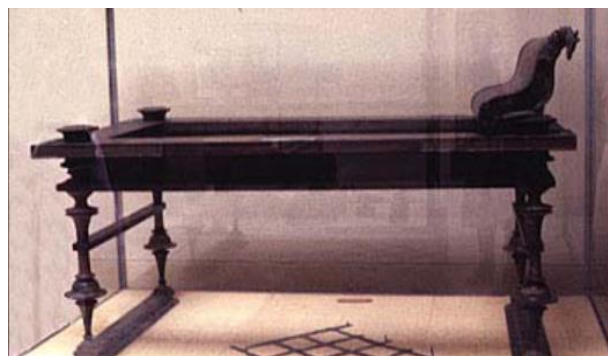


Figura 2 - “Lectus”, assento com funções variadas na Roma antiga, Rodrigues, 2021.

Apesar da marcenaria tradicional estar mais desenvolvida na Europa, é possível verificar que o Japão apresentava técnicas mais avançadas no que dizia respeito à construção em madeira. A marcenaria japonesa não estava presente apenas nas peças

de mobiliário, mas também em obras decorativas e religiosas e em construções residenciais, uma vez que a arquitetura japonesa não se diferenciava da carpintaria ou da marcenaria (Seike, 1977).

“A carpintaria no Japão desenvolveu-se dentro de um sistema de guildas familiares que, por vezes, parece ter sido incomparável na sua autoridade absoluta e na proteção de guildas. Não apenas existiam guildas especializadas, como aquelas que voltadas para a construção de santuários, templos e residências [...]” (Seike, 1977, p.7)

Habitualmente, tanto no mobiliário como nas construções residenciais japonesas, a peça deve apresentar uma estrutura resistente e ter uma junta de encaixe muito precisa no que diz respeito à função estrutural e deve apresentar uma aparência esteticamente apelativa no acabamento (Nakahara & Sato, 1983).



Figura 3 - “Armário *Tansu*” - Armário Japonês, Período Edo, Fernandes, 2024.

2.1.2 A Evolução da Marcenaria

Ao longo de toda a história, as técnicas da marcenaria têm sofrido evoluções que estão diretamente ligadas às transformações económicas, sociais e culturais. Devido a estas transformações, as práticas da marcenaria têm vindo a ser moldadas de acordo

com as necessidades das sociedades e da evolução nos modos de produção que passaram a ser cada vez mais industrializados (Sons, 2023).

Desde os tempos antigos que a marcenaria tem sido essencial para a construção de peças de mobiliário e desde então, as ferramentas e os processos de produção foram-se adaptando às necessidades existentes, fazendo com que as técnicas pudessem ser mais sofisticadas, criando peças que não fossem apenas funcionais, mas que também tivessem um design mais aprimorado. O valor das peças de mobiliário estava diretamente ligado à prática da execução manual e à criatividade do marceneiro. Assim sendo, o tipo de marcenaria praticada estava orientado pelos fatores económicos e sociais das culturas (Bonilla, 2023).

Nas épocas passadas, os marceneiros utilizavam ferramentas mais simples para unir e trabalhar a madeira, o que fazia com que os processos de produção fossem mais demorados devido à produção manual, mas ainda assim, as soluções apresentadas pelos marceneiros eram inovadoras e ao mesmo tempo funcionais, permitindo que o processo de realização das peças ultrapassasse as limitações existentes a nível tecnológico. À medida que a industrialização progredia, surgiram as primeiras máquinas que motivaram a substituição das ferramentas tradicionais pelas máquinas que funcionavam a vapor ou a eletricidade, fazendo com que as técnicas fossem executadas com uma maior precisão, valorizando resistência e a vida útil dos móveis (Liggett, n.d.b).

A época do Renascimento foi um período em que os designs das peças e as técnicas da marcenaria foram mais exploradas, resultando em móveis e peças decorativas mais detalhadas e inovadoras, em que o uso de folheados e entalhes ornamentais passaram a ser evidentes (Liggett, n.d.c).



Figura 4 e Figura 5 - Peças de mobiliário renascentista: Arca Cassone e Cadeira Savonarola respetivamente, Lica, 2011.

- **A Revolução Industrial**

O início da Revolução Industrial nos séculos XVIII e XIX trouxe à marcenaria a mecanização e produção em massa onde eram utilizadas máquinas como o torno e a serra de fita que permitiam que a produção dos móveis fosse mais rápida em comparação com a produção manual. Com esta evolução, a produção em massa trouxe inúmeras mudanças à marcenaria como a introdução de novas tecnologias, a eficiência aumentada significativamente e menos detalhe nas peças produzidas, tornando os móveis da marcenaria mais acessíveis e mais padronizados. A partir destas mudanças, os marceneiros tiveram de adaptar as suas técnicas às tecnologias existentes de forma a atender às necessidades da indústria, estabelecendo uma relação equilibrada entre os processos manuais e as inovações tecnológicas (Creation, 2023; Liggett, s.d.c).

Com o impacto da revolução industrial, a marcenaria tradicional, baseada em conhecimentos e execução unicamente manual, foi substituída por produtos fabricados através da produção em massa. A introdução das máquinas a vapor no setor da marcenaria fez com que as peças de mobiliário fossem fabricadas em maiores quantidades, num curto espaço de tempo e que tivessem um menor custo de produção, o que fez com que os marceneiros se tivessem de reinventar para competir com as ofertas de produtos padronizados e baratos das grandes indústrias de produção a larga escala (Admin, 2023; Sons, 2023). Atualmente, os fatores socioeconómicos continuam a moldar a marcenaria através da introdução das inovações tecnológicas, como forma de explorar o potencial das técnicas artesanais.

Deste modo, a marcenaria tem-se adaptado, constantemente, aos contextos socioeconómicos porque está interligada a dinâmicas externas como o consumo em massa e a industrialização. O percurso da marcenaria evoluiu conforme as necessidades sociais, culturais e económicas das diferentes culturas que estão em constante mudança (Sons, 2023).

2.2 TÉCNICAS DA MARCENARIA

As técnicas da marcenaria consistem em métodos utilizados para unir duas partes de madeira de forma a garantir uma ligação resistente e estável entre elas. Desde há muitos séculos que se utilizam essas práticas, com o objetivo de fabricar peças de mobiliário que apresentem qualidade superior e robustez. Existem diversas técnicas tradicionais que influenciam diretamente a qualidade dos encaixes e da peça, uma vez que é necessário destreza e precisão para serem executadas. Ainda nos dias de hoje, essas técnicas tradicionais são utilizadas devido à estabilidade e resistência ao longo do tempo, apesar das mesmas exigirem mais tempo e esforço para serem executadas do que as técnicas contemporâneas (Projects, 2024).

As técnicas de encaixe são fundamentais no que diz respeito à marcenaria tradicional uma vez que, para além de representarem as técnicas de construção que têm vindo a ser executadas ao longo dos anos, as técnicas de encaixe são também um aspeto cultural bastante significativo. Nas técnicas de junção, a marcenaria é refletida através de uma harmonia estabelecida entre a função e a forma das produções das peças de mobiliário (Guangzhou & Porncharoen, 2024).

“O mobiliário torna-se intemporal quando a sua presença tem a capacidade de definir a alma de um espaço.” (Antarte, 2024)

A afirmação encontrada no Museu da Antarte destaca a forma como o mobiliário se torna intemporal quando ultrapassa as funções utilitárias esperadas e se passa a moldar a uma identidade do espaço em que é inserido. A definição da alma do espaço parte do princípio de que o mobiliário exposto apresenta um valor simbólico e expressivo que faz com que este crie uma ligação entre o espaço e quem o visita. Esta intemporalidade refere-se à capacidade das peças de mobiliário de criarem memórias e de se manterem ao longo do tempo, não apenas pela qualidade e estética, mas pelo significado que representam no espaço (Antarte, 2024).

Desde os métodos tradicionais até aos métodos modernos em que se utilizam tecnologias para desenvolver os encaixes, as técnicas sempre apresentaram uma grande evolução. O uso de determinadas ferramentas e a combinação das várias abordagens

permitem que as peças tradicionais produzidas pelos marceneiros apresentem uma qualidade mais elevada e mais detalhes nos designs (S. Braun, Comunicação Pessoal, 23 de janeiro de 2025).

O processo de fabricação das peças está dividido por fases que fazem com que cada etapa realizada tenha um propósito específico de forma a garantir que a peça de mobiliário seja executada de forma perfeita sem dar espaço para possíveis erros (Gibert et al., 2000).

· Fase de amolação e afiação das ferramentas

A primeira fase do processo de execução de uma peça consiste na amolação e afiação das ferramentas devido às marcas e amolgadelas que as ferramentas de corte possam apresentar, uma vez que com o uso as ferramentas têm tendência a apresentar desgaste, seja pelo uso contínuo ou pelos impactos em materiais que apresentem mais dureza. A amolação baseia-se no desgaste da zona de corte das ferramentas (Gibert et al., 2000).

Na entrevista com o Marceneiro Sandro da Marcenaria Artística “Madeira Prima” (Anexo II), o marceneiro afirmou que para executar os encaixes realiza a afiação das mesmas: “Eu faço a afiação das ferramentas, uma coisa que hoje em dia poucas pessoas sabem fazer, que é afiar as próprias ferramentas corretamente.” (S. Braun, Comunicação Pessoal, 23 de janeiro de 2025) e com isto ressaltou a importância da habilidade e da execução correta da afiação para evitar possíveis erros ou danos nos materiais durante o processo de execução das peças de marcenaria.

· Fase de elaboração de desenho

No domínio da marcenaria, a fase de elaboração do desenho, é essencial para uma melhor compreensão do mobiliário uma vez que se pode definir dimensões e fazer um estudo de materiais, de forma a garantir que as peças apresentam medidas precisas e o processo de execução é eficiente e sem erros. Na marcenaria tradicional, a elaboração do desenho é feita através de um estudo e de um desenho rápido realizado manualmente. Hoje em dia, na marcenaria moderna, o estudo e a elaboração do desenho podem ser elaborados a partir de softwares CAD, possibilitando uma visualização alargada da peça e dos detalhes que esta possa conter (Planejados, n.d.).

· Fase de preparação e serragem da madeira

A madeira nas marcenarias, é apresentada em tábuas compridas e grandes, que precisam de ser serradas para se conseguir obter medidas mais adequadas para executar o trabalho. Durante muitos anos, a preparação e serragem da madeira era executada de forma manual com plainas e garlopas, ferramentas que ainda se utilizam nos dias de hoje, no entanto, uma grande parte deste processo era executado com o auxílio de eram diversas serras com diferentes formatos e, cada uma destas, era utilizada conforme a finalidade do uso da madeira (Marcellini, 1998). Com o aparecimento das primeiras máquinas e inovações tecnológicas a construção dos móveis passou a ser realizada com maior precisão e eficiência (Gibert et al., 2000).

· Fase de moldes e marcação

A marcação é o primeiro passo a ser realizado na madeira e é o passo que permite que sejam realizados cortes mais simples, quando a marcação é feita diretamente nas peças de madeira que vão ser utilizadas para construir o móvel e permite também que sejam realizados moldes em peças de madeira ou MDF quando é necessário repetir determinadas marcações para a construção do mesmo (Paixão, 2015). Os moldes servem como referência para replicar determinadas formas de uma peça e para realizar cortes muito específicos e são mais utilizados quando é necessário reproduzir várias vezes uma peça porque garantem uniformidade e que na fase de montagem as peças se encaixem de forma correta. Após a fase de moldes e marcação, passa-se à fase de recorte das peças para que, na próxima fase, se comece a montagem (Gibert et al., 2000).

· Fase de montagem e colagem

A montagem é uma parte essencial no processo de construção, uma vez que a utilidade e a durabilidade dependem da montagem da peça (Gibert et al., 2000). No processo de colagem, as colas desempenham um papel crucial uma vez que podem influenciar na resistência, durabilidade e na estética final das peças. Assim sendo, os principais tipos de cola utilizados na marcenaria são a cola branca, utilizada em encaixes, a cola de pele, para folhear e para restauro, a cola epóxi para estruturas que tenham de apresentar alta resistência como móveis de exterior e a cola PVA que é utilizada em móveis de interior (Madeiras, 2024a).

• Fase de lixagem, limagem e raspagem

Os processos de lixagem, de limagem e de raspagem constituem a fase em que se faz os acabamentos da madeira e, nestes três processos, podem obter-se resultados diferentes, dependendo do objetivo de utilização. No processo de lixagem são utilizadas lixas com diferentes tipos de grão para se conseguir obter um acabamento mais fino na madeira, no caso, quanto mais pequeno o grão, melhor acabamento tem a peça. A limagem é um processo aplicado após a serragem que tem como objetivo ajustar as formas arredondadas das peças com o auxílio de diferentes tipos de limas. E, por fim, a raspagem é um processo utilizado para dar um acabamento final à madeira, em que se retira pequenos resíduos da peça de madeira (Gibert et al., 2000).

• Fase de acabamentos

Esta fase é uma das mais importantes por conferir o tom certo e a estética final das peças e, para se realizar este passo, existem algumas variedades de acabamentos como a cera, que é um acabamento natural e que confere um toque mais subtil às peças, atribuindo-lhe hidratação e brilho, o óleo que proporciona a impermeabilização do material, deixando-o respirar e mantendo a sua textura natural, a goma-laca que deixa um acabamento com um brilho acentuado na madeira e que também impermeabiliza e por fim, o verniz, que é um acabamento mais artificial, é o acabamento mais resistente e que, apesar de criar uma película protetora, impede a madeira de respirar fazendo com que se note os riscos e haja uma maior possibilidade de fissurar (Artística, 2021).

- **Técnicas Tradicionais**

Este ofício apresenta muitos séculos de aperfeiçoamento das técnicas de encaixe tradicionais que, geralmente, são técnicas que se vão adaptando conforme as necessidades e a peça a executar. Muitas dessas técnicas exigem precisão e habilidade para serem realizadas, no entanto, são essas técnicas que valorizam e criam um efeito estético nas peças (Shed, 2023).

A marcenaria tradicional sempre foi caracterizada pelo uso de ferramentas manuais e pelo seu valor, onde a habilidade e o conhecimento que o marceneiro possui desempenham um papel fundamental no processo (Frank, 2023). As ferramentas que são

mais utilizadas para os processos de execução dos encaixes são os formões, as garlopas, os martelos e maços, as plainas e as serras que permitem que a madeira seja trabalhada de uma forma muito precisa e cautelosa (Marcellini, 1998). Entre as técnicas mais utilizadas estão as tipologias de juntas de cauda de andorinha e os encaixes de dedo que são encaixes que apresentam mais resistência estrutural e um design apelativo. Além dos encaixes e das ferramentas, a escolha da madeira utilizada nas peças também é um aspecto fundamental uma vez que determinadas madeiras, com o tratamento e acabamento certos, são as que apresentam maior longevidade (Frank, 2023).

Na marcenaria japonesa, as técnicas de encaixe eram desenvolvidas de modo a fortalecer as estruturas e para isso eram usadas algumas das técnicas tradicionais que ajudassem a aumentar a estabilidade das estruturas e a duração das peças, tanto nas estruturas de edifícios como no mobiliário (Seike, 1977).

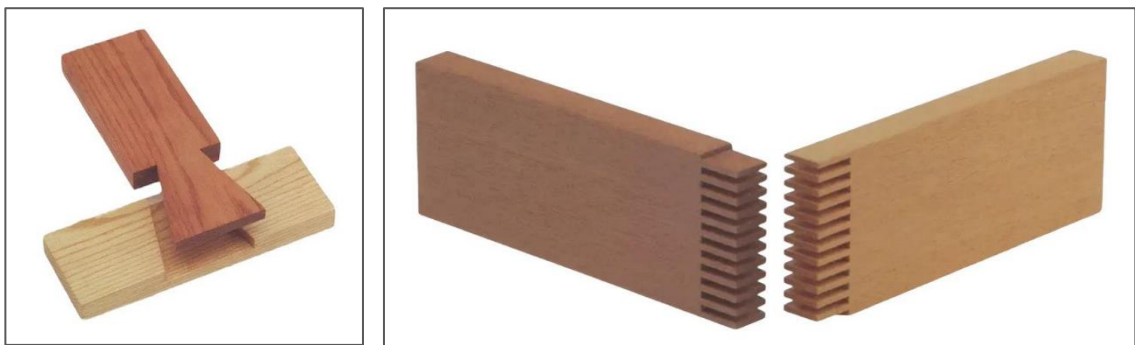


Figura 6 e Figura 7 - Junta de Cauda de Andorinha e Junta de Dedo respectivamente, Home-Douglas et al. 1993.

- **Técnicas Modernas**

A marcenaria moderna incorporou técnicas que foram criadas para satisfazer as exigências que os projetos modernos apresentam, como forma de conseguirem oferecer uma maior exatidão e durabilidade às uniões das peças e, para isso, utilizam-se ferramentas específicas para desempenhar funções de maneira mais rápida e eficiente. Entre as técnicas de junção mais utilizadas estão a técnica de furo de bolso, a técnica de biscoito e a técnica de cavilha (Projects, 2024).

Na descrição breve de cada técnica, a técnica de furo de bolso é considerada uma técnica prática e rápida de ser elaborada e consiste em perfurar as peças com determinados ângulos de forma a fixar uma peça de madeira à peça complementar com o auxílio de fixadores como os parafusos. A técnica de biscoito baseia-se na realização de ranhuras em ambas as peças onde é inserido um biscoito, que pode conter diversas formas, antes destas serem coladas de forma a garantir que esta técnica se torna robusta e uma das técnicas com mais exatidão. Por fim, a técnica de cavilha consiste na abertura de furos nas duas peças complementares, de forma a conectá-las através da colagem com cavilhas feitas em madeira, fazendo com que o encaixe se torne resistente (Projects, 2024).

A marcenaria moderna trouxe inovações importantes no que diz respeito às ferramentas e máquinas elétricas que permitem que o processo de fabrico das peças seja mais executado com maior rapidez e precisão. Além disso, os equipamentos como as serras elétricas e as máquinas CNC tornaram-se fundamentais para o processo, uma vez que facilitaram a execução de cortes e ajustes considerados mais complexos com mais eficiência (Frank, 2023).

As inovações tecnológicas como as máquinas de corte a laser e de impressão 3D também ampliaram, consideravelmente, as possibilidades de tipos de encaixe, uma vez que a introdução das máquinas possibilitou a fabricação em larga escala e o desenvolvimento de designs mais elaborados no processo de execução, designs que dificilmente seriam produzidos através da utilização de técnicas tradicionais de execução manual (Frank, 2023).



Figura 8 - Juntas de Cavilha. Home-Douglas et al. 1993. *Handbook of Joinery (Art of Woodworking)*.

- **Técnicas Híbridas no Mobiliário**

As técnicas de encaixe, ao longo do tempo, tornaram-se uma parte essencial da marcenaria e, nos dias de hoje, há designers que combinam os tipos de encaixe com inúmeras possibilidades de materiais ou em concordância com inovações tecnológicas, criando as técnicas híbridas. Segundo os autores, as técnicas híbridas possibilitam a combinação de métodos tradicionais com métodos digitais com o objetivo de conceber ambos os métodos em processos paralelos e interligados (Braidia et al., 2013).

A crescente valorização do trabalho e das peças artesanais, a estética única e a autenticidade dos produtos fizeram com que houvesse uma maior necessidade de estabelecer uma técnica híbrida entre os saberes artesanais e as inovações como as CNC e o corte a laser (Sons, 2023).

A integração entre a abordagem tradicional e a abordagem digital tem sido um campo muito explorado por designers por ser um ponto de partida para inovação de produtos, tanto a nível estético e funcional como cultural (Zoran, 2015). Tal como o estudo de Yi Chen (2024) evidencia, a integração da tecnologia digital pode desempenhar um papel fundamental na preservação e na reinvenção da cultura artesanal (Chen, 2024).

A cultura tradicional tem vindo a ser explorada através de projetos de design desenvolvidos por autores renomados que incorporaram as técnicas híbridas ao longo dos processos. Designers e arquitetos têm, cada vez mais, explorado as vertentes das soluções híbridas como uma estratégia de desenvolvimento de peças únicas que se destaquem no design contemporâneo, mantendo sempre a consciência da relevância histórica dos produtos artesanais (Dormer, 1995).

Neste contexto, o artesanato moderno considera diversos temas atuais, no entanto, mantém sempre o processo de execução manual em que o ponto de partida é a expressão individual de cada artesão. É a partir dessa expressão que se estabelece a relação mutuamente benéfica entre o artesão e o designer que permite a integração do saber tradicional com a inovação conceptual (Dormer, 1995).

· *Duet Chair*, De La Espada, 2012

A Duet Chair, apesar de ter sido concebida como uma variação da cadeira Thonet, é construída a partir de componentes de madeira entalhada e o assento está disponível em madeira e em estofado. Esses componentes estão unidos através da junção de encaixe e espiga, o que lhe proporciona uma estética que apresenta curvas contínuas. O nome atribuído à Duet Chair, relaciona-se com as duas linhas de madeira que compõem o seu design. Esse design faz com que as linhas de união se tornem visíveis e os veios da madeira realcem a técnica de construção da peça (Neri & Hu, n.d.).



Figura 9 e Figura 10 - Duet Chair. De La Espada. *DUET CHAIR - UPHOLSTERED SEAT*.

· *Andreu World by Starck*, Philippe Starck, 2022

A coleção de Philippe Starck baseia-se na simplicidade e no compensado onde se prioriza o uso mínimo de madeira na criação de mobiliário. O compensado 2D foi utilizado por ser uma opção bastante mais ecológica e acessível e por conseguir fazer com que a coleção de peças de mobiliário coexistisse em harmonia com a natureza.

Philippe Starck, nesta linha de mobiliário, projetou peças sem parafusos nem cola de forma a reinterpretar o sistema de encaixe de clavet, conjugando a funcionalidade e o design (Design, 2022). No contexto de projeção e de realização desta coleção que contém diversas peças de mobiliário, Philippe Starck (2022) expressa:

“Queremos estruturas óbvias que possamos ver, que possamos entender, que possamos construir sem pregos, sem parafusos, sem cola, apenas pela inteligência do intertravamento. Como um jogo de xadrez tridimensional. Nada supérfluo. Como o futuro.” (Philippe Starck, 2022, para. 3)

Esta reflexão do autor evidencia uma perspectiva crítica sobre o design e os sistemas de construção das peças de mobiliário na qual são privilegiadas a simplicidade estrutural e a forma de construção. O autor, ao defender as estruturas baseadas em modelos de encaixe tradicionais, recupera a autenticidade das peças, adaptando-as à lógica atual da funcionalidade dos objetos (Design, 2022). Este tipo de abordagem propõe que o design dos objetos seja assente na sofisticação e eficiência estética, que resulta da articulação do conhecimento artesanal e da precisão das inovações tecnológicas.



Figura 11 e Figura 12 - Andreu Worls by Starck. Design. 2022. *Andreu Worls by Starck*.

· *N-S02-Sofa*, Norm Architects, 2022

O sofá modular N-S02 foi feito através de uma colaboração da Norm Architects com a Karimoku e apresenta uma estrutura que é produzida em madeira escura com detalhes de encaixes da marcenaria artesanal, que fazem com que o seu design se torne mais refinado. O estofamento do sofá é constituído por almofadas com cantos arredondados que oferecem um maior conforto e são visualmente mais atrativas. Esta peça apresenta a herança de produção única, característica associada à Karimoku (Architects, 2024).



Figura 13 e Figura 14 - N-S02-Sofa. Architects, N. (2024). *N-s02-sofa*.

• *Turner Carver*, Charles Dedman, 2021

No design contemporâneo, tem sido cada vez mais comum a existência de exemplos de designers que exploram o potencial inovador das abordagens híbridas como é o caso do designer Charles Dedman. Este designer exerce uma postura de evolução no design contemporâneo ao adaptar produtos existentes com o objetivo de estabelecer um equilíbrio entre a tradição e a inovação (Treggiden, 2016).

Esta evolução enquadra-se no conceito, definido pelo próprio de atualização das técnicas tradicionais através de ferramentas digitais como CNC, de "Tecnologia Artesanal". Ao equilibrar o conhecimento das duas abordagens, o design consegue desenvolver soluções híbridas que tornam a identidade, o valor e a estética da pessoa como elementos principais. Neste sentido, o designer mostra que as abordagens híbridas são importantes para o desenvolvimento de novas possibilidades de design e para a estética, a funcionalidade e valor cultural dos produtos (Treggiden, 2016).



Figura 15 e Figura 16 - Turner Carver. Charles Dedman via Instagram. 2021.

· *Folding Musical instruments, Brian Chan, 2015*

Essa exploração evidencia-se através de eventos como a exposição Hybrid Craft, apresentada na SIGGRAPH em 2015, que consistiu na realização e posterior exposição de projetos que ilustram a importância e o potencial das abordagens híbridas. O objetivo desta exposição foi estudar e avaliar a perspectiva de que o valor simbólico do produto aumenta conforme o conhecimento artesanal, os materiais, a precisão e a repetibilidade das inovações tecnológicas (Zoran, 2015). Um exemplo, desta exposição, que retrata a fusão entre abordagens é o projeto de Brian Chan que combina corte na máquina CNC, impressão 3D e origami (Zoran, 2015).



Figura 17 e Figura 18 - Folding Musical Instruments, Brian Chan in Hybrid Crafts. Zoran. 2015.

As técnicas de encaixe são determinantes para conseguir a estabilidade, o design e a longevidade das peças de mobiliário. Estas, ao longo dos anos de existência, continuam a ser determinantes no desenvolvimento da marcenaria, uma vez que tornam a criação de mobiliário mais abrangente, adaptando a marcenaria às necessidades contemporâneas, valorizando as técnicas de encaixe manuais e estabelecendo uma ligação entre o tradicional e o moderno (Liggett, n.d.a).

2.3 TIPOLOGIAS DE ENCAIXE

As técnicas de encaixe são fundamentais na marcenaria por apresentarem diversas técnicas de construção que foram executadas e que tem vindo a evoluir ao longo dos anos. Os encaixes tradicionais, na marcenaria, são utilizados para unir de forma eficiente as peças de madeira, atribuindo resistência estrutural, funcionalidade e estética

às peças executadas, tendo em conta que, para cada projeto, a escolha da tipologia de encaixe a adotar depende dos mais variados fatores como o tipo de madeira que se utiliza, a finalidade da peça realizada e também os métodos de execução dependendo se é execução manual ou mecanizada (Seike, 1977).

Ao longo de toda a história da marcenaria, várias culturas elaboraram diversas técnicas de encaixe feitas em madeira, utilizando-as para inúmeras necessidades a nível estrutural e estético, conseguindo criar diversos elementos estéticos a partir das formas dos encaixes e uma dessas culturas foi a japonesa, em que a marcenaria é muito valorizada e apresenta uma evolução notável dos encaixes que são utilizados até à atualidade (Medeia de Campos & Celani, 2024).

Como anteriormente referido, os encaixes tradicionais japoneses, inicialmente eram mais utilizados em templos e residências (Seike, 1977) e posteriormente, começou também a ser utilizado no mobiliário onde se destacava devido à complexidade e à precisão apresentadas, uma vez que uniam todos os encaixes sem necessidade de recorrer a pregos ou parafusos. Do que se conhece da marcenaria japonesa, sabe-se que existem inúmeros tipos de junções em que se utilizam diversos mecanismos para impedir a movimentação das peças e diversos tipos de conexões de forma a garantir que os encaixes atribuíam resistência e durabilidade às estruturas onde são inseridos, possibilitando a montagem e desmontagem das mesmas (Medeia de Campos & Celani, 2024).

Na introdução do livro “Wood Joints in Classical Japanese Architecture” de Sumiyoshi & Matsui (1991), Yukihiro Kamiyama afirma que “Há muitas maneiras de unir os membros” sendo que as mais comuns são com o auxílio de cordas, no caso das vigas e pregos, parafusos e cola no caso de conexão de encaixes para garantir a fixação das peças de madeira, no entanto, apesar do uso de cola, muitos dos encaixes tradicionais eram sustentados pela própria forma do encaixe (Sumiyoshi & Matsui, 1991, p. 2).

Nas estruturas japonesas, a técnica de união era uma técnica muito elaborada e os artesãos que eram capacitados para realizarem as técnicas de emenda, tinham que analisar diversos fatores que podiam influenciar a resistência das conexões pois estas tinham de ter uma elevada resistência estrutural. Ao longo dos anos, foram desenvolvidas diversas tipologias de encaixe que variam o seu nível de complexidade,

umas mais simples que se destacavam pela simplicidade na sua aparência e as mais complexas que se destacavam pela sua melhoria estrutural (Sumiyoshi & Matsui, 1991).

No entanto, foi adotada, pelos japoneses, uma classificação dos encaixes baseada em dois tipos de modalidades o *tsugite* e o *shiguchi*:

- *Tsugite - End Joints - Juntas de Emenda*

As juntas de emenda, ou *Tsugite*, eram juntas simples e muitas vezes eram utilizadas para estruturas sendo reforçadas através do uso de cavilhas e pinos. Este tipo de juntas tem-se vindo a desenvolver ao longo dos anos devido à introdução de adesivos e colas mais resistentes. As juntas mais utilizadas desta classificação são as Juntas de Cauda de Andorinha, as Juntas de Meia-Esquadria, as Juntas de Chanfro, as Juntas de Sobreposição e algumas juntas derivadas da Junta de Furo e Espiga como a “The Stub Mortise and Tenon” a Junta de Furo e Espiga Curta (Nakahara & Sato, 1983; Seike, 1977).

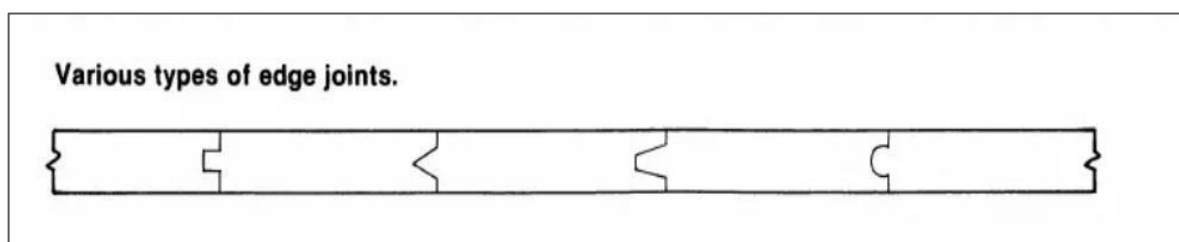


Figura 19 - Juntas de Encaixe *Tsugite*. Nakahara, Y., Sato, H. 1983. *The Complete Japanese Joinery*.

- *Shiguchi - Right Angle Joints - Juntas de Conexão*

As juntas de conexão, ou *Shiguchi*, assim como as de emenda, eram utilizadas para serem resistentes à tensão e força aplicadas sobre as mesmas e também se podiam aplicar pinos para reforçar a junta. No entanto este tipo de juntas era utilizado para unir as peças de madeira através de um determinado ângulo. As juntas mais utilizadas desta classificação são as de Furo e Espiga ainda que estejam representadas também algumas variações das Juntas de Sobreposição como a Junta de Cruzamento com Ranhura “Dadoed Cross Lap Joint” e a Junta de Meia-Madeira com Rabo de Andorinha “Half Lap Dovetail Joint” (Nakahara & Sato, 1983; Seike, 1977).

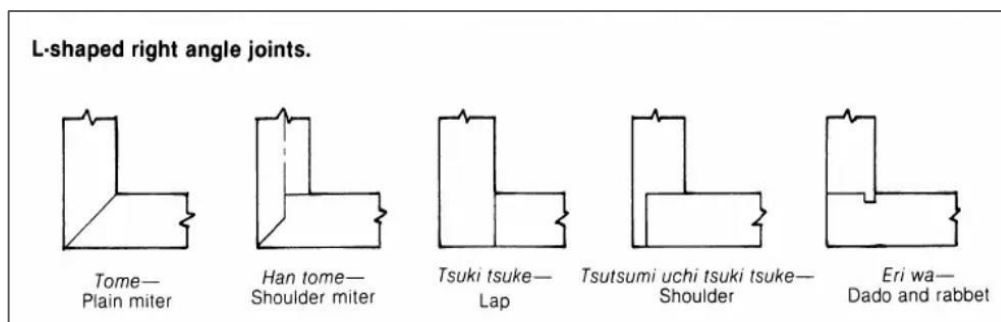


Figura 20 - Juntas de Encaixe *Shiguchi*. Nakahara, Y., Sato, H. (1983). *The Complete Japanese Joinery*.

Com o desenvolvimento das juntas de encaixe, várias outras culturas também adotaram e adaptaram os encaixes já existentes, porém, certos tipos de conexões tornaram-se mais comuns devido à sua adaptabilidade, como as juntas de furo e espiga, as juntas de cauda de andorinha (Medeia de Campos & Celani, 2024). Entre inúmeras classificações para as uniões dos encaixes, existe as classificações por aumento que são o acoplamento, quando de une duas tábuas com a finalidade de ampliar a tábua para a medida que se pretende e a junção, em que se adiciona uma tábua a outra com o objetivo de prolongar o comprimento da peça de madeira. Dentro desta classificação estão também as uniões por ensabladura em que se realiza uma união com ângulo entre duas peças de madeira (Gibert et al., 2000).

Existem muitos tipos de juntas de encaixe que podem ser utilizados na execução dos mais variados produtos, no entanto na literatura, por vezes, existe alguma discrepância no que diz respeito à nomenclatura dos encaixes. Dessa forma, nesta investigação são consultados livros e artigos científicos que coincidem no que diz respeito aos nomes atribuídos aos encaixes e à classificação de cada um deles.

Há inúmeras juntas de encaixe, uma grande maioria delas são variações das principais tipologias de encaixe, variando apenas os ângulos, a profundidade da peça ou até mesmo a forma do corte, porém, essas variações (Anexo I) existem para responderem às diferentes necessidades a nível estrutural e também a nível estético quando assim o é exigido. Segundo a maioria das fontes, as juntas de encaixe principais e mais utilizadas são a Junta de Cauda de Andorinha, a Junta de Furo e Espiga, a Junta de Dedo, a Junta de Topo, a Junta de Macho e Fêmea, a Junta de Esquadria e a Junta de Sobreposição.

- **Junta de Cauda de Andorinha - *Dovetail Joint***

A Junta de Cauda de Andorinha foi uma das primeiras juntas a surgir e é uma das mais utilizadas devido à sua resistência estrutural que faz com que esta dispense reforços adicionais para suportar determinados pesos ou pressões quando é inserida em determinados objetos (Home-Douglas et al., 1993).

Apesar de, atualmente, ser utilizada na marcenaria moderna, igualmente devido a alta resistência, a Junta de Cauda de Andorinha também é muito utilizada a nível estético, por proporcionar um design elegante e por se tornar um elemento decorativo nos móveis em que é inserida (Seike, 1977).

No processo de fabricação é um dos encaixes mais difíceis de reproduzir a nível manual devido à exigência na precisão para que a junta se encaixe perfeitamente e proporcione a resistência necessária à peça. Esta junta de encaixe também pode ser executada através de fabricação digital, como as máquinas CNC, para se obter uma a precisão necessária num tempo mais reduzido (Jackson & Day, 1995; Seike, 1977).



Figura 21 - Junta de Cauda de Andorinha Passante Curvada “Curved Through Dovetail”. Home-Douglas et al. 1993. *Handbook of Joinery (Art of Woodworking)*.

- **Junta de Furo e Espiga - *Mortise and Tenon Joint***

A Junta de Furo e Espiga é uma das juntas mais antigas da marcenaria e é utilizada nos processos de fabrico de várias peças de mobiliário. Esta junta, que apresenta uma das melhores resistências a nível de juntas de encaixe, consiste num furo (fêmea) já feito na peça a produzir e numa espiga (macho) que encaixa com precisão no furo, fazendo com que a peça apresente um acabamento simples, mas elegante para uma peça de mobiliário (Home-Douglas et al., 1993; Jackson & Day, 1995). O processo de execução da Junta de Furo e Espiga é realizado tanto de forma manual, ainda que

demorada, como mecanizada, dependendo da necessidade da peça a nível de resistência e de design estético (Seike, 1977).

Esta junta de encaixe apresenta diversas variações por ser um tipo de encaixe versátil, entre essas variações estão a Junta de Furo e Espiga Dupla “Double Mortise and Tenon”, que por apresentar duas espigas paralelas proporciona mais resistência e a Junta de Furo e Espiga de Canto “Corner Mortise and Tenon” que é utilizada para unir duas peças através de ângulos retos (Jackson & Day, 1995).



Figura 22 - Junta de Furo e Espiga Passante “Through Mortise and Tenon” Jackson, A., Day, D. 1995. *Good Wood Joints*.

- **Junta de Dedo - *Finger Joint***

A Junta de Dedo é bastante utilizada em várias peças de mobiliário por apresentar uma grande resistência estrutural devido aos vários entalhes interligados (Home-Douglas et al., 1993). Foi uma junta de encaixe que surgiu com a introdução da mecanização na marcenaria e, embora seja viável executá-la manualmente, é um processo que exige bastante trabalho e atenção (Schwarz et al., n.d.). Atualmente, por ser facilmente executada através do uso de máquinas, é utilizada por facilitar no fabrico de pequenas peças e pelo seu valor estético, podendo apresentar algumas variações de encaixes (Jackson & Day, 1995).

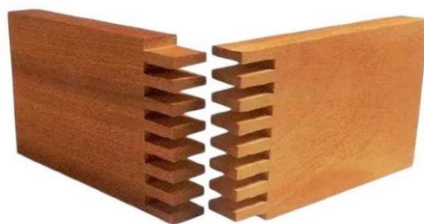


Figura 23 - Junta de Dedo “Finger Joint”, Jackson, A., Day, D. 1995. *Good Wood Joints*.

- **Junta de Topo - *Butt Joint***

A Junta de Topo é considerada uma das juntas mais simples da marcenaria sendo que dispensa alguns tipos de reforços que são necessários para outras juntas de encaixe e é uma das primeiras juntas a ser aprendidas uma vez que se baseia na união de duas peças de madeira através das suas faces ou das bordas de cada uma das peças. Apesar desta junta ser considerada a mais simples, algumas das suas variações, como a junta de borboleta são utilizadas nas peças de mobiliário como detalhes decorativos (Home-Douglas et al., 1993). O processo de execução da Junta de Topo é simples tanto a nível de execução manual como mecanizado, uma vez que consiste no corte e montagem das peças, sendo que, algumas das variações podem necessitar de cola na montagem como um apoio complementar de forma a garantirem a durabilidade e a estabilidade das peças executadas (Jackson & Day, 1995).

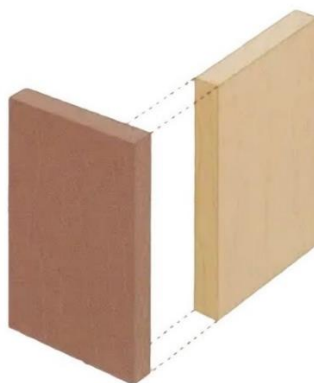


Figura 24 - Junta de Topo Borda com Face “Edge-to-Face Butt Joint”. Home-Douglas et al. 1993.
Handbook of Joinery (Art of Woodworking).

- **Junta de Macho e Fêmea - *Tongue and Groove Joint***

A Junta de Macho e Fêmea é constituída por duas peças diferentes, no caso, uma lingueta (macho) e uma ranhura (fêmea), podendo estas ser utilizadas juntas para se obter o encaixe tradicional ou em separado para se obter variações se encaixes. A maioria das técnicas de encaixe são utilizadas por apresentarem uma alta resistência a nível estrutural, no entanto, a Junta de Macho e Fêmea apresenta uma particularidade de, ao ser aplicada em peças de mobiliário, esta faz com que as superfícies sejam planas e se mantenham sempre alinhadas mesmo quando a madeira expande. Essa característica

faz com que esta junta de encaixe seja utilizada na marcenaria, mas também em outros ofícios (Home-Douglas et al., 1993).



Figura 25 - Junta de Macho e Fêmea “Tongue and Groove Joint”. Home-Douglas et al. 1993.
Handbook of Joinery (Art of Woodworking).

- **Junta de Esquadria - *Miter Joint***

A junta de esquadria é bastante utilizada na marcenaria, em peças de mobiliário e decoração, por ser uma junta de encaixe que apresenta uma estética simples e uniforme e por ser capaz de esconder os cantos da madeira. Apesar de ser uma junta fácil de executar, no processo de execução manual é necessário possuir precisão, uma vez que esta é uma junta que une peças de madeira que têm de estar igualmente divididas para os encaixes se unirem perfeitamente. Existem dois grupos de juntas de esquadria, as juntas de esquadria de face, em que os encaixes são cortados na face das peças e as juntas de esquadria de borda, em que se unem as placas de madeira através das extremidades. Esta junta apresenta alguma resistência estrutural, no entanto, é necessário reforçá-la com pinos, cavilhas ou biscoitos uma vez que é fundamental aumentar a estabilidade da junta para garantir essa resistência (Home-Douglas et al., 1993).



Figura 26 - Junta de Esquadria de Borda “Edge Miter Joint”. Home-Douglas et al. (1993).
Handbook of Joinery (Art of Woodworking).

- **Junta de Sobreposição - *Lap Joint***

A Junta de Sobreposição é uma das juntas mais utilizadas na marcenaria por ser uma das mais simples e eficazes, uma vez que esta peça é constituída por duas peças sobrepostas atribuindo uma maior estabilidade e resistência à peça. É bastante utilizada em peças de decoração e mobiliário, por valorizar o seu design através do acabamento refinado e elegante e por ser uma junta que, se for bem preparada, reduz o risco de empenamento e de fendas (Jackson & Day, 1995).

Por ser uma peça versátil, a junta de encaixe de sobreposição pode ter duas classificações, o macho, a peça que é sobreposta ou a fêmea, a peça base, dependendo das posições das peças sobrepostas e por isso, apresenta alguns tipos de variações como a Junta Sobreposta de Extremidade (End Lap Joint) em que as peças apresentam um formato idêntico (Seike, 1977).

Apesar de ser considerada uma das juntas de encaixe mais simples e de ter uma boa resistência, pode ser necessário reforçar a junta com pinos ou cola para aumentar a estabilidade da peça.

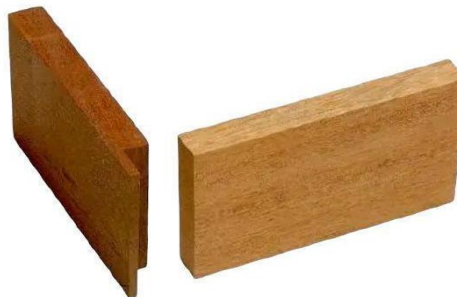


Figura 27 - Junta de Sobreposição “Lap Joint”. Jackson, A., Day, D. 1995. *Good Wood Joints*.

As técnicas de encaixe desempenham um papel muito importante no processo de execução do mobiliário. Existem bastantes benefícios associados à introdução dos encaixes nos móveis como a facilidade de manutenção e deslocamento ligadas à facilidade de montagem e desmontagem das peças (Santos, 2015a).

No livro “O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis”, Manzini e Vezzoli (2002, p. 243), definiram o conceito de Design for Disassembly e afirmaram que o “Design for Disassembly (DFD) quer dizer conceber e projetar produtos facilitando a sua desmontagem. Significa, portanto, tornar ágeis e econômicos o desmembramento das partes componentes e a separação dos materiais.” Assim sendo, o conceito de DFD

pode estar interligado com a marcenaria tendo em conta que muitos dos encaixes são desmontáveis e permitem que haja uma conexão e um equilíbrio estabelecido entre a função dos encaixes e a sustentabilidade no design. Com a evolução das técnicas de encaixe e com a introdução do uso da fabricação digital na marcenaria, os encaixes podem ser, ainda mais, estudados para se alinharem às necessidades presentes no design contemporâneo que exigem mais eficiência, extensão da vida útil e reutilização das peças, temas relacionados à sustentabilidade (Manzini & Vezzoli, 2002).

As tipologias de encaixe tradicionais e o desenvolvimento das variações utilizadas na marcenaria representam a evolução das técnicas e a adaptação das mesmas às exigências da marcenaria moderna e do design contemporâneo. Todas as juntas faladas anteriormente trazem inúmeros benefícios para a indústria do mobiliário como uniões eficientes e precisas que influenciam na resistência estrutural, na funcionalidade, na estabilidade e na estética das peças.

Nos processos de execução através dos métodos tradicionais as peças tendem a ter uma execução mais demorada e com alta precisão, mas podem ser mais detalhadas e personalizadas e através dos métodos mecanizados com a introdução das máquinas de fabricação digital, as peças tendem a apresentar muita precisão e menor tempo de execução, porém dificilmente se introduz algum tipo de detalhe devido às produções em massa.

Com a análise das diferentes tipologias de encaixe, foi possível verificar que a escolha do encaixe ideal para um projeto depende de diversos aspetos como as propriedades do tipo de madeira escolhida, focando principalmente na durabilidade, no método de execução que pode ser manual ou mecanizado dependendo do encaixe e da função da produto e montagem e desmontagem das peças, em que alguns dos encaixes podem estar associados ao conceito “Design for Disassembly” (DFD) por representarem uma abordagem mais prática e sustentável respondendo às necessidades dos compradores presentes no design moderno (Manzini & Vezzoli, 2002).

Assim sendo, compreender as tipologias de encaixe e as diversas aplicações que estas possuem permite explorar as técnicas tradicionais em conjunto com as inovações tecnológicas, como as máquinas CNC, criando técnicas híbridas que podem explorar o potencial da criatividade e a funcionalidade dos encaixes tradicionais.

2.4 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

A marcenaria como ofício tradicional, tem como base o artesanato devido à habilidade dos artesãos de desenvolverem ligações que equilibram de forma harmoniosa o design e a eficiência das peças. Com a evolução dos métodos tradicionais para os métodos tecnológicos, a marcenaria teve de se adaptar ao design contemporâneo e interligar a marcenaria moderna com as inovações tecnológicas (Reed, 2024).

De acordo com Gershenfeld (2007), há uma crescente tendência da utilização das ferramentas relacionadas à fabricação digital para uso pessoal como forma de criação de objetos únicos a partir da personalização dos mesmos. Com o avanço da tecnologia, os processos e os métodos de produção vão-se tornar mais acessíveis, possibilitando a criação de projetos próprios, adaptados às necessidades individuais de cada utilizador (Gershenfeld, 2007).

A fabricação digital tem evoluído bastante nos últimos anos, cada vez mais dinamizada pelos *softwares* 3D e pelo CAD que, de certa forma, permitiram que existisse um maior equilíbrio entre o design e os processos de produção, alargando significativamente as opções de design e de materiais. Os avanços tecnológicos como os *softwares* que há alguns anos eram unicamente utilizados para o controlo do processamento das máquinas, atualmente são interligáveis com os sistemas de modelação tridimensional, favorecendo, cada vez mais, o design uma vez que se podia reproduzir as peças de forma mais eficiente, mais acessível e sempre com mais precisão, fazendo com que processos de fabricação digital estivessem, cada vez mais presentes (Brito da Cruz et al., 2024).

No entanto, como afirmam, Menegasso e Prado (2024, p.140), “O digital implica a utilização de interfaces e telas para a fabricação de peças pela máquina, diferenciando de processos manuais onde o controle da ferramenta é responsabilidade do usuário.”, estes avanços tecnológicos permitem estabelecer uma diferenciação entre os processos manuais e os processos mecanizados compreendendo a diferença dos tempos de produção, os custos e o consumo de matéria prima, possibilitando uma prototipagem mais rápida e peças com um nível de detalhe mais elevado (Menegasso & Prado, 2024).

Após o estudo realizado para o artigo “Fabricação digital de modelos e protótipos: elementos de conexão para peças planas e cilíndricas”, Brito da Cruz et al.,

(2024, p.73) como uma das considerações finais os autores afirmam “entre tudo o que foi realizado até esse momento fica claro o potencial de conectores associados à fabricação digital para aplicação no ramo de objetos decorativos, mobiliário e estruturas arquitetónicas.”, sugerindo que, tanto o design como os métodos manuais mais tradicionais como a marcenaria, tiveram uma grande evolução no que diz respeito à exploração de ideias e de hipóteses de forma mais rápida, obtendo a possibilidade de exploração de novos encaixes, novas geometrias e também de otimização do material que, no caso, é a madeira (Brito da Cruz et al., 2024).

A utilização de ferramentas mais avançadas como máquinas CNC e os softwares 3D, revolucionou a indústria da marcenaria, fazendo com que o processo de desenvolvimento de projetos e a produção das peças fosse executada de forma mais rápida e aumentando as possibilidades de design no processo de execução dos encaixes (Reed, 2024).

Com a introdução dos sistemas robóticos foi possível realizar tarefas consideradas repetitivas, quando executadas de forma manual, com uma maior rapidez e precisão o que não só faz com que seja possível economizar tempo como também garante que os produtos finais sejam mais uniformes. A procura por melhorias e por novas possibilidades de design fez com que se impulsionasse o desenvolvimento de técnicas mais avançadas e inovações tecnológicas. Algumas das inovações que vieram agregar equilíbrio e desenvolvimento à marcenaria são as máquinas CNC, o software CAD, corte e gravação a laser e a impressão 3D (Shed, 2023).

- **Máquinas de Controlo Numérico Computadorizado (CNC)**

A CNC é constituída por um sistema de controlo digital que é responsável por gerir as máquinas de forma precisa e automatizada. Este sistema permite que a máquina execute movimentos através de diversos eixos, seguindo um caminho gerado por meio de um código característico (G-Code) que é lido pela máquina (Galdino & Filho, 2025). Esta tecnologia tem sido um fator determinante para a transformação e evolução da marcenaria por desenvolver ferramentas como o software CAD (Desenho Assistido por Computador) e a usinagem por CNC (Controlo Numérico Computadorizado) que permitem que durante o processo as peças apresentem mais precisão e eficiência,

podendo-se recorrer a novos designs e explorar alternativas e adaptações às tipologias de encaixe existentes, diminuindo a possibilidade de erros ou falhas (Shed, 2023).

De acordo com Galdino e Filho (2025), “O CNC atende à necessidade de produzir peças complexas, dentro de padrões de qualidade cada vez mais elevados e prazos reduzidos, proporcionando uma maior flexibilidade e a redução de custos.”. Além disso, esta implementação reforça o papel estratégico desta inovação tecnológica na modernização dos processos de execução tradicionais e na exploração das potencialidades de design, uma vez que segundo Carvalho & Nunes (2024) “[...] as tecnologias de fabricação CNC têm grande potencial de desenvolvimento e aplicação na fabricação de móveis em madeira e podem promover melhorias nos sistemas que utilizam processos tradicionais.” Nesse sentido, a fabricação digital tem vindo a impactar e a transformar os processos de fabricação da indústria de mobiliário através das CNC, ao otimizar os métodos tradicionais e integrar mais eficiência e precisão aos processos de fabricação (Carvalho & Nunes, 2024).



Figura 28 - Máquina de CNC com 3 eixos. Luzacril. *Fresadoras/CNC*.

- **Software para Design Assistido por Computador (CAD)**

A fabricação digital envolve a utilização de softwares CAD (Desenho Assistido por Computador) e CAM (Fabricação Assistida por Computador) que acompanham todo o processo de produção, desde o design até à produção final do objeto através das máquinas CNC, em que se podem aplicar vários processos como os subtrativos, realizando o desgaste na madeira através da fresa ou de corte, em que se corta as peças numa determinada medida (Solis & Quintial, 2023).

A utilização destes softwares, principalmente o software CAD, permitiu que os marceneiros conseguissem elaborar modelos digitais 2D ou 3D das peças de mobiliário e que fossem identificados potenciais erros ou problemas antes de se passar para o processo de fabricação da peça na madeira. Esta ferramenta contribuiu para aprimorar os designs dos projetos e assegurar que as medidas eram as corretas, de forma a acelerar o processo de planeamento da peça (Shed, 2023).

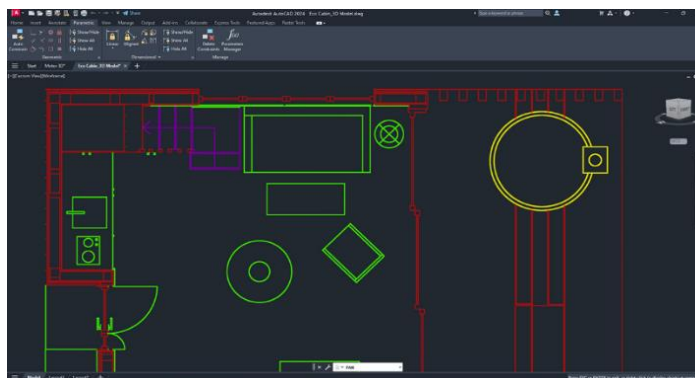


Figura 29 - Software CAD em utilização. Autodesk. CAD Software.

- **Corte e Gravação a Laser**

O corte e gravação a laser é uma das técnicas mais utilizadas na marcenaria devido ao facto de facilitar a inserção de geometrias mais complexas nas peças. Através desta técnica é possível gravar e cortar as superfícies do material com uma elevada exatidão de maneira que, quando é necessário realizar detalhes mais pormenorizados, os artesãos optem por este método. A utilização deste método torna-se fundamental quando se pretende valorizar a minúcia e a qualidade técnica nas peças de mobiliário (Shed, 2023).

Com base no artigo “Considerações sobre os processos de fabricação digital” que aborda os diversos processos de fabricação digital e reflete sobre as vantagens e a utilização mais adequada de cada um desses processos, os autores descrevem o corte e gravação a laser como uma das ferramentas digitais mais utilizadas na fabricação digital declarando que “[...] a máquina de corte a laser é a mais simples das três pois o seu cabeçote não terá movimentos verticais, apenas seguirá os movimentos planares estabelecidos na programação do arquivo.” (Menegasso & Prado, 2024, p.140).

A comparação estabelecida na citação é entre as máquinas CNC, as impressoras 3D e as máquinas de corte a laser, uma vez que estas são as principais ferramentas que constituem os processos de fabricação digital modernos (Menegasso & Prado, 2024).



Figura 30 - Máquina de gravação e corte a laser. Virmer. 2022.
What is a laser engraving machine for wood.

- Impressão 3D

A impressão 3D revolucionou vários tipos de indústrias como a marcenaria, uma vez que esta se destaca pela capacidade de reprodução de designs mais complexos e designs personalizados. Cada vez mais, com o surgimento e uso de novos materiais, as aplicações de tecnologias como a impressão 3D têm-se vindo a expandir, possibilitando o estudo de novas formas de implementação desta inovação tecnológica. Apesar desta tecnologia ser cada vez mais utilizada no meio do design, esta enfrenta alguns desafios como os custos de produção, a resistência dos produtos criados e a velocidade de execução das peças (Iftekar et al., 2023).

Com a impressão em 3D é possível explorar mais tipos de design, com mais detalhes e realizar ajustes de forma a garantir a eficiência dos projetos e que o design dos encaixes seja executado com formas mais orgânicas, algo que dificilmente se conseguiria realizar com métodos tradicionais (Shed, 2023).



Figura 31 – Máquina de Impressão 3D.

Fabro,2021.



Figura 32 – Junta de Encaixe Impressão 3D.

Archive, 2015.

Segundo Nathan Brown (2023), as ferramentas digitais expandiram as possibilidades de design e geometrias complexas através de sistemas montáveis e desmontáveis, estruturalmente resistentes. No sentido do próprio estudo, o autor desenvolve uma abordagem, através da usinagem, que promove a eficiência de fabrico e a resistência estrutural de juntas de encaixe. Esta abordagem oferece previsibilidade e repetibilidade que não são possíveis nas técnicas de execução manuais, possibilitando a reprodução produtos com um sistema de desmontagem facilitado que faz com que a sustentabilidade também esteja presente nesta abordagem (Brown, 2023).

Os processos de produção da marcenaria, tem-se vindo a transformar devido à evolução significativa dos processos de fabricação digital que proporcionaram novas explorações da abordagem tradicional. As máquinas CNC e as impressoras 3D estão a evoluir de forma exponencial, fazendo com que a execução manual deixe, cada vez mais, de fazer parte dos processos de fabrico e permitindo que as ideias dos produtos sejam diretamente materializadas sem necessidade de recursos manuais. Ainda que haja uma redução dos recursos manuais, a introdução dos processos industriais e das máquinas de fabricação digital faz com que exista uma maior exploração dos conhecimentos e técnicas manuais e a possibilidade de realizar uma crítica estruturada sobre as vantagens e as limitações de cada um dos métodos (Menegasso & Prado, 2024).

Além disso, a introdução das tecnologias CAD/CAM tem impulsionado uma exploração e interesse pelas juntas de encaixe tradicionais, em que as técnicas são industrializadas e as peças obtêm uma maior precisão de corte e uniformidade (Solis & Quintial, 2023).

Atualmente, a marcenaria enquadrou-se no tema da sustentabilidade pela forma como os artesãos optaram por utilizar materiais de forma mais responsável, especialmente a madeira, que é o material base para a execução dos encaixes. O uso de ferragens que são recicláveis e os acabamentos não tóxicos reforçam ainda mais a ideia de que a marcenaria se tem tornado um ofício mais consciente e reforça o compromisso que a mesma tem com as práticas ecológicas (Ed, 2024). A marcenaria moderna tem interligado, cada vez mais, os métodos tradicionais, a inovação tecnológica e a consciência ecológica tem-se moldado à evolução do ofício.

2.5 CONCLUSÃO

A fase do enquadramento teórico foi muito importante para conseguir consolidar a base da pesquisa, obtendo um conhecimento mais abrangente sobre a marcenaria e sobre o papel crucial que as técnicas de encaixe desempenham neste ofício, tendo em consideração o contexto histórico pode-se constatar que a marcenaria apresenta um grande significado cultural e social das épocas expostas, acabando por refletir as necessidades e os valores de cada época. Na evolução da marcenaria foi possível obter uma melhor compreensão da sua evolução ao longo dos séculos, desde as práticas tradicionais realizadas de forma manual até à introdução da mecanização no processo de execução das peças de mobiliário, em que a marcenaria demonstra uma grande capacidade de se adaptar às mudanças, onde as inovações tecnológicas moldaram, de certa forma, tanto os processos de fabricação das peças como o design das mesmas.

As técnicas da marcenaria e as tipologias de encaixe, por sua vez, enquanto tema central desta investigação, destacam-se pela variedade e sofisticação que apresentam, tendo sido desenvolvidas com o objetivo base de criar uniões que apresentassem características funcionais, uma maior durabilidade, tendo em conta os desafios estruturais que muitas vezes surgiam, e um design visualmente atrativo evidenciando as características de detalhe das técnicas manuais.

O ponto das inovações tecnológicas foi essencial para a análise do reconhecimento do impacto da tecnologia digital na marcenaria, tendo em conta o desenvolvimento das máquinas e das ferramentas. A introdução das tecnologias

principais como as CNC, as máquinas de corte a laser, os softwares CAD e as Impressões 3D trouxe transformações muito significativas para os processos de produção das peças, uma vez que essas inovações permitiram que os encaixes fossem reproduzidos de forma precisa e eficiente, possibilitando a execução dos encaixes tradicionais e a criação de novos designs que dificilmente seriam reproduzidos de forma manual. No entanto, a introdução destas tecnologias numa arte muito manual e tradicional fez com que se sentisse uma necessidade de estabelecer um equilíbrio entre as duas execuções, garantido que havia uma preservação dos valores do trabalho manual no ofício da marcenaria enquanto prática histórica.

Assim sendo, a fase do enquadramento teórico permitiu, de certa forma, compreender os principais pontos que definem a marcenaria estabelecendo uma relação equilibrada entre o passado e o presente, explorando as tecnologias no futuro. Este equilíbrio não só amplia as diversas possibilidades de criações no design como também faz com que haja uma continuidade dos métodos tradicionais em que se combina a funcionalidade, a precisão e a estética.

Capítulo

3. PESQUISA EXPERIMENTAL

3.1 ABORDAGEM DE PESQUISA

A Pesquisa Experimental é fundamental para a transposição das questões teóricas para a parte prática do estudo, permitindo estabelecer uma análise mais aprofundada da marcenaria e das tipologias de encaixe. As experiências realizadas têm como objetivo a investigação e comparação dos métodos de encaixe tradicionais e contemporâneos de fabricação de encaixes, explorando o design das peças como forma de evolução da dos encaixes da marcenaria através de inovações tecnológicas.

Esta pesquisa consiste na análise, exploração e interpretação do processo de design, considerando os materiais, as ferramentas manuais e as máquinas utilizadas para a execução das junções de encaixe em madeira e do derivado. As uniões realizadas são elaboradas num contexto de execução industrial em que se utiliza a inovação tecnológica da máquina CNC para reproduzir os encaixes, uma vez que apresentam uma precisão superior às soluções tradicionais e possibilitam a introdução de novos designs das peças, utilizando a madeira que é a base dos encaixes tradicionais.

O estudo está centralizado na investigação e na compreensão da relação que pode ser estabelecida entre a tradição e a inovação, avaliando e comparando os exemplos de técnicas tradicionais com os exemplos realizados com o auxílio da tecnologia, sendo explorados sistemas de encaixe que integrem ambos os métodos de forma a estabelecer uma comparação entre a funcionalidade, a precisão, a estética e o tempo de produção

3.2 PROCEDIMENTOS ADOTADOS

A fase da pesquisa experimental foi estruturada para permitir uma análise detalhada, justificada e comparativa dos encaixes executados através dos métodos tradicionais e dos métodos mecanizados. Os procedimentos foram organizados por etapas, de forma a garantir que a pesquisa experimental fosse desenvolvida de forma sucinta e conclusiva, sendo realizada uma descrição do processo de design.

- **A Perspetiva dos Designers como Visão Profissional do Estudo**

A relação estabelecida entre o designer e o artesanato têm vindo a revelar-se significativas na atualidade, uma vez que o design é associado à área de produção industrial e o artesanato ao conhecimento tradicional e manual. No entanto, apesar de estarem associados a segmentos diferentes, ambos partilham de princípios que coincidem como o material e a função e a forma do objeto. Desta forma, tem vindo a surgir cada vez mais profissionais na área do design, interessados pela riqueza funcional e cultural que os ofícios tradicionais oferecem, incorporando-os com maior frequência nos seus projetos (Ferreira, 2013).

No decorrer da pesquisa, foram realizadas três reuniões com designers convidados, com o objetivo de compreender como é que os designers atuais integram o saber artesanal nos seus projetos e como percecionam essa integração com o desenvolvimento de produtos únicos. Através destas opiniões críticas foi possível estabelecer vários pontos de vista fundamentais para o enriquecimento e desenvolvimento do estudo.

Um dos designers convidados foi Designer Gonçalo Campos, designer de produto português que explora a criação de diversas peças do quotidiano em que utiliza vários materiais e métodos de produção de forma que as soluções apresentadas sejam propostas inovadoras. Ao longo da sua carreira, já colaborou com inúmeras marcas e realizou peças de mobiliário reconhecidas no meio do design contemporâneo (Campos, s.d.).

Após a explicação da proposta da dissertação, Gonçalo Campos fez reflexões relevantes sobre a importância do design enquanto forma de comunicação, afirmando que “A peça em si tem que ter um papel de comunicação em que tu olhas para a peça e percebes exatamente porquê que ela é desta maneira” (G. Campos, Comunicação Pessoal, 18 de fevereiro de 2025). Além disso, o designer defende que pormenores como os encaixes devem ser propositadamente evidenciados uma vez que para além da função estrutural, os encaixes apresentam uma função fortemente estética e identitária e por isso não devem ser ocultados das peças e por isso o mesmo sugere que “[...] a melhor maneira seria que esses encaixes sejam quase exagerados para que sejam o core da peça [...] um detalhe que seja muito óbvio na peça que está na parte decorativa [...]” (G. Campos, Comunicação Pessoal, 18 de fevereiro de 2025).

Posteriormente, foi realizada uma reunião com o Designer Sérgio Lemos, designer industrial português, que apresenta um vasto estudo na área do design e desenvolve projetos, explorando temas como a sustentabilidade e inovação social que envolvem o artesanato e a natureza. Um desses projetos foi o Darga Crafts em que evidenciou uma forte relação entre o artesanato, a prática e o ensino (Barbot, s.d.).

O Sérgio partilhou algumas reflexões sobre a utilização e as características da madeira, onde referiu que “[...] a madeira é um material poroso que em função da percentagem de humidade que existe no ar, ele vai crescer ou contrair e, portanto, essa característica faz com que a precisão não seja 100%, há sempre uma oscilação. [...] O teu trabalho adequa-se mais a uma lógica de marcenaria fina, de marcenaria artística com um desenho altamente valorizado.” (S. Lemos, Comunicação Pessoal, 24 de fevereiro de 2025). Além disso, refletiu acerca do estudo dos encaixes, referindo um ponto de vista para potencializar a investigação, em que afirma que “[...] pode ser importante e ter um impacto maior, tu escolheres um número de ligações que seja versátil, ou seja, que permita um grande número de aplicações a nível da marcenaria.” (S. Lemos, Comunicação Pessoal, 24 de fevereiro de 2025). As observações feitas pelo designer apresentaram um valor significativo ao tema abordado, uma vez que representavam opiniões profissionais diretamente ligadas ao artesanato e ao estudo na madeira, inserindo o estudo dos encaixes realizados ao longo da dissertação no contexto da marcenaria artística.

Na procura pelo conhecimento mais aprofundado sobre a marcenaria e sobre os encaixes, foi realizada uma reunião com o designer Rui Alves, designer industrial português originário de uma família de artesãos, que explora o design através da sintonia e envolvimento dos materiais e dos processos de design, desenvolvendo produtos de forma artesanal e manufaturados industrialmente, procurando realizar sempre projetos inovadores mas que mantenham um design simples e prático (Design, s.d.; Office, 2023).

A reunião com o Rui foi particularmente interessante por ter sido possível obter uma perspetiva consciente, experiente e familiar acerca dos encaixes e do equilíbrio entre a marcenaria tradicional e a tecnologia, uma vez que o próprio defende que “[...] nenhuma anula a outra porque são campos completamente diferentes e ambas têm mercados completamente diferentes, a dimensão deles é completamente diferente, são campos que trabalham em simultâneo [...]” (R. Alves, Comunicação Pessoal, 25 de março

de 2025) sugerindo que existe uma coexistência de ambas as práticas e não uma oposição, que está normalmente associada à ideia de que a tecnologia pode acabar com o trabalho tradicional e considerando que são diferentes formas de produção de encaixes.

Os encaixes desempenham um papel crucial no que diz respeito ao design contemporâneo, uma vez que, o designer afirma que “[...] os encaixes são uma apropriação estética porque a nível de estrutura, nós conseguimos manter e conseguimos garantir isso [...] hoje em dia valorizamos cada vez mais a questão estética e ainda bem que o fazemos porque é mais um elemento que temos para tornarmos a peça mais interessante para além de funcional [...]” (R. Alves, Comunicação Pessoal, 25 de março de 2025) indicando que para além da função estrutural que os encaixes possuem, estes também passaram a assumir uma função estética e identitária que torna as peças de mobiliário mais expressivas e interessantes e nisso, o designer vê uma oportunidade criativa de atribuir mais valor e detalhes às peças, enfatizando a ideia de que tanto com a base da marcenaria manual como com a tecnologia, é possível que sejam exploradas novas possibilidades de design. Segundo Dormer (1995), a forma de trabalho entre o artesanato e o design deve cooperar, uma vez que:

“Grande parte do êxito alcançado pela nossa cultura deve-se ao trabalho coletivo das pessoas, à especialização e à fragmentação coordenada do trabalho. Nenhuma pessoa isolada poderia, por si só, alimentar a complexidade de um design avançado.” (Dormer, 1995, p.27)

Desta forma, os momentos de conversa e partilha de experiência com os designers permitiram obter uma perspetiva profissional sobre o tema da marcenaria e dos encaixes, focando de igual forma na importância da madeira e na relação de equilíbrio entre o artesanato e as inovações tecnológicas. Através das reuniões foi possível alcançar uma abordagem mais consolidada e consciente, uma vez que, tal como Dormer (1995) indica, o êxito do design contemporâneo depende da especialização do trabalho. Em suma, os vários pontos de vista alinharam a realidade e as exigências do design atual, com o Design do Produto e com a prática profissional do designer na área do mobiliário.

3.3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE DESIGN

A fase da pesquisa experimental integra todo o processo de design que será conduzido segundo a abordagem prática que vai ser realizada de forma sistematizada uma vez que vai ser descrito o material base, a madeira e dentro desta descrição existe uma seleção das espécies de madeiras mais utilizadas pelos marceneiros, dando ênfase às opções mais tradicionais com base nas características físicas, mecânicas e estéticas de maneira a garantir que a madeira escolhida se adequa para a execução dos encaixes e técnicas propostas. Em seguida, procede-se à descrição das ferramentas tradicionais utilizadas pelos marceneiros na realização dos encaixes, com o objetivo de explorar o papel da marcenaria manual no contexto da investigação.

Por último, é analisado o método de fabricação digital utilizado, a máquina CNC de 3 eixos, destacando a forma como esta tecnologia pode reinterpretar encaixes tradicionalmente usados pelos marceneiros, através da análise das características da máquina e o comportamento desta em relação à madeira trabalhada.

3.3.1 Descrição do Material

No contexto da marcenaria, a Marcenaria da Madeira é um dos conhecimentos mais importantes, uma vez que os artesãos se dedicam ao estudo dos materiais e das técnicas tradicionais como as de moldagem e as de união. O design das peças é definido através das propriedades específicas de cada espécie de madeira, sendo fortemente influenciado pelo tipo de juntas e pelas técnicas utilizadas durante o seu processo de construção (Lisboa, 2020). As competências e o conhecimento necessários para adquirir a habilidade da marcenaria requerem tempo e prática por parte do profissional, sendo necessário um processo de constante repetição e de aperfeiçoamento. No entanto, o conhecimento da matéria-prima torna-se um fator crucial no decorrer do processo, uma vez que é através do conhecimento das características da madeira que o artesão consegue compreender que tipo de madeira se adapta a cada projeto, influenciando no resultado final do mesmo (Silva, 2018).

A madeira é uma matéria-prima extremamente versátil e pode ser utilizada para diversos tipos de projeto, nomeadamente projetos de construção e de design. Existe uma diversidade significativa de propriedades tais como a origem, a densidade, a textura, a

cor, o acabamento, a resistência e a durabilidade que influenciam na sua aplicação em diversos projetos (Leitão, 2023).

O livro “Construção em Madeira: A madeira como material de construção” aborda todo o contexto da madeira como material base nas construções, indicando que, para além de outras informações, a madeira é um material que está subdividido em três níveis de organização. Estes níveis de organização permitem obter determinadas informações e uma visão clara da composição estrutural da madeira (Cachim, 2014).

- O **nível macroscópico** que apresenta uma “estrutura visível a olho nu ou com uma lupa de 10 vezes de aumento e que permite perceber, por exemplo, a variabilidade da resistência mecânica [...]” (Cachim, 2014, p. 45).
- O **nível microscópico** “requer aumentos da ordem de 500 vezes e cujo conhecimento permite compreender a diferença da rigidez [...]” (Cachim, 2014, p. 45).
- O **nível submicroscópico** “requer aumentos superiores a 3000 vezes e que permite realizar a compreensão [...]” (Cachim, 2014, p. 45).

É através da estrutura macroscópica que se observam as características para a marcenaria como o grão, a textura e o veio. Estes elementos não definem apenas a estética das madeiras como também influenciam diretamente as respetivas propriedades físicas (Cachim, 2014).

→ **Veio:** O veio da madeira refere-se ao “[...] conjunto de todos os efeitos observáveis nas faces das tábuas [...]” independentemente da origem das madeiras. Os veios podem resultar “[...] do arranjo e direção dos elementos fibrosos (fio), colorações zonais ou acasos de brilho, ou seja, da sua largura, intensidade do grão e heterogeneidade, bem como nitidez do lenho final ou da intensidade da textura.” (Cachim, 2014, p. 49).

→ **Grão:** O grão da madeira “está relacionado com a dimensão dos elementos fibrosos, e será tanto mais grosseiro quanto maior for o diâmetro destes elementos.” (Cachim, 2014, p. 48).

→ **Textura:** A textura da madeira está diretamente relacionada “[...] ao seu ritmo de crescimento, ou seja, à transição (brusca ou suave) entre a madeira de primavera e de verão, e à proporção entre estes dois tipos de madeira.” (Cachim, 2014, p. 48).

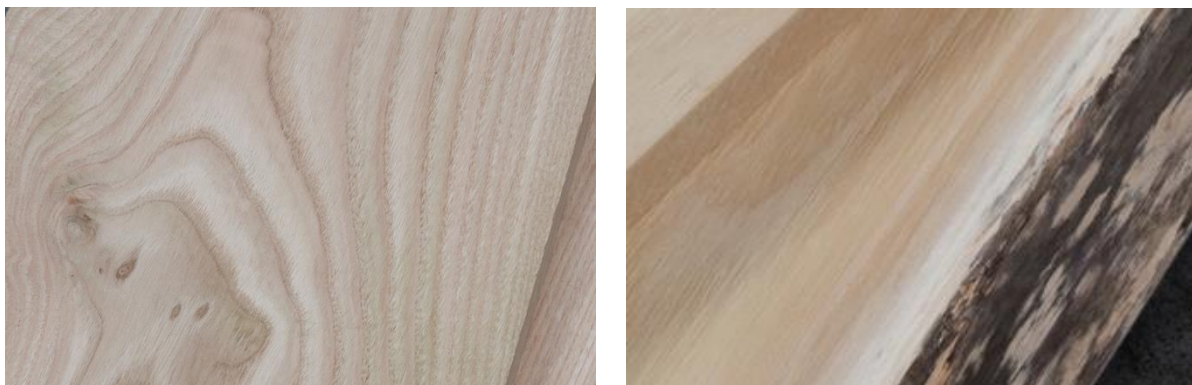


Figura 33 e Figura 34 - Veios da madeira de Castanheira e Grão da madeira de Acácia respectivamente. Madeiras, J. L. 2024.

A madeira, enquanto material estrutural, possui diversas propriedades físicas e mecânicas que, de alguma forma, tendem a influenciar a resistência, a durabilidade e a estabilidade dos produtos. A classificação pode-se executar tanto de forma nível visual como mecânico de maneira a determinar uma classe de qualidade para as madeiras, normalmente interligando-a com a classe de resistência em que estão inseridas as diversas propriedades. Esta classificação é um processo crucial para compreender e selecionar a madeira mais adequada para as possíveis aplicações (Borges, 2013).

- **Propriedades Físicas**

A madeira é considerada um material higroscópico, que absorve e liberta, continuamente, a humidade do ambiente, de maneira a encontrar um ponto de equilíbrio, influenciando diretamente as propriedades físicas e as propriedades mecânicas de cada tipo de madeira (Cachim, 2014). A variação na humidade pode afetar diretamente a resistência e a durabilidade das peças, através de retrações ou de dilatações na madeira que fazem com que a sua estabilidade dimensional seja afetada, impactando de forma direta no desempenho das ferramentas utilizadas na marcenaria,

provocando um desgaste constante e irregular nos instrumentos de corte (Warcholinski & Gilewicz, 2022).

O conhecimento das propriedades físicas da madeira é essencial para compreender o comportamento e a adaptação da madeira ao longo do tempo, garantindo uma escolha de madeira adequada aos processos de trabalho que exijam estabilidade e alta precisão.

- **Propriedades Mecânicas**

A madeira é um material anisotrópico que apresenta diversas variações nas suas propriedades mecânicas uma vez que, dependendo da direção das fibras, a sua resistência, que está ligada à estrutura anatômica do material, pode ser comprometida influenciando, posteriormente, a forma como a madeira é processada (Warcholinski & Gilewicz, 2022). A madeira possui três direções possíveis na anisotropia, a direção longitudinal em L, a direção radial em R e a direção tangencial em T e estas direções influenciam tanto na resistência mecânica como também nas propriedades físicas da madeira. Devido à disposição das fibras, organizadas paralelamente, a madeira apresenta uma grande resistência aos diversos esforços que são aplicados na direção longitudinal, mas apresenta uma resistência inferior quando a mesma forma é aplicada de forma perpendicular às fibras (Cachim, 2014, p.75).

A estrutura direcional da madeira torna-se importante para obter o conhecimento da orientação que a madeira apresenta, de forma a se otimizar a utilização da mesma tanto a nível de design como a nível de eficiência do corte e da montagem das peças a serem executadas.

- **Seleção de Madeiras**

Com base no documentário da RTP – “Madeira Prima”, série documental interpretada por diversos marceneiros e artesãos que mostram os segredos por detrás de cada uma das peças realizadas e executam-nas de forma a valorizar os diversos tipos de madeira existentes e as diferentes técnicas dentro da área da marcenaria e do artesanato, utilizando as mais variadas ferramentas manuais e as tecnologias modernas (Paixão,

2015) e com base também numa entrevista realizada ao Marceneiro Sandro da Marcenaria Artística “Madeira Prima” (Anexo II) foi realizado um estudo das possibilidades de madeira a serem utilizadas na marcenaria (Anexo III) e foram selecionadas algumas das madeiras que são consideradas as mais utilizadas pelos marceneiros, como o castanho, o carvalho e o pinho.

A distinção feita entre as madeiras duras e as madeiras macias é fundamental para a compreensão das propriedades e das aplicações e essa atribuição não remete, necessariamente, à dureza da madeira, mas sim ao tipo de árvore dessa de uma determinada madeira. As madeiras duras, como o castanho e o carvalho, são extraídas de árvores com um crescimento lento sendo estas geralmente mais densas e mais resistentes o que faz com que a madeira fique, naturalmente, mais pesada. As madeiras macias, como o pinho, por sua vez, são provenientes de árvores com um crescimento mais rápido, sendo também mais leves e mais fáceis de trabalhar e executar as peças. Na maioria dos casos, as madeiras macias apresentam cores claras e as madeiras duras apresentam cores mais escuras, variando os tons de espécie para espécie (Luiza, 2022).

Apesar das diferenças apresentadas nas características de cada uma das madeiras, estas são as mais utilizadas graças à sua versatilidade. As madeiras de castanho e de carvalho são madeiras duras que são utilizadas devido à sua qualidade estética, às diversas possibilidades de detalhe nas peças e à sua resistência (Madeiras, 2024), enquanto a madeira de pinho, apesar de ser uma madeira macia, se destaca pela facilidade no processo de execução das peças e pela sua leveza (Wood, 2020).

- **Madeira de Castanho**

A madeira de castanho tem a sua origem na Europa Ocidental e é reconhecida pela estética equilibrada que apresenta, pelas suas características e pelas propriedades mecânicas. A madeira apresenta um tom amarelado, um veio direito e um grão médio, que fazem com que esta tenha uma textura que facilita o processo de execução das peças realizadas com o castanho. Classificada como uma madeira dura, esta destaca-se por ser uma madeira que tem uma maior facilidade de serragem e, embora a sua secagem seja lenta e, que possivelmente haja um risco acrescido de abertura de fendas, a madeira de castanho possui um bom acabamento das peças, possibilitando a criação de peças de mobiliário que apresentam uma longa durabilidade e resistência (Madeiras, 2024).

Com todas estas características e propriedades, o castanho é utilizado na indústria do mobiliário e na carpintaria, tanto interior como exterior, estando classificado na Classe 3 de exterior, o que significa que é uma madeira que pode ser utilizada em ambientes externos que não tenham contacto direto com o solo (Leitão, 2018).

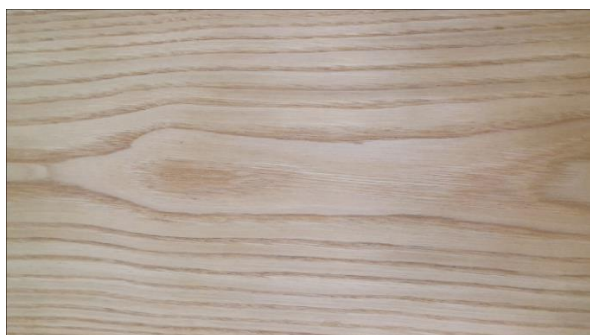


Figura 35 – Madeira de Castanho. Leitão, J.P. 2018.



Figura 36 – Projeto de Bancos. Paixão, T. 2017.

- **Madeira de Carvalho Francês**

O carvalho apresenta uma madeira que é amplamente valorizada pelas suas propriedades mecânicas e pela estética que apresenta. Madeira originária de países da Europa como a Alemanha e a França, apresenta tom com castanho-claro, um grão médio que fazem com que esta tenha uma textura média que atribui às peças realizadas um acabamento mais refinado. Apesar de ser uma madeira dura como a madeira de castanho, esta madeira destaca-se pela facilidade de serragem, embora apresente um risco de deformação, exigindo que haja um processo mais cuidadoso durante a sua secagem. Embora apresente um risco de deformação, é uma madeira que tem um bom acabamento quando se utiliza produtos para deixar a sua superfície mais uniforme, como o tapa-poros que evita que a madeira absorva, em excesso, os acabamentos pelos poros (Madeiras, 2024; Leitão, 2018).

É um tipo de madeira que se destaca pela sua durabilidade, sendo mais utilizada para ambientes interiores em que se pretenda uma madeira que apresente uma grande resistência como em peças de mobiliário, em pisos e em portas. É, também, uma madeira classificado na Classe 3 de exterior o que significa que pode ser utilizada em ambientes externos que não tenham contacto direto com o solo, garantindo uma resistência elevada e prolongando a vida útil desta madeira (Leitão, 2018).



Figura 37 – Madeira de Carvalho Francês.
Madeiras, J. L. 2024.



Figura 38 – Projeto de Aparador. Paixão, T. 2016.

- **Madeira de Pinho**

A madeira de pinho é muito utilizada pelos marceneiros na marcenaria por ser uma madeira versátil, que apresenta uma elevada resistência, um veio direito, um grão médio e uma textura irregular, característica que influencia na absorção dos acabamentos. No entanto, por ser uma madeira macia, o pinho destaca-se por ser fácil de serrar e por ter um processo de secagem relativamente rápido, o que faz com que seja mais eficiente quando é utilizado no fabrico de diversas peças (Silva et al., 2013).

Existem diversos tipos de madeira de pinho como o pinho manso, o pinho marítimo, o pinho bravo, o pinho silvestre e o pinho nórdico mas, com base nos episódios da série “Madeira Prima”, as mais utilizadas pelos artesãos são as madeiras de pinho manso e pinho marítimo por mostrarem ter as características necessárias para se executarem os projetos de marcenaria, no caso do episódio 5 em que se produziu um móvel de TV a partir da madeira dos pinheiros mansos e no caso do episódio 8 em que se utilizou a madeira de pinho marítimo para executar um bote (Wood, 2020).

O pinho é uma madeira com uma tonalidade que varia entre o amarelo e o castanho-claro e que oferece um bom acabamento, o que resulta na sua utilização em diversos setores como o mobiliário e a carpintaria. Por ser uma madeira que apresenta uma elevada durabilidade, é utilizada também em construções e em aplicações decorativas, sendo classificada como Classe 3 de exterior, o que significa que pode ser utilizada ao ar livre evitando o contacto direto com o solo (Leitão, 2018).



Figura 39 - Madeira de Pinho. Leitão, J. P. 2018. Figura 40 – Projeto de Mesa de Jantar. Paixão, T. 2016.

Muitas das peças que, por vezes, parecem madeira pura, são, na verdade, derivados da madeira. Entre os derivados existe o contraplacado e o MDF, estes são os principais derivados utilizados na marcenaria, no entanto, a madeira no seu estado mais puro é o ideal para os marceneiros conseguirem trabalhar os encaixes (Artística, 2020). Apesar destes derivados serem os mais utilizados, atualmente, existem ainda outros tipos como o aglomerado de partículas, o HDF, o folheado, o laminado e o OSB. O surgimento dos derivados fez com que houvesse alternativas à madeira em termos de possíveis aplicações, de vida útil e resistência estrutural, podendo também ser uma alternativa relativamente de resistência (Correias, 2018).

Os derivados da madeira são materiais que resultam da madeira ou de partes desta e que oferecem soluções com características únicas que a madeira no seu estado natural não conseguiria providenciar de uma forma eficaz (Artística, 2020). Existe uma grande diversidade de materiais apresentados e cada vez irão existir mais, uma vez que, este tipo de materiais industriais está em constante evolução de forma a otimizar os métodos de produção. Através da utilização dos processos de fabrico para a execução destes derivados é possível aproveitar diversas matérias-primas que apresentam uma qualidade reduzida fazendo com que estas sejam valorizadas e aplicadas em produtos com um processo mais exigente (Santos, 2015).

- **Contraplacado**

O contraplacado é um dos derivados de madeira mais utilizados na marcenaria, de cores claras, é composto por placas finas que são coladas de forma alternada, o que faz com que este material tenha uma ótima estabilidade dimensional e apresente uma boa resistência mecânica. O contraplacado é um material utilizado na construção civil, em estruturas de móveis, uma vez que proporciona alguma resistência e também em

revestimentos devido à sua superfície que facilita bastante na aplicação dos acabamentos. Apesar de todas as características e vantagens, o contraplacado apresenta a desvantagem de ser bastante suscetível a lascas se não for tratado (Artística, 2020; Santos, 2015).



Figura 41 – Contraplacado. Santos, J. 2015



Figura 42 – Suporte para Bicicletas. Paixão, T. 2016.

Neste tópico de descrição do material, a madeira destaca-se pelas propriedades únicas e pela importância que apresenta nos processos de execução das peças na marcenaria, nomeadamente na exploração das técnicas tradicionais e nos encaixes. Através do breve estudo de algumas das propriedades físicas e das propriedades mecânicas das madeiras e da influência da entrevista com o marceneiro, foi possível realizar uma seleção das espécies mais utilizadas na marcenaria, consultando diversas informações de empresas especializadas no fornecimento de madeiras. A seleção baseou-se na necessidade de equilibrar alguns aspetos para a execução perfeita dos encaixes sendo eles a funcionalidade e a estética, considerando sempre características como a dureza, o grão, a textura, o veio e a facilidade em trabalhar a madeira.

A escolha e descrição das madeiras, incluindo o derivado, bem como a elaboração do “Anexo III”, onde se analisam os mais variados tipos de madeira e derivados utilizados na marcenaria, serviram como elemento estrutural para esta investigação e como base para a pesquisa experimental, uma vez que, evidenciaram particularidades que não influenciam apenas na durabilidade e na funcionalidade como também na estética e no design final dos produtos realizados na marcenaria, contribuindo para a aplicação dos encaixes nas mais variadas superfícies.

3.3.2 Descrição das Ferramentas Manuais

As ferramentas manuais são instrumentos fundamentais no contexto da marcenaria, uma vez que são essenciais para a compreensão dos processos de execução desde o corte da madeira até ao produto final. Estas ferramentas manuais constituem a base histórica para o desenvolvimento de máquinas mais modernas e tecnológicas, como as atuais ferramentas elétricas e, mais recentemente, para a introdução da maquinaria digital na marcenaria. Apesar de, atualmente, os produtos serem fabricados de uma forma mais mecanizada, as ferramentas manuais ainda são bastante utilizadas pelos marceneiros durante o processo artesanal (Gutmane et al., 2022).

A citação de Peter Welsh encontrada no “Antarte Museum” sintetiza uma reflexão sobre a importância das ferramentas manuais em que se lê “[...] a ferramenta manual combina muitas vezes uma grandiosidade de linhas e proporções que a torna um objeto de grande apelo decorativo.” (Antarte, 2024).



Figura 43 - Antarte Museum, 2024.

Este pensamento reflete que, apesar das ferramentas manuais serem diretamente associadas às suas funções de execução das peças e dos encaixes, as ferramentas também são responsáveis por atribuir um valor e a estética às peças. No que diz respeito à ligação entre as ferramentas manuais e as tipologias de encaixe tradicionais, ambos símbolos do ofício que é a marcenaria, o processo de execução e os produtos finais relacionam a tradição e a inovação de forma a enriquecer as peças através do apelo decorativo.

Além disso, no artigo “An Example of the Use of Traditional Woodworking Hand Tools in Product Design” (2022), os autores destacam o estudo das ferramentas através da metodologia de “Thinking-Through-Making” em que os alunos exploram as ferramentas e as técnicas do processo de execução através do seu uso.

“Pensar através da prática é um processo no qual a execução e o pensamento interagem constantemente e se enriquecem mutuamente. A reflexão sobre o que foi feito gera conhecimento e percepções.” (Gutmane et al., 2022, p.123)

Através da citação acima é possível destacar a importância da execução, como um complemento essencial à aprendizagem teórica uma vez que, na marcenaria, a complementação de ambas as aprendizagens permitem ao marceneiro compreender melhor a madeira, as técnicas de encaixe e os processos de execução através da utilização das ferramentas, de forma a aprimorar a precisão e inovar nos designs das tipologias de encaixe.

No âmbito desta dissertação, a execução manual permite desenvolver uma compreensão mais profunda através da entrevista realizada ao marceneiro Sandro (Anexo II). Nesta entrevista fez-se a questão de quais são as ferramentas que o marceneiro utiliza e que se tornavam indispensáveis para realizar os encaixes durante o processo de execução à qual o mesmo respondeu: “Os formões, os vários formões que tenho são os que me auxiliam na execução de encaixes e no processo de desenvolvimento das peças. No entanto, também utilizo ferramentas como o maço, a faca de marceneiro e os serrotes quando estou a executar os encaixes [...]” (S. Braun, Comunicação Pessoal, 23 de janeiro de 2025). Esta declaração do marceneiro evidenciou a importância das ferramentas, principalmente os formões que permitem executar um desbaste preciso da madeira de modo que as formas dos encaixes fiquem justas e encaixem corretamente. Adicionalmente, também pode ser utilizada uma plaina para alisar ou desbastar alguma parte da madeira para garantir um acabamento mais cuidado.

Na figura abaixo é possível verificar as ferramentas utilizadas na execução de uma das partes de um encaixe tradicional de cauda de andorinha.

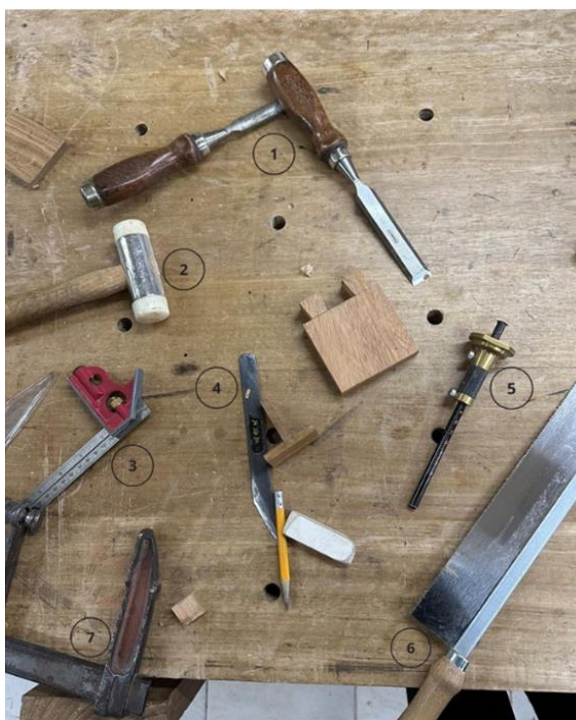


Figura 44 - Ferramentas Manuais: (1) – Formões, (2) – Maço/Martelo, (3) – Esquadro, (4) - Faca de Marceneiro, (5) - Graminho, (6) – Serrote, (7) – Grampo de Aperto.

Toshio Odate, artesão de mobiliário fino nos EUA, na introdução do livro “*Hand Tools (Art of Woodworking)*” (Home-Douglas et al., 1993a), fez referência ao respeito que tem pelas ferramentas manuais devido à valorização que os artesãos japoneses atribuíam às ferramentas, como se existisse uma relação entre o artesão e os instrumentos de execução para obter o produto final. Odate também aborda as diferenças entre os métodos de produção mecanizada e os métodos de produção manual, na qual defende que, apesar da produção mecanizada ser mais rápida e a forma mais razoável de realizar os trabalhos, não mostra a relação entre o produto e o artesão e todo o cuidado e preocupação que existia por detrás do produto acabado (Home-Douglas et al., 1993a).

De todas as ferramentas manuais utilizadas na marcenaria, as ferramentas mais utilizadas para a execução de encaixes tradicionais são as que aparecem na figura 44. Nesta figura estão representadas ferramentas como o formão, o maço de madeira, o esquadro, a faca de marceneiro, o graminho, o serrote e o grampo de aperto. Após a realização dos encaixes, pode também ser utilizada uma plaina para alisar e desbastar algumas imperfeições da madeira.

- **Formões**

Os formões, tal como o marceneiro referiu na entrevista, são as ferramentas mais utilizadas na marcenaria tradicional para a produção de mobiliário e encaixes e existem diversos tipos de formões. Estas ferramentas são, normalmente, constituídas por um cabo de madeira e uma lâmina de ferro achatada e afiada, com larguras que podem variar e são muito utilizados na marcenaria por se adaptarem às mais diversas funções como a realização de cortes precisos e encaixes tradicionais (Miró, 1999).

Os formões japoneses sempre foram ferramentas que apresentam características superiores uma vez que, por serem constituídos por uma lâmina feita em aço, permitiam que o fio fosse muito resistente e afiado, facilitando a precisão e o corte (Shervill et al., 2013). Em contrapartida, os formões ocidentais apresentam uma resistência bastante alta e equilibram essa resistência com a flexibilidade permitindo às ferramentas suportar diversos impactos sem comprometer a funcionalidade do formão. A escolha de um bom formão está associada à qualidade da lâmina e à resistência do cabo (Home-Douglas et al., 1993a).



Figura 45 - Formões, Marcenaria Artística.

- **Maço de Madeira**

O maço é uma ferramenta constituída por um cabo e cabeça de madeira ou de nylon, utilizada na marcenaria tradicional para a realização dos diversos tipos de encaixe. É utilizada para golpear outros tipos de ferramentas como os formões e as goivas sem exercer demasiada força e sem as danificar, permitindo que sejam realizados cortes

exatos e precisos na madeira. Existem diversos tipos de maço e, atualmente, existem alguns que utilizam metal na sua constituição (Miró, 1999).



Figura 46 e Figura 47 - Maço de Madeira, Antarte Museum e Maço de Nylon, Marcenaria Artística.

- **Esquadro**

O esquadro é um dos instrumentos mais utilizados pelos marceneiros para realizar marcações precisas, conferir as medidas e verificar os ângulos dos encaixes e dos cortes. Existem diversos tipos de esquadro como os de metal, de madeira e, atualmente, os de plástico, no entanto na marcenaria tradicional os mais utilizados são os esquadros de metal e de madeira como se pode verificar nas figuras abaixo. A utilização deste tipo de instrumento permite que os cortes e os encaixes sejam executados de forma exata e com muita precisão a nível angular, de forma a contribuírem para a resistência estrutural das peças e para uma estética apelativa pelas peças se encaixarem perfeitamente (Miró, 1999).



Figura 48 e Figura 49 - Esquadros de Madeira, Antarte Museum e Esquadro de Metal, Marcenaria Artística.

- **Faca de Marceneiro**

A faca de marceneiro ou também chamada de faca de marcação, é uma das ferramentas essenciais na marcenaria tradicional por auxiliar na precisão quando é necessário efetuar alguma marcação na madeira antes de realizar o corte. A faca, como a própria nomenclatura indica, é constituída por uma lâmina afiada que permite que sejam marcadas linhas ao longo da peça com o auxílio de uma régua ou esquadro e também que sejam realizados pequenos cortes na madeira para uma marcação mais exata como no caso dos encaixes (Home-Douglas et al., 1993a; Jackson & Day, 1995).



Figura 50 - Faca de Marceneiro, Marcenaria Artística.

- **Graminho**

O graminho, na marcenaria tradicional, é utilizado para marcar com precisão linhas paralelas na madeira e para realizar marcações para pequenos cortes. É uma ferramenta de madeira constituída por um pino de metal bastante afiado e por um batente deslizante que pode ser ajustado para que a medida possa ser adaptada conforme as necessidades expostas (S. Braun, Comunicação Pessoal, 23 de janeiro de 2025). Existem diversos tipos de graminhos e, nos modelos mais modernos e com uma qualidade superior, é possível que esta ferramenta seja constituída por um batente mais resistente que permite que o graminho não se desgaste com tanta facilidade (Jackson & Day, 1995).



Figura 51 - Graminhos, Marcenaria Artística.

- **Serrote ou Serras Manuais**

As serras manuais à qual pertence o serrote, são ferramentas utilizadas na marcenaria tradicional com o objetivo de obter cortes precisos e seguros. Existem diversos tipos de serras que permitem cortar as madeiras de diversas formas, como o serrote, representado nas figuras 52 e 53 para a execução de um encaixe de cauda de andorinha, o serrote de costas e o serrote japonês que permitem realizar cortes na madeira de forma mais segura porque, devido à sua lâmina fina, existem menos esforço e conseqüentemente, há uma menor probabilidade de a lâmina deformar ou partir (Home-Douglas et al., 1993a; Shervill et al., 2013).

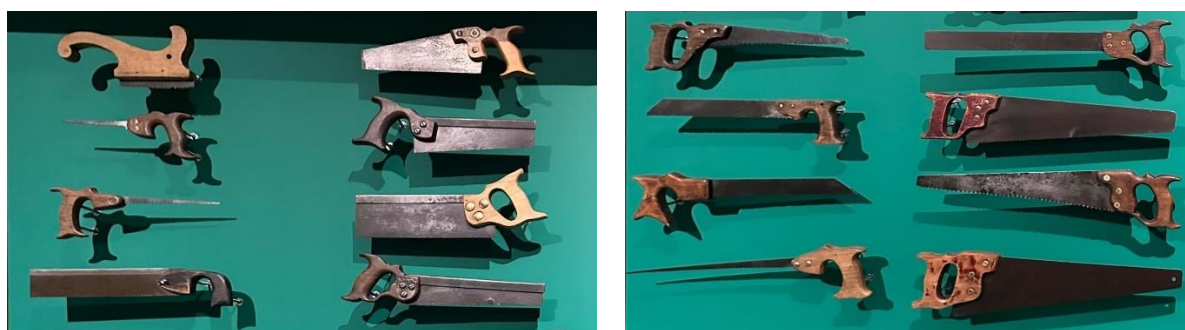


Figura 52 e Figura 53 - Serrotes, Antarte Museum.

- **Plaina**

A plaina, na execução dos encaixes, é utilizada para fazer pequenos ajustes e alisar algumas imperfeições que a madeira possa ter e que possam surgir durante o

processo de execução. No entanto, na marcenaria tradicional, a plaina garante um acabamento com precisão, desbastando e alisando as diversas superfícies da madeira que está a ser trabalhada (Jackson & Day, 1995). Existem diversos tipos de plainas, as de uso geral que nivelam as superfícies e modelos mais modernos que permitem realizar cortes mais detalhados a partir de lâminas que possibilitam a realização de molduras e chanfros e, para além de desempenharem as funções de alisar e desbastar a madeira, as plainas tendem a ser utilizadas em conjunto com limas e raspadores de forma a darem à peça um acabamento mais preciso e detalhado (Home-Douglas et al., 1993a).

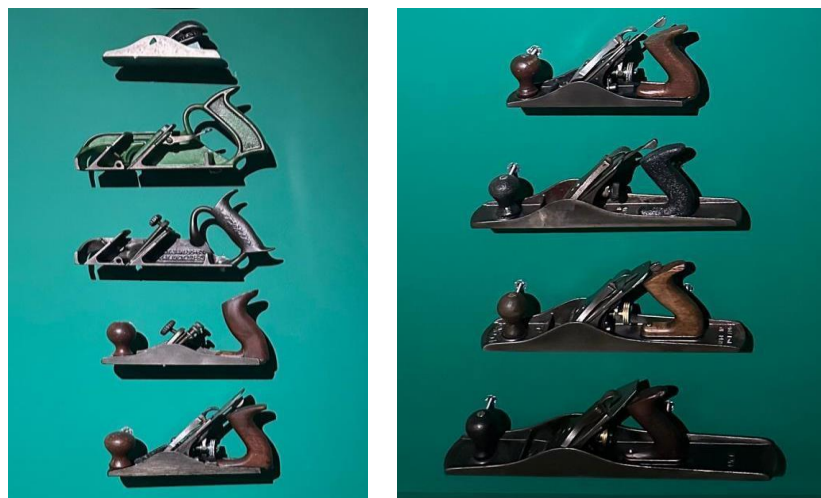


Figura 54 e Figura 55 - Plainas, Antarte Museum.

As ferramentas manuais apresentam um papel muito importante na marcenaria por garantirem que as peças e os encaixes tradicionais são executados com qualidade e precisão devido ao controlo que as ferramentas têm sobre material uma vez que, a utilização destas permite uma compreensão e um envolvimento melhor com a madeira permitindo ao marceneiro executar todo o processo com a noção da densidade e da textura da madeira utilizada. Para além disso, a utilização das ferramentas manuais nos processos de execução garante detalhe e acabamento à peça, possibilitando a realização de pequenos ajustes que dificilmente é alcançado através dos métodos de execução mecanizada.

“Esse conhecimento e essas habilidades são essenciais para futuros designers de produto, pois os ajudarão a aprender sobre os diversos materiais, as suas propriedades e as opções de processamento usadas no design, na prototipagem e na fabricação de novos produtos.” (Gutmane et al., 2022, p.123)

No sentido da investigação desta dissertação, a precisão dos encaixes torna-se essencial para atribuir resistência e durabilidade às estruturas, que também depende do domínio das técnicas aplicadas e das ferramentas utilizadas. Num contexto mais moderno, o conhecimento das ferramentas e das práticas são essenciais para conseguir obter encaixes perfeitos, apesar de que, como contextualiza o marceneiro “[...] é de lamentar a falta de cursos técnicos que ensinem a verdadeira marcenaria e as práticas para execução [...]” (S. Braun, Comunicação Pessoal, 23 de janeiro de 2025) enfatizando que não há muitas respostas para a procura que há e que atualmente não existem muitas pessoas que saibam aplicar as práticas e as técnicas de execução com ferramentas manuais de uma forma correta.

O equilíbrio que se estabelece entre a tradição e a inovação requer uma maior compreensão daquela que é a importância e a vantagem das ferramentas manuais e como é que a introdução de inovações tecnológicas pode acrescer conhecimento dentro da arte da marcenaria. Ainda assim, uma peça executada de forma manual tem tendência a ter mais detalhe, uma possível personalização e um aperfeiçoamento no acabamento que as peças executadas pelas máquinas como afirma o marceneiro “[...] Há detalhes que os clientes querem nas peças que a indústria não vai conseguir fazer porque não vão parar uma produção para fazer uma peça única, uma peça específica, então os clientes procuram os marceneiros para realizar esses detalhes.” (S. Braun, Comunicação Pessoal, 23 de janeiro de 2025).

3.3.3 Descrição das Máquinas

No contexto da execução mecanizada, utilizou-se a máquina CNC de 3 eixos da Pronum, como máquina de representação da fabricação digital. A máquina possui 3 eixos de deslocamento da máquina que representam um plano de movimento específico realizado através de guias de circulação de esferas de precisão (Pronum, n.d.). O eixo X corresponde ao movimento de translação horizontal do sentido esquerdo para o direito,

o eixo Y refere-se ao movimento de translação da fresa nos sentidos frontal e traseiro e o eixo Z representa o deslocamento vertical da máquina que é responsável pela profundidade atribuída à peça (Silva & Reis Filho, 2022).

O processo de execução da pesquisa experimental consiste na elaboração dos ficheiros técnicos através do *Software AutoCAD*, onde se define a geometria das peças, de maneira a obter uma visualização bidimensional para assegurar que as medidas estão corretas antes de avançar com o processo (Shed, 2023). Posteriormente, para se obter uma visualização mais detalhada das peças pode ser elaborado um ficheiro tridimensional através de um software adequado, no estudo em específico utilizou-se o *SketchUp*, um software 3D que permite executar e visualizar as peças em duas ou três dimensões (Souza et al., 2018). No entanto, é a partir do ficheiro CAD que são efetuadas todas as alterações necessárias no ficheiro ao longo do projeto até que o ficheiro esteja devidamente elaborado para ser importado no software da máquina CNC.

Os softwares CAD/CAM permitem realizar a modelação digitalmente e é a partir desses modelos que se gera o código G (*G-Code*) que é responsável pelo controlo da movimentação da máquina CNC durante o processo de execução. Este código gera um conjunto de instruções que orientam os diferentes eixos da CNC, assim como regula parâmetros como a velocidade e a rotação de forma a assegurar a precisão necessária para a peça (Teixeira & Telocken, 2015). Neste estudo experimental, o software CAM utilizado para gerar o *G-Code* foi o *VCarve*, software de design próprio para usinagem CNC. As utilizações destes softwares permitem a elevada produtividade da máquina, a possibilidade de repetição e uma precisão significativa das dimensões ao executar as peças (Rezende et al., 2020).

Devido à evolução tecnológica, a utilização de softwares CAD e CAM nas CNC tem sido crescente uma vez que se elimina a necessidade de programação manual. Esta implementação justifica-se pela capacidade de automatizar os diversos cortes com elevada precisão e eficiência, criando peças mais uniformes o que minimiza a possibilidade de erros humanos durante a preparação dos ficheiros (Pajaziti et al., 2025). Para além disso, a CNC permite estudar e desenvolver um maior número de possibilidades de encaixe, devido à velocidade e exatidão que apresenta no corte facilitando na execução de peças com designs complexos e eliminando a necessidade de

introdução de fixadores como pregos ou parafusos, de maneira a tornar as peças esteticamente apelativas e com a montagem facilitada (Carvalho & Nunes, 2024).



Figura 56 e Figura 57 - Máquina CNC da Oficina da ESMAD.

3.4 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Os critérios de avaliação definidos para esta investigação servem como parâmetros para avaliar e comparar os dois tipos de execuções, a manual e a mecanizada, baseadas na estética do design, na precisão obtida e no tempo de execução tendo em conta o grau de dificuldade de execução dos encaixes. Têm como objetivo garantir a eficiência, a precisão e uma análise objetiva e benéfica para a investigação da dissertação. Os critérios de avaliação contribuem para a identificação das vantagens e limitações das peças realizadas e para a elaboração de análises conclusivas, garantindo parâmetros estruturados para comparação dos resultados obtidos com os objetivos iniciais (Aero, 2023).

Estes critérios têm em consideração a execução mecanizada dos encaixes na fase da pesquisa experimental uma vez que, vão ser exploradas algumas variações de design dos principais tipos de encaixes, realizados através de uma máquina CNC. Em comparação, na execução manual serão realizados quatro encaixes tradicionais, realizados pelo marceneiro, uma vez que seria, praticamente, impossível, realizar este tipo de trabalho sem qualquer preparação, conhecimento e prática. A execução manual servirá como uma reflexão crítica sobre todo o processo de execução dos encaixes, para

se conseguir obter uma melhor compreensão dos desafios e vantagens do uso deste método.

Com base na importância estrutural e funcional das peças, e no design estético que os encaixes apresentam no mobiliário onde são inseridos, cada um destes critérios consiste em avaliar as principais vantagens que cada método pode oferecer para se conseguir estabelecer um equilíbrio entre ambos. Assim sendo os critérios são:

→ O **Design Estético** que terá em consideração o acabamento que os encaixes apresentam visualmente, ressaltando a uniformidade dos encaixes e se existem imperfeições na madeira que, de alguma forma, possam comprometer a estética visual, destacando-se na peça. A avaliação deste critério tem como base elementos visuais como a textura, a cor, a harmonia, a proporção e a forma, uma vez que estes elementos são a base do valor e da identidade das peças (Solano, 2024). Na marcenaria e nas juntas de encaixe, o design estético interliga-se com outros elementos como a funcionalidade, a precisão e os acabamentos.

→ A **Precisão** que permitirá avaliar a exatidão dos cortes e observar se as peças se encaixam simetricamente, garantindo a estrutura dimensional do encaixe e que o método de execução através das máquinas CNC, não compromete a funcionalidade do encaixe uma vez que é necessário atribuir tolerâncias de cerca de 1 mm às peças a serem executadas (Medeia de Campos & Celani, 2024).

→ O **Grau de Dificuldade de Execução** consiste na avaliação da complexidade do encaixe tendo em conta a precisão e eficiência da execução. Os métodos paramétricos estimam o tempo de execução tendo em conta o grau de dificuldade de execução e têm como base em diversos fatores como a precisão da execução, a dimensão e o tipo de material utilizado, que neste caso em específico é a madeira e a área de desgaste da peça (Armilotta, 2021). Este critério apresenta uma escala numérica de 1 a 5 associada ao grau correspondente, sendo 1 considerado um nível de dificuldade muito baixo e o 5 um nível de dificuldade muito elevado. Esta classificação permite distinguir o esforço técnico exigido de cada uma das juntas de encaixe.

→ O **Tempo de Execução** será verificado em cada um dos encaixes produzidos, tendo em conta que cada encaixe apresenta uma tipologia e um grau de dificuldade. Segundo Cruz et al. (2018), a variabilidade do tempo de execução refere-se ao período necessário para completar uma determinada tarefa numa unidade operacional durante todo o seu processo de realização. Assim sendo, este critério vai servir para comparar a rapidez da execução com a qualidade e precisão que o encaixe apresenta, de forma a fazer uma reflexão de como é que as máquinas CNC podem auxiliar na otimização de todo o processo de execução, tendo em comparação o tempo de execução da abordagem manual.

A definição de critérios de avaliação objetivos é essencial para esta dissertação, uma vez que permite uma análise comparativa entre os encaixes realizados em cada uma das execuções. Baseada nos critérios selecionados para avaliar os dois tipos de execução, a análise realizada permite um conhecimento mais amplo do equilíbrio estabelecido entre o tradicional e as inovações introduzidas na marcenaria, permitindo a compreensão do destaque das tecnologias como forma de aprimorar os processos de execução.

A aplicação dos critérios contribui para a observação das vantagens e limitações de cada método, de forma a compreender de que forma é que cada execução pode responder a determinados objetivos e a contextos distintos de produção.

3.5 CONCLUSÃO

Este capítulo apresenta a relevância da pesquisa experimental desta investigação, uma vez que estabelece a base necessária para se conseguir determinar a comparação entre a execução manual com base na marcenaria tradicional e a execução mecanizada com base nas inovações tecnológicas.

Neste secção procedeu-se à descrição da abordagem adotada para esta pesquisa, focando nos procedimentos realizados ao longo do processo de design com o objetivo de incorporar todas as informações relativamente às características e informações base da marcenaria tradicional, como o material e as ferramentas manuais e à descrição da máquina CNC de 3 eixos utilizada enquanto inovação tecnológica, descrevendo o

funcionamento da mesma desde a preparação dos ficheiros até à concretização das peças através do corte automatizado da máquina.

A definição dos critérios de avaliação viabilizou a estruturação da análise comparativa entre o método artesanal e o método mecanizado. Estes parâmetros contribuíram para o entendimento das vantagens e das limitações dos métodos, assim como a possível integração entre o saber artesanal e a potencialidade tecnológica.

Em conclusão, a pesquisa experimental desenvolvida contribuiu para o cumprimento dos objetivos gerais do estudo por disponibilizar diversas informações essenciais que permitiram a fundamentação e a análise detalhada das execuções realizadas posteriormente. Este capítulo permitiu a reflexão acerca das diferentes etapas do processo experimental e possibilitou a compreensão das implicações de ambas as abordagens.

Capítulo

4. DESENVOLVIMENTO DE DESIGN

4.1 IDEACÃO DO CONCEITO

A ideação do conceito é um ponto de partida para o estudo prático desta dissertação, por envolver a definição dos dois métodos de execução e por delimitar a parte experimental às técnicas e materiais que vão ser aplicadas neste processo de execução de encaixes. Nesta fase de desenvolvimento de design são selecionados, juntamente com as técnicas de encaixe escolhidas, os tipos de madeira a serem utilizados e a viabilidade técnica de cada uma das execuções de forma que cada estudo corresponda às expectativas e necessidades atribuídas ao estudo da pesquisa experimental.

Inicialmente, são realizados alguns estudos das variações das tipologias de encaixe tradicionais, de maneira a elaborar um estudo do design que os encaixes podem apresentar sendo modelados com o software CAD e realizados através de uma máquina CNC.

A fase de Desenvolvimento de Design está subdividida em três tópicos principais sendo estes o tópico da ideação do conceito, o tópico da produção de encaixes, que se subdivide entre a execução manual e a execução mecanizada e, por fim, o tópico da comparação dos encaixes, em que se aborda as vantagens e as limitações. Na execução manual são realizadas juntas de encaixe tradicionais, sem nenhum tipo de alteração ou variação e utilizam-se as ferramentas manuais tradicionais, que exigem, da parte do marceneiro, uma elevada habilidade e precisão. Na execução mecanizada, para a realização dos encaixes utiliza-se uma máquina CNC de 3 eixos que permite uma maior exploração das de design que os encaixes podem apresentar, mantendo sempre as características base da tipologia de encaixe utilizada. No último tópico desta fase, na comparação dos encaixes, faz-se uma primeira análise das duas execuções aplicando os critérios de avaliação definidos anteriormente e delimitando as vantagens e as limitações das execuções.

O estudo dos métodos aplicados é essencial para se demonstrar que ambos se complementam, agregando aspetos positivos para ambos, de forma a estabelecerem um equilíbrio entre a tradição e a tecnologia, que resultam em desenvolvimentos na marcenaria enquanto ofício, ampliando as soluções de design apresentadas nas peças, mantendo sempre a essência tradicional daquilo que é a marcenaria atualmente (Menegasso & Prado, 2024).

4.2 PRODUÇÃO DE ENCAIXES

A produção dos encaixes em madeira representa, na sua maioria, a base da marcenaria tradicional, não só pelas funções estruturais ou estéticas que os encaixes apresentam, mas devido à simbologia e valor agregados às peças de mobiliário e artesanais (S. Lemos, Comunicação Pessoal, 24 de fevereiro de 2025).

Ao longo do contexto histórico, os encaixes de madeira eram executados com o objetivo de unir diferentes peças de mobiliário sem recorrer a outros elementos para garantir a sua robustez e precisão (Projects, 2024). No entanto, conforme foram surgindo as inovações tecnológicas, nomeadamente as CNC, surgiram também novas possibilidades de execução e de design dos encaixes, permitindo repetir as uniões com a mesma precisão e com as mesmas geometrias sem necessidade do uso total de recursos manuais (Menegasso & Prado, 2024).

Nesta fase de estudo prático são realizadas e analisadas as juntas de encaixe através de ambos os métodos, sendo que na execução manual, o processo foi auxiliado pelo marceneiro e na execução mecanizada, o processo foi desenvolvido através da CNC de 3 eixos disponível na oficina da ESMAD com o auxílio do técnico Sérgio. Esta comparação tem como objetivo a reflexão da possibilidade de equilíbrio entre a tradição e a inovação tecnológica introduzida no contexto da marcenaria atual.

4.2.1 Execução Manual

A execução manual representa a vertente tradicional da marcenaria e partindo desse princípio, são selecionadas as quatro juntas de encaixe tradicionais mais utilizadas na marcenaria, tendo como base de pesquisa a literatura consultada. Esta seleção deve-se às características físicas e mecânicas como a resistência, a eficiência estrutural e a função que as juntas de encaixe exercem nas peças de mobiliário produzidas artesanalmente. Para realizar esta seleção verificou-se, de igual forma, quais são as juntas de encaixe que o marceneiro mais utiliza, podendo estas ser as juntas de encaixe tradicionais ou variações das mesmas. Assim sendo, as tipologias de encaixe selecionadas para serem realizadas na execução manual foram a Junta de Cauda de Andorinha (*Dovetail Joint*), a Junta de Furo e Espiga (*Mortise and Tenon Joint*), a Junta de Macho e Fêmea (*Tongue and Groove Joint*) e a Junta de Sobreposição (*Lap Joint*).

A nível de material, as madeiras utilizadas neste estudo da execução manual são madeira de castanho e a madeira de carvalho, uma vez que, estas matérias-primas apresentam uma elevada resistência e estabilidade estrutural que são essenciais para o tipo de encaixes que se vai produzir (Madeiras, 2024). A escolha destas madeiras é influenciada pela entrevista com o marceneiro uma vez que são dois tipos de madeira a que o marceneiro já está familiarizado e sabe como trabalhar, tendo em conta as propriedades e características de cada uma delas. Como o próprio menciona, “madeiras como o carvalho, [...] o castanho [...] são madeiras que não apresentam tanto desgaste ou imperfeições conforme o passar do tempo.” (S. Braun, Comunicação Pessoal, 23 de janeiro de 2025). Este conhecimento permite a realização da execução manual dos encaixes com uma alta eficiência e precisão, visto que há um maior controlo e conhecimento sobre os cortes e os acabamentos necessários para os encaixes selecionados.

- **Junta de Cauda de Andorinha (*Dovetail Joint*)**

A Junta de Cauda de Andorinha (*Dovetail Joint*) é uma das juntas mais utilizadas na marcenaria devido à alta resistência e à estética que proporciona às peças de mobiliário em que é inserida (Seike, 1977). A junta foi executada através de um processo totalmente manual com recurso a ferramentas manuais como o esquadro, os formões, a faca de marceneiro, o graminho, o serrote, o maço e o grampo de aperto para prender a peça à bancada de trabalho.

O processo de execução da junta iniciou-se com a marcação das caudas, numa das extremidades de uma das peças de união, com o lápis, a faca de marceneiro, o esquadro e o graminho, de forma a definir as linhas de corte. De seguida, as caudas foram cortadas com o serrote e, posteriormente, foi dada a finalização com o maço e os formões de maneira a retirar os excedentes de madeira que se mantinham entre as mesmas. Após o corte das caudas da primeira peça, foi realizada a marcação na segunda peça de encaixe, onde foram cortadas e finalizadas as respetivas caudas, de modo que a união das duas peças fosse uniforme e sem folgas nem excedentes.



Figura 58, Figura 59 e Figura 60 - Processo de Execução Manual da Junta de Cauda de Andorinha.

A execução da Junta de Cauda de Andorinha exigiu do marceneiro um elevado controlo e precisão, uma vez que é uma junta que apresenta um grau de dificuldade relativamente elevado, principalmente por apresentar uma zona de encaixe justa e sem margem para erro. O resultado final desta junta de encaixe mostrou-se sólido, preciso e esteticamente apelativo, uma vez que valoriza a precisão do trabalho manual e a qualidade técnica do marceneiro.



Figura 61 e Figura 62 - Junta de Cauda de Andorinha - Execução Manual.

- **Junta de Furo e Espiga (*Mortise and Tenon Joint*)**

A Junta de Furo e Espiga (*Mortise and Tenon Joint*) é uma das juntas mais utilizadas na marcenaria por apresentar alta resistência mecânica e, por essa razão é uma união que é aplicada em diversas peças de mobiliário (Home-Douglas et al., 1993). Esta

junta foi executada, maioritariamente, de forma manual, no entanto, de forma a garantir que a junta de encaixe possuía precisão e se apresentava junta na zona de união, foi utilizada uma tupia elétrica com uma fresa redonda. Esta máquina manual elétrica teve a função de facilitar a execução do furo na peça e o processo consistiu na realização de vários fusos na zona de marcação para desbaste e em seguida, após a remoção da maioria da madeira excedente, a máquina foi passada consecutivamente para ambos os lados de maneira a executar um furo simétrico e proporcional à peça. Para a execução da espiga, foi utilizada a serra de mesa para retirar os excedentes laterais, que foram marcados pelo marceneiro e de seguida, foi realizado manualmente, o restante desbaste e arredondamento das laterais da espiga.

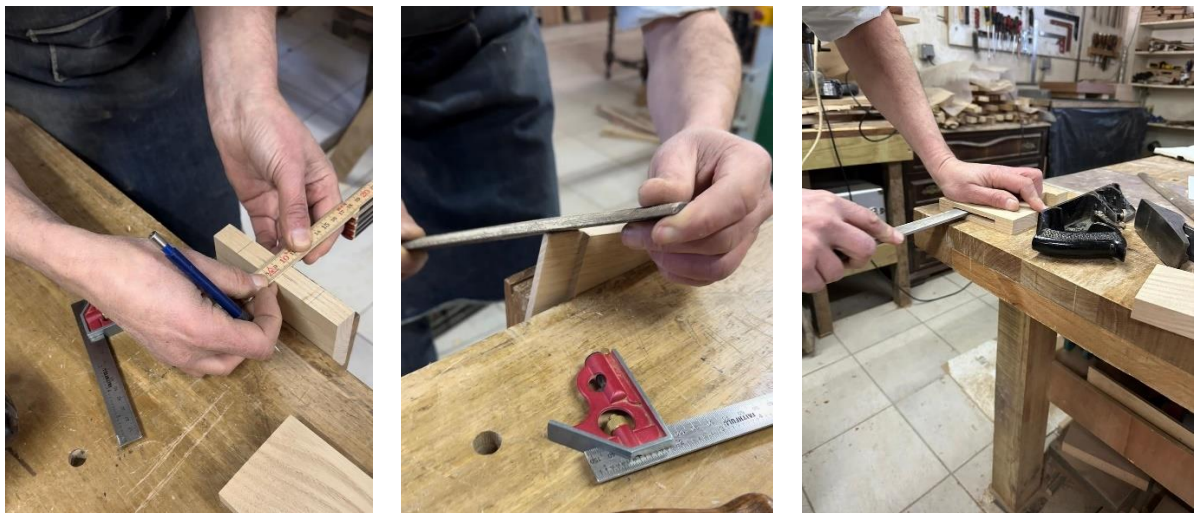


Figura 63, Figura 64 e Figura 65 - Processo de Execução Manual da Junta de Furo e Espiga.

A utilização das máquinas manuais durante a execução desta junta, permitiu que o processo fosse mais acelerado e que a qualidade da junta de encaixe fosse mais precisa, sobretudo na definição do furo para criar uma união sem excedentes ou folgas na madeira. Após a realização do furo e da espiga, existiu a necessidade de realizar ajustes manuais com uma lima para evitar que se acumulassem excedentes na zona de união. Como esperado, o resultado final consistiu numa união alinhada e firme que reflete o equilíbrio entre o uso de ferramentas elétricas manuais e a intervenção manual do marceneiro.

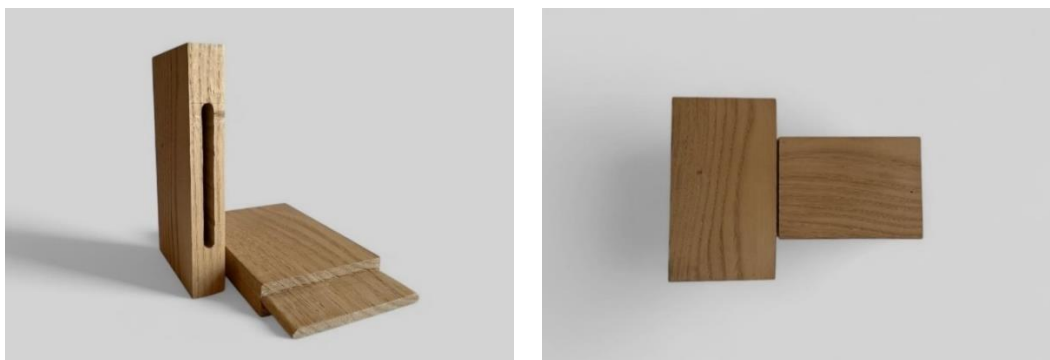


Figura 66 e Figura 67 - Junta de Furo e Espiga - Execução Manual.

- **Junta de Macho e Fêmea (*Tongue and Groove Joint*)**

A Junta de Macho e Fêmea é bastante utilizada na marcenaria e nos demais ofícios por apresentar alta resistência e por ser uma junta que, quando é aplicada no mobiliário, garante que as superfícies sejam planas, mesmo com as oscilações constantes da madeira (Home-Douglas et al., 1993). Esta junta de encaixe foi realizada com o apoio da serra de mesa, simplificando a execução e atribuindo rapidez e precisão à união.

Inicialmente, no processo de execução, foi feita a marcação nas peças de forma que a união estivesse centralizada na peça, respeitando a simetria e a espessura da madeira. De seguida, cada uma das partes foi colocada na serra de mesa para que fossem retirados 6 mm de madeira, em que numa das peças (fêmea) o rebaixo foi realizado no meio da peça e na outra (macho) foi nas laterais da peça. Posteriormente, foi dado o acabamento a ambas as peças através da plaina. Este auxílio da máquina elétrica manual garantiu a uniformidade da união e a rapidez na execução do processo de corte.



Figura 68, Figura 69 e Figura 70 - Processo de Execução Manual da Junta de Macho e Fêmea.

Apesar do recurso à máquina, o processo manteve-se manual, uma vez que, inicialmente, foi necessário realizar as medições nas peças e, após o corte, foram realizados pequenos ajustes com a plaina para garantir que a junta de encaixe resulte numa união sem folgas. Nesta junta comprovou-se que o resultado final é funcional e que apresenta um design estético limpo, sem grandes detalhes. Este resultado demonstrou que a integração das ferramentas elétricas manuais no processo de execução manual, otimizou o tempo de execução e aumentou a precisão da peça, sem comprometer o processo de trabalho do marceneiro.

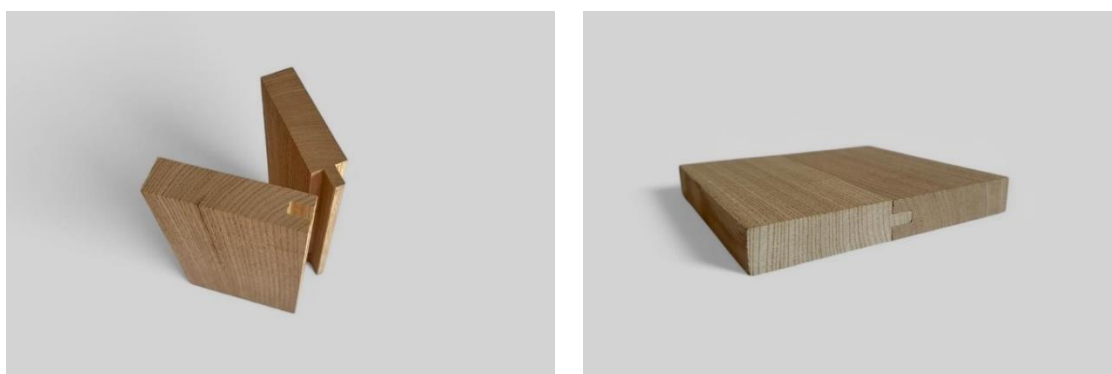


Figura 71 e Figura 72 - Junta de Macho e Fêmea - Execução Manual.

- **Junta de Sobreposição (*Lap Joint*)**

A Junta de Sobreposição (*Lap Joint*) é considerada uma das juntas mais utilizada na marcenaria por ser uma das mais eficazes e, por essa razão, é bastante aplicada em peças de decoração por apresentar uma estética simples e discreta nos produtos em que é inserida (Jackson & Day, 1995). Esta união foi executada manualmente com o auxílio de uma ferramenta manual elétrica, a serra de mesa, por ser uma solução que simplifica e otimiza o tempo de execução. O processo de execução desta junta, consistiu na marcação da zona da peça que se pretende remover e para isso, foram utilizadas algumas ferramentas essenciais como o lápis de marcação, a régua e o esquadro, de maneira a garantir que a união final apresentava simetria. De seguida, o marceneiro utilizou a serra de mesa para realizar o rebaixo de uma das peças da união.



Figura 73, Figura 74 e Figura 75 - Processo de Execução Manual da Junta de Sobreposição.

Apesar do auxílio da ferramenta elétrica manual, utilizado também na Junta de Macho e Fêmea, o processo de execução da peça exigiu uma marcação precisa e um controlo manual rigoroso para não cortar, em demasia, o excedente da madeira. Como nos restantes processos de execução, após os cortes foram realizados simples ajustes para garantir que as superfícies ficam niveladas. O resultado final desta junta de encaixe apresentou uma estética limpa e um bom grau de precisão, enfatizando como é que a combinação entre a marcação manual e o corte mecânico pode simplificar e otimizar os processos de execução.



Figura 76 e Figura 77 - Junta de Sobreposição - Execução Manual.

A execução manual das juntas de encaixe, ao longo de todo o processo, mostrou ser uma abordagem que, apesar de tradicional, é eficaz e enriquecedora a nível de

conhecimentos que se refletem na experiência e na habilidade do marceneiro. A destreza do marceneiro, a sensibilidade que apresenta e o conhecimento das características da madeira e das ferramentas, têm um impacto na qualidade das peças e no acabamento dos produtos finais, uma vez que são elementos fundamentais neste processo de execução.

Durante todo o processo de execução foi notável o domínio das ferramentas manuais e de todos os processos que afetam diretamente as mesmas, como a afiação e a forma de utilização. Cada uma das juntas de encaixe executadas exigiram atenção nas fases de marcação e de corte, uma vez que existia a possibilidade de erro, como falhas na medição e na execução do encaixe pretendido, podendo originar um impacto significativo na junta de encaixe final ou na peça final onde a junta de encaixe for inserida. Embora os resultados finais das juntas sejam visualmente apelativos e apresentem rigor na execução, outro fator que foi notório no processo manual foi o tempo de execução, que é consideravelmente elevado, principalmente se for necessário reproduzir várias peças como foi o caso deste estudo experimental.

De forma conclusiva, a execução manual exhibe valores estéticos, culturais e técnicos por estabelecer uma relação direta entre o marceneiro e o produto final. No entanto, a abordagem tradicional também apresenta desafios de execução como o tempo para a realização das juntas de encaixe, a dependência da habilidade do marceneiro que afeta diretamente a precisão e o detalhe das peças, que dependendo das exigências do trabalho proposto, revela também um desafio de repetibilidade. Este tipo de execução, é uma mais-valia para a criação de peças únicas e personalizadas, mas apresenta limitações que podem ser facilmente resolvidas ao estabelecer um equilíbrio entre o tradicional e as inovações tecnológicas.

4.2.2 Execução Mecanizada

A fase da execução mecanizada foi dividida em diversas etapas que se mostraram essenciais para garantir que o processo de execução das juntas de encaixe na máquina CNC de 3 eixos era realizado de uma forma otimizada e eficiente, de forma a evitar o desperdício de material e o surgimento de possíveis erros na execução das peças, uma vez que a máquina CNC utilizada se movimenta através dos eixos X, Y e Z, o que limita a execução das geometrias de alguns tipos de design.

A realização de determinadas propostas de design que envolvem geometrias ou ângulos relativamente complexos requer a utilização de máquinas CNC de quatro ou mais eixos, uma vez que quanto maior for o número de eixos, maior será a sua capacidade de reprodução de formas geometrias complexas (Neves, 2018).

Tal como no processo manual, na execução mecanizada também se realizou uma seleção criteriosa das juntas de encaixe que melhor se enquadraram na utilização máquina CNC, tendo em conta a precisão da máquina e a resistência e viabilidade das juntas tradicionais. No entanto, de forma a explorar as capacidades técnicas da inovação tecnológica, na execução mecanizada foram realizadas variações dos encaixes tradicionais com formas mais arredondadas que exploravam as diversas possibilidades de geometrias que podiam ser aplicadas no mobiliário, valorizando o design estético das juntas de encaixe.

Tendo em conta a exigência dos encaixes foram realizados os ficheiros de cada junta de encaixe no *Software AutoCAD* e as respetivas modelações 3D em *SketchUp*, de forma a prever as possíveis limitações e as variações das peças durante a execução, uma vez que é necessário ter em atenção as tolerâncias e os ajustes das peças para que estas se encaixem perfeitamente e não existam folgas nas zonas de encaixe. O processo da execução mecanizada foi realizado com o apoio de um técnico da oficina da ESMAD que opera a máquina diariamente, garantindo a correta preparação dos ficheiros, a configuração da máquina e dos cortes e a execução dos encaixes, assim como os acabamentos dos mesmos. A fim de assegurar a estabilidade dimensional e a eficiência dos cortes, os materiais escolhidos para esta execução foram a madeira de pinho que é uma madeira versátil com elevada resistência (Wood, 2020) e o contraplacado, no caso o de eucalipto folheado a bétula, que apresenta uma boa resistência estrutural e mecânica (Santos, 2015).

- **Junta de Sobreposição a Meia Madeira (*Half-Lap Joint*)**

A Junta de Sobreposição a Meia Madeira (*Half-Lap Joint*) é umas das juntas de encaixe mais utilizadas na marcenaria quando o objetivo é estabelecer uma união simples, mas eficaz entre duas peças planas que necessitem de uma resistência estrutural elevada (Meier, 2014). Sendo uma das juntas de encaixe mais simples para reproduzir através da CNC, esta junta apresentou um processo de execução preciso e

eficiente, uma vez que, após a finalização dos ficheiros digitais, foi apenas necessário definir as áreas de rebaixamento de cada uma das peças, através do programa VCarve para que, quando se sobrepusessem, as peças apresentassem uma união precisa e nivelada. Para a realização desta junta não foi necessário um estudo detalhado das tolerâncias, uma vez que ao realizar a peça, a mesma já apresentou uma elevada precisão com a tolerância mínima de 1 mm.

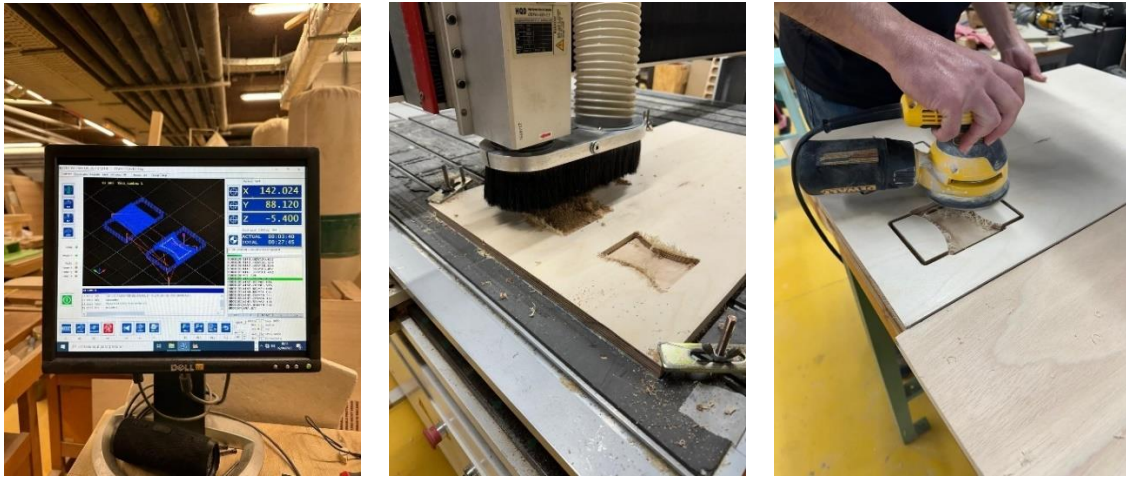


Figura 78, Figura 79 e Figura 80 - Processo de Execução Mecanizada da Junta de Sobreposição a Meia Madeira.

A execução mecanizada desta junta mostrou-se eficaz, uma vez que a união das peças apresentou uma consistência estrutural e visual que dependeu da preparação digital e do estudo cuidadoso da forma e das medidas das peças, realizado anteriormente. O resultado final mostrou uma junta de encaixe funcional, com uma elevada precisão geométrica, uma esteticamente apelativa e com uma união justa e resistente.

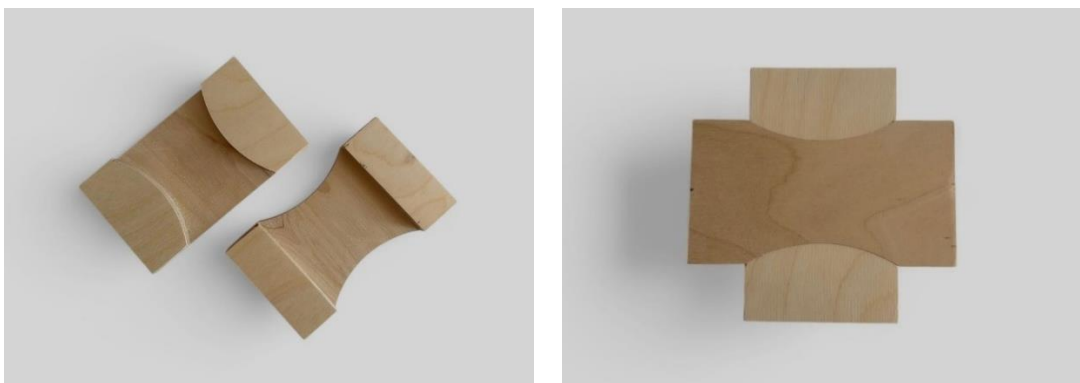


Figura 81 e Figura 82 - Junta de Sobreposição a Meia Madeira - Execução Mecanizada.

- Junta de Cauda de Andorinha Sobreposta (*Lap Dovetail Joint*)

A Junta de Cauda de Andorinha Sobreposta é uma derivação da Junta de Cauda de Andorinha tradicional, no entanto, através da exploração da CNC realizou-se uma junta que interliga a junta de cauda de andorinha, que proporciona alta resistência, com a junta de sobreposição que permite a união das duas partes ao longo de toda a peça (Meier, 2014). A execução desta junta de encaixe teve início com a elaboração dos ficheiros 2D em software AutoCAD e, posteriormente em 3D, com o objetivo de definir com rigor e precisão as caudas de uma das peças e o respetivo formato e rebaixo na peça complementar. Após todo o processo de definição de forma, foi realizado um estudo focado na secção do encaixe para se conseguir compreender quais seriam as tolerâncias necessárias entre as peças. No primeiro estudo foi aplicado um 1 mm de tolerância, no entanto, foi possível verificar que se tornava uma zona de encaixe demasiado justa e com risco de ceder devido às forças exercidas pela montagem das peças. Em seguida, foi realizado um estudo com 1.25 mm e, nesse estudo foi possível verificar uma zona de encaixe com as medidas corretas na zona da união, no entanto foi necessário alterar, milimetricamente, os ângulos no desenho técnico inicial para que a fresa corta-se as peças com simetria. Após realizar a alteração, foi executada a peça final com a secção da sobreposição.



Figura 83, Figura 84 e Figura 85 - Processo de Execução Mecanizada da Junta de Cauda de Andorinha Sobreposta.

Apesar da capacidade de repetição da CNC, esta execução implicou diversas adaptações e limitações formais em relação à junta de cauda de andorinha tradicional. Ainda assim, apesar das adaptações necessárias, o resultado final da junta de encaixe apresentou um design preciso e funcional e revelou-se esteticamente apelativo. Contudo, esta junta evidenciou os limites da CNC de apenas 3 eixos, uma vez que, na execução, não foi possível realizar geometrias inclinadas que poderiam ter sido exploradas se a união tivesse sido executada numa máquina CNC de 4 eixos.



Figura 86 e Figura 87 - Junta de Cauda de Andorinha Sobreposta - Execução Mecanizada.

- **Junta de Dedo (*Finger Joint*)**

A Junta de Dedo (*Finger Joint*) é bastante utilizada na indústria do mobiliário e na fabricação de pequenas peças devido ao valor estético (Jackson & Day, 1995) que adiciona aos produtos e por demonstrar uma grande resistência estrutural (Home-Douglas et al., 1993).

O desenho técnico da junta foi previamente elaborado através do software AutoCAD, onde foram definidas todas as medidas necessárias, considerando a espessura da madeira de pinho utilizada e as tolerâncias necessárias para garantir que esta união apresentava um encaixe justo, sem nenhum tipo de folgas ou excedentes. Em seguida, o técnico da oficina, gerou um percurso de corte para aplicar na fresa utilizada, uma fresa de 3 mm de raio, tendo em conta o formato da mesma, as medidas das placas de madeira e as limitações dos eixos da máquina CNC.

Durante o corte das peças, o percurso foi realizado com extrema precisão, tanto nas zonas dos dentes, que apresentavam um design mais arredondado, como nas partes

retas do encaixe. Esta uniformidade dos cortes contribuiu para uma peça com um elevado rigor geométrico e para a redução significativa do tempo de execução do corte.



Figura 88, Figura 89 e Figura 90 - Processo de Execução Mecanizada da Junta de Dedo.

Apesar da rapidez e precisão no processo de corte mecanizado, este tipo de junta de encaixe depende da preparação detalhada do ficheiro digital, realizada pela aluna, da correta fixação das peças, do conhecimento técnico do técnico da oficina e, posteriormente, de um acabamento com a lixa elétrica para retirar os excedentes de madeira. O resultado desta junta de encaixe mostrou-se esteticamente apelativo e funcional e refletiu as principais vantagens da mecanização na realização deste tipo de união, tendo em conta a dificuldade da execução manual da mesma.

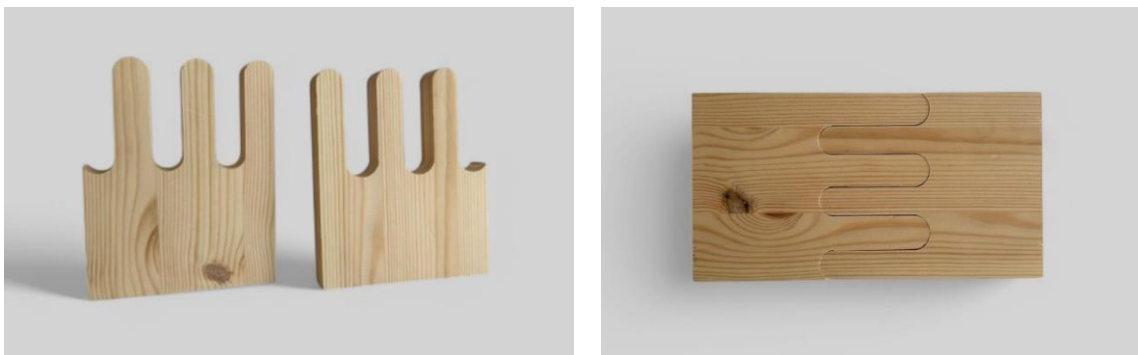


Figura 91 e Figura 92 - Junta de Dedo - Execução Mecanizada.

- Junta de Furo Aberto e Espiga (*Bridle Mortise and Tenon*)

A Junta de Furo Aberto e Espiga (*Bridle Mortise and Tenon*) é uma variação da tradicional Junta de Furo e Espiga e é utilizada para facilitar o processo de montagem em peças de mobiliário e por ser uma junta com elevada resistência estrutural (Fairham, 1921). Num primeiro momento, a junta foi modelada no Software 3D para permitir a visualização do tipo de encaixe e a forma que cada uma das peças possuía.

Em seguida, foi realizado o ficheiro 2D em AutoCAD com as medidas previstas para a execução da peça e, após uma verificação junto do técnico da oficina, adaptou-se o ficheiro para os softwares da máquina CNC. Na peça composta pelo furo, foi realizado um rebaixamento com a altura de 18mm da espiga que logo após foi unida à peça complementar.

Durante a execução, a CNC, através da fresa de 3 mm de raio, executou os cortes de forma limpa e precisa para que, na zona de união das peças, não houvesse excedente de contraplacado. Ainda assim, foi necessário realizar um acabamento manual com uma lixa como forma de uniformizar a madeira.



Figura 93, Figura 94 e Figura 95 - Processo de Execução Mecanizada da Junta de Furo Aberto e Espiga.

Esta junta de encaixe mecanizada mostrou-se vantajosa para a produção em massa, uma vez que apresenta um sistema de montagem e desmontagem rápido e não necessita de um estudo complexo para ser realizada. No entanto, é necessário ter em atenção as folgas que a união pode apresentar no final, porque, dependendo da dimensão da peça, pode ser preciso reajustar a tolerância de 1mm que foi atribuída a esta peça, uma

vez que a mesma apresenta dimensões relativamente pequenas. Ainda assim, o resultado final desta junta de encaixe evidenciou uma união justa e precisa que se adapta facilmente às exigências propostas para o design de ambas as peças, o que reflete as potencialidades da utilização da máquina CNC em contextos de repetição e adaptabilidade.

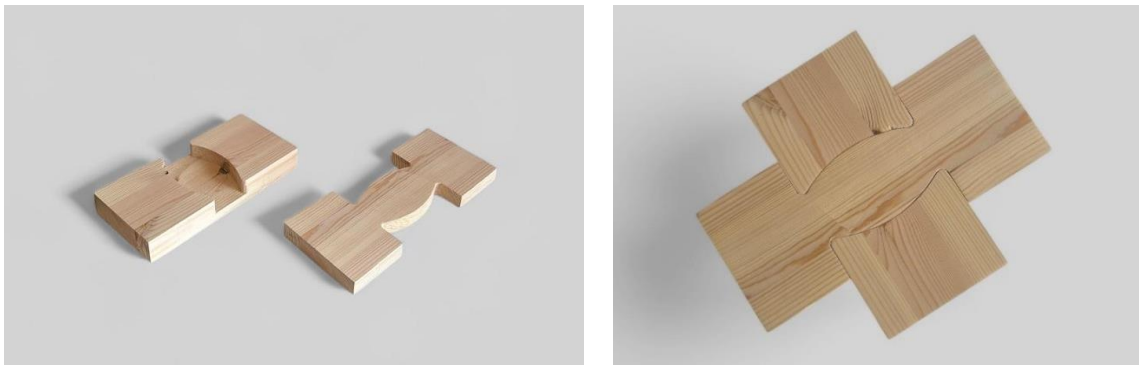


Figura 96 e Figura 97 - Junta de Furo Aberto e Espiga - Execução Mecanizada.

A seleção dos Encaixes acima descritos foi realizada tendo em conta a importância que os encaixes apresentam na marcenaria tradicional e as possibilidades de design que os encaixes podem apresentar ao serem executadas através das inovações tecnológicas como a máquina CNC.

A execução mecanizada, realizada através da máquina CNC de 3 eixos, foi fundamental para a compreensão das potencialidades e dos limites da inovação tecnológica quando esta é aplicada e utilizada na marcenaria. A máquina foi de encontro ao esperado e demonstrou a capacidade de executar as juntas de encaixe mais complexas com uma elevada precisão e com um tempo de execução significativamente inferior às juntas de encaixe tradicionais realizadas através da execução manual.

A partir da utilização da CNC foi possível realizar encaixes que, na execução manual, seriam difíceis ou pouco viáveis de realizar como as formas curvas presentes em todas as juntas de encaixe executadas na execução mecanizada. Ainda assim, apesar da eficácia apresentada pela CNC, esta abordagem reflete a importância do operador da oficina e do seu conhecimento técnico para obter qualidade nos resultados finais das peças, uma vez que foi necessário dominar os comandos exigidos pela máquina para a realização das peças, conhecer as limitações do material utilizado e compreender o

desgaste que a fresa vai realizar na madeira, sendo necessário a aplicação de folgas maiores ou menores, consoante o material utilizado, nos modelos digitais para as peças se encaixarem.

Em conclusão, a CNC não é apenas uma ferramenta de produção, é uma inovação tecnológica que permite a reinvenção dos métodos tradicionais e a exploração de novas possibilidades de design, mas que está longe de anular o trabalho artesanal e tradicional, uma vez que ambas as abordagens, quando trabalhadas em conjunto, exploram a capacidade da precisão digital e a criatividade, o valor e a eficiência do artesanal.

4.3 COMPARAÇÃO DOS ENCAIXES

Nesta fase de estudo experimental foram analisados, executados e comparados quatro tipos de juntas de encaixe tradicionais realizadas através da execução manual e quatro variações de juntas de encaixe realizadas através da execução mecanizada. Cada uma das juntas de encaixe executadas foi selecionada devido às características que apresenta, sejam estruturais ou estéticas, que permitiram uma análise das vantagens e limitações de cada abordagem.

A avaliação dos encaixes consistiu na aplicação de quatro critérios de avaliação como o design estético, a precisão, o grau de dificuldade de execução e o tempo de execução. A aplicação destes critérios permitiu a elaboração das vantagens e das limitações de ambas as abordagens e estabeleceu uma análise de comparação entre as mesmas. As juntas de encaixe de execução manual equilibram o uso de ferramentas manuais tradicionais, previamente preparadas e afinadas, com a habilidade do marceneiro para produzir as peças com precisão e detalhe. Por outro lado, as juntas de encaixe da execução mecanizada, realizadas através de uma CNC de 3 eixos, envolveram uma preparação de ficheiros digitais, uma programação técnica da máquina e uma precisão milimétrica da fresa de 3mm de raio, com o objetivo de obter cortes precisos e repetíveis em diferentes tamanhos.

Ao avaliar as juntas de encaixe, avaliam-se, conseqüentemente, as execuções manual e mecanizada e em quê que cada uma das abordagens é mais eficaz e se pode igualar ou superar a outra. No entanto, o objetivo principal é compreender como é que

as tecnologias digitais podem valorizar e, de certa forma, melhorar as práticas tradicionais sem perder o valor e a essência artesanal presentes na execução manual.

Na Execução Manual:

- **Junta de Cauda de Andorinha - *Dovetail Joint***

Design Estético: Sendo um dos encaixes mais utilizados na marcenaria, apresenta um design visualmente atrativo e sofisticado devido ao domínio da técnica, o que agrega valor à peça. É um encaixe que apresenta uma harmonia na forma por ser trabalhado e proporcional;

Precisão: A execução depende da elevada precisão do marceneiro devido aos ângulos e inclinações presentes que, se apresentarem falhas, comprometem o resultado final da peça;

Grau de Dificuldade de Execução: 5 - É um dos encaixes mais complexos, implica experiência de marcação e domínio de corte manual;

Tempo de Execução: Por volta de 1h de execução devido à marcação, à minúcia dos cortes em determinados ângulos e à necessidade de ajustes de acabamento;

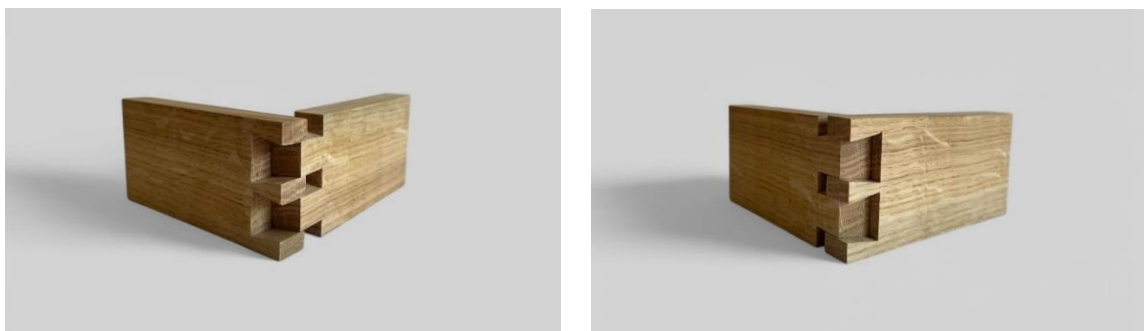


Figura 98 e Figura 99 - Detalhes da Junta de Cauda de Andorinha.

- **Junta de Furo e Espiga - *Mortise and Tenon Joint***

Design Estético: Junta de encaixe que possui um design discreto e apresenta um valor estrutural associado. É um exemplo de encaixe com equilíbrio entre a forma e a funcionalidade;

Precisão: Necessária alguma precisão para executar os cortes de forma eficaz para não existirem folgas ou excesso de material;

Grau de Dificuldade de Execução: 4 - Junta de encaixe com um grau moderado de dificuldade por exigir conhecimento, precisão e atenção no processo de execução;

Tempo de Execução: Por volta de 30 min. devido à forma, aos ajustes e ao tamanho do encaixe;

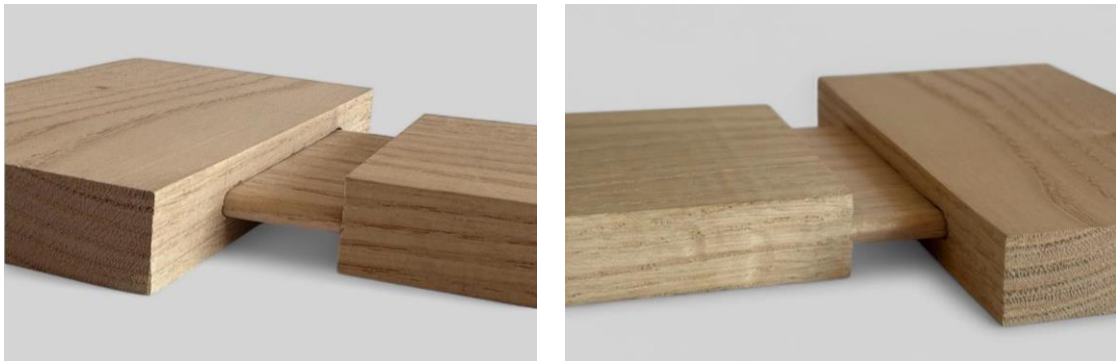


Figura 100 e Figura 101 - Detalhes da Junta de Furo e Espiga.

- **Junta de Macho e Fêmea - *Tongue and Groove Joint***

Design Estético: Junta de encaixe que possui um design limpo e discreto com valor estrutural, precisão e harmonia na forma;

Precisão: Necessária alguma precisão para que o encaixe seja justo e sem folgas por comprometer a estética da peça;

Grau de Dificuldade de Execução: 2 - Junta de encaixe simples, mas é necessário ser controlada a nível de corte;

Tempo de Execução: Por volta de 10 min. devido à preparação cuidadosa e ao acabamento. Quando bem feita, é uma junta que apresenta rigor, qualidade e precisão;

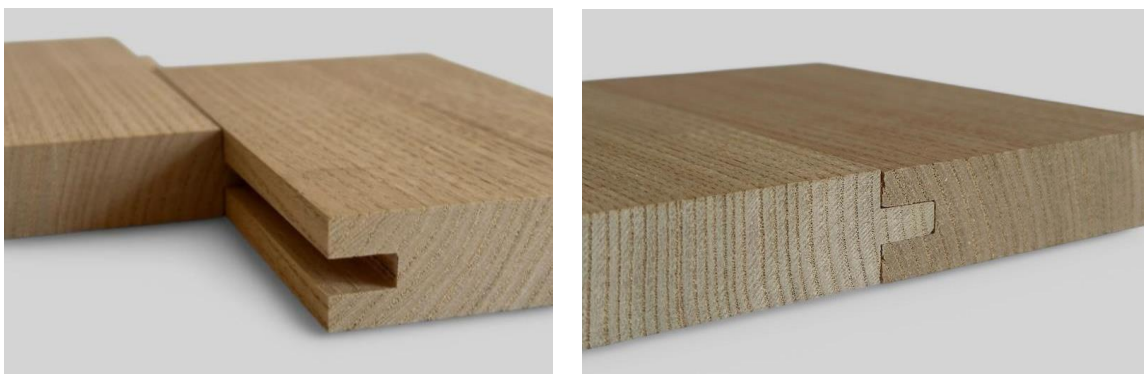


Figura 102 e Figura 103 - Detalhes da Junta de Macho e Fêmea.

- **Junta de Sobreposição - *Lap Joint***

Design Estético: Design simples e funcional, é valorizada e bastante realizada por ser uma junta de encaixe prática, com uma forma e ângulos retos e de simples execução;

Precisão: Não é necessária muita precisão por existir margem de erro, tornando a junta de encaixe tolerante a pequenos erros de medidas ou falhas de corte;

Grau de Dificuldade de Execução: 1 - Encaixe simples utilizado em estruturas simples através da técnica adequada;

Tempo de Execução: Por volta de 10 min. é uma junta de encaixe de rápida execução por apresentar cortes retos e por não existir a necessidade de ajustes;



Figura 104 e Figura 105 - Detalhes da Junta de Sobreposição.

Através dos critérios de avaliação foi possível reconhecer o rigor técnico necessário para a realização das peças e a importância da experiência prática para o tempo de execução das peças porque quanto maior a experiência e habilidade, mais o tempo de execução diminui. Estes critérios permitiram, de igual forma, o reconhecimento dos pontos fortes e das limitações desta execução, permitindo realizar uma análise concreta acerca das possibilidades de exploração das técnicas (Aero, 2023). Na execução manual, cada um dos encaixes apresentou características distintas que evidenciaram que o domínio das ferramentas e o conhecimento da madeira são fatores cruciais para a eficácia e precisão da peça final. A aplicação dos critérios de avaliação nas juntas de encaixe da execução manual permitiu uma análise mais detalhada das exigências da execução, valorizando o trabalho manual por ser um processo de muita aprendizagem, de detalhe e de conhecimento.

Na Execução Mecanizada:

- **Junta de Cauda de Andorinha Sobreposta - *Lap Dovetail Joint***

Design Estético: Design apelativo que mantém a base do encaixe tradicional, porém sem muita expressão por ter sido simplificado. É uma junta de encaixe com acabamentos limpos e proporcionais;

Precisão: Altamente precisa devido ao planeamento digital, às proporções e às tolerâncias necessárias para garantir a exatidão do corte;

Grau de Dificuldade de Execução: 4 - Junta de encaixe complexa devido à preparação digital e estudo das tolerâncias necessárias;

Tempo de Execução: Por volta de 1h30 min. devido à preparação digital da máquina e dos ficheiros;



Figura 106 e Figura 107 - Estudos de Tolerâncias da Junta de Cauda de Andorinha Sobreposta.

- **Junta de Furo Aberto e Espiga - *Bridle Mortise and Tenon Joint***

Design Estético: Junta de encaixe que possui um design funcional, com alguma expressividade estética e proporcional. Apresenta um valor estrutural nas peças em que é inserida e os acabamentos são limpos.

Precisão: Necessária alguma precisão para não existirem folgas na zona de encaixe;

Grau de Dificuldade de Execução: 3 - Junta de encaixe que exige atenção na parte da preparação digital;

Tempo de Execução: Por volta de 30 min. devido ao desgaste executado pela fresa na madeira;



Figura 108 e Figura 109 - Detalhes da Junta de Furo Aberto e Espiga.

- **Junta de Dedo - *Finger Joint***

Design Estético: Junta de encaixe que possui um design moderno e harmonioso com padrão repetitivo que é considerado um elemento decorativo nas peças em que é inserido. Apresenta acabamentos limpos e proporcionais;

Precisão: É necessária elevada precisão devido às partes mais arredondadas e às tolerâncias necessárias para garantir que a peça apresenta uma zona de encaixe encaixar uniforme e ajustada;

Grau de Dificuldade de Execução: 4 - Junta de encaixe simples, mas exigente na fase de preparação digital;

Tempo de Execução: Por volta de 1h devido aos ajustes necessários no ficheiro de corte. É uma junta de encaixe ideal para produção em série uma vez que estabelece um equilíbrio entre a forma, a qualidade de finalização e a precisão.



Figura 110 e Figura 111 - Estudo de Tolerâncias da Junta de Dedo.

- **Junta de Sobreposição a Meia Madeira - *Half-Lap Joint***

Design Estético: Junta de encaixe que possui um design funcional e apresenta uma estética mais sutil, é realizado com uma alguma frequência devido ao valor estrutural e proporcional;

Precisão: Requer um certo grau de precisão, mas não indica problemas na questão das tolerâncias uma vez que é uma junta de encaixe que apresenta um bom resultado final com as tolerâncias mínimas;

Grau de Dificuldade de Execução: 2 - Junta de encaixe simples, mas que implica atenção nas margens de encaixe, dependendo da dimensão, é possível existir a necessidade de realizar um estudo de tolerâncias;

Tempo de Execução: Por volta de 25 min devido preparação digital rápida e por apresentar cortes limpos;



Figura 112 e Figura 113 - Detalhes da Junta de Sobreposição a Meia Madeira.

A aplicação dos critérios de avaliação dos encaixes na execução mecanizada evidenciou a importância e inovação que a mecanização veio agregar à marcenaria, uma vez que permitiu um elevado nível de precisão, uma redução do tempo de execução e diversas possibilidades de design que dificilmente se conseguiam reproduzir manualmente, especialmente em processos repetitivos. Embora esta execução apresente vantagens, são de salientar algumas das limitações como a dificuldade de execução de determinados ângulos e a elevada atenção às folgas que os encaixes podem apresentar. No entanto, a mecanização destaca-se pela capacidade de produzir soluções rapidamente com precisão, sendo um método eficaz para produções de grande escala e para a execução de detalhes nas peças.

Para concluir, embora a execução mecanizada através de uma CNC traga inúmeras vantagens em termos de precisão, de capacidade de repetição de formas e de velocidade, a execução manual continua a apresentar um papel fundamental na estética, na personalização e no valor intemporal e único das peças realizadas de forma manual e tradicional.

4.3.1 Vantagens e Limitações

A análise das vantagens e das limitações, associadas aos dois métodos de execução, possibilitou a compreensão do impacto que cada abordagem apresenta do processo de execução das peças. A delimitação de vantagens permitiu evidenciar os pontos fortes que valorizam tanto a prática artesanal com foco na estética e no trabalho manual e os benefícios que a tecnologia, no caso a CNC, pode agregar à execução manual como a precisão, a repetibilidade e a possibilidade de novos designs. Ao mesmo tempo que se faz o reconhecimento das vantagens, também se torna fundamental reconhecer as limitações de cada método de execução, nomeadamente as exigências técnicas, que no caso da execução manual depende da experiência e precisão do marceneiro e na execução manual depende do tipo de madeira devido ao estudo das folgas e do conhecimento do técnico.

A reflexão e o conhecimento destes pontos oferecem uma análise mais completa das potencialidades e dos desafios de cada abordagem, sustentando e enfatizando a importância da exploração de soluções híbridas na marcenaria e no design de mobiliário contemporâneo.

- **Execução Manual**

A execução manual revelou diversas vantagens e conhecimentos relativamente ao valor artesanal e tradicional da marcenaria por estabelecer uma ligação direta com o material, no caso a madeira de castanho e carvalho, por haver um controlo manual durante todo o processo e existir a possibilidade de ligeiras alterações estéticas ou funcionais das peças. Esta abordagem valoriza a experiência e a precisão do marceneiro que se reflete em todas as juntas de encaixe realizadas. Assim sendo, as diversas vantagens observadas ao longo da execução manual foram:

- Precisão Artística da Peça;
- Estética Única;
- Valor Artesanal;
- Flexibilidade Criativa no momento;
- Execução de Ângulos Complexos e Retos;
- Flexibilidade na Execução dos Cortes;

Apesar das vantagens apresentadas no processo de execução manual, as limitações também foram perceptíveis por serem fatores que podem condicionar a eficiência da execução em contextos produtivos mais complexos e exigentes. Algumas das limitações presentes no processo de execução manual são:

- Tempo de Execução Elevado;
- Necessidade de Conhecimentos e Habilidade;
- Baixa Capacidade de Repetição;
- Risco de Erro;
- Baixa Produtividade em Escala;

A execução manual, apesar das limitações apresentadas, continua a desempenhar um papel fundamental na base da marcenaria, atribuindo um valor único e autenticidade às peças, uma vez que o conceito artesanal remete para um processo criativo e aplicação de conhecimento (Digital, 2024).

- **Execução Mecanizada**

A execução mecanizada, através do uso de uma máquina CNC de 3 eixos, destacou-se pelas características que foram apresentadas ao longo de todo o processo de execução, como a elevada rapidez e adaptação de determinadas formas dos encaixes. A execução mecanizada foi relevante neste estudo por proporcionar diversas possibilidades de variações e por existir um maior controlo sobre as peças finais. As principais vantagens observadas nesta execução foram:

- Alta Precisão;
- Velocidade de Execução;
- Automatização das Peças em Várias Escalas;
- Planeamento Digital: AutoCad e 3D;
- Várias Possibilidades de Design;

Apesar das vantagens demonstradas nas juntas de encaixe executadas, a execução mecanizada também revela limitações que podem afetar o resultado final dos encaixes e restringir a flexibilidade criativa que pode ser explorada através da CNC. Neste contexto do processo de execução mecanizada, tendo em conta a máquina CNC utilizada, destacam-se as principais limitações:

- Necessidade de Conhecimentos Técnicos dos Softwares CAD e CAM;
- Impossibilidade de Execução de Determinados Ângulos;
- Rigidez no Corte;
- Necessidade de Ajustes e Margens;
- Menor Relação e Conhecimentos sobre a Madeira;

O estudo realizado através da execução mecanizada demonstrou que existe uma diversidade de possibilidades que podem ser executadas através da CNC, no entanto, apesar de existirem diversos benefícios, a CNC exige um planeamento digital rigoroso das peças e conhecimentos de softwares de modelação e de programação, como o CAD e o CAM, para a realização dos ficheiros compatíveis com a máquina (Lee, 2023).

A comparação das juntas de encaixe realizadas e, conseqüentemente, dos dois tipos de execução, permitiu compreender que ambas as metodologias de trabalho podem estar interligadas, uma vez que, através do estudo experimental foi possível identificar as vantagens e as limitações associadas a cada tipo de encaixe, tanto na execução manual como na execução mecanizada.

A execução manual foi fundamental neste estudo por permitir que houvesse uma compreensão do ofício tradicional da marcenaria e do papel que o marceneiro exerce nesse contexto. O contacto direto com as madeiras, o conhecimento das respetivas características e a experiência com as ferramentas manuais e com os

processos de execução possibilitaram a observação dos desafios associados à abordagem manual como a precisão, o tempo de execução, a adaptação dos encaixes às características da madeira e o controle do corte das peças, desafios esses que são moldados à experiência do marceneiro.

Apesar da execução manual apresentar inúmeras vantagens, a principal vantagem incide sobre a estética e valor artesanal das peças produzidas, aspecto imprescindível no ofício tradicional uma vez que traduz a identidade do marceneiro e a expressividade de cada peça (Bergadaà, 2008). Os elementos estéticos das peças estão diretamente ligados aos utilizadores através de texturas, escalas, formas, contrastes, simetrias e cores (Oludare et al., 2021) e despertam nos mesmos uma sensação de qualidade e autenticidade das peças artesanais (Bergadaà, 2008).

Da mesma forma que a execução manual foi muito importante para o estudo desenvolvido, a execução mecanizada foi, de igual forma, essencial para a compreensão e exploração das possibilidades de design que as inovações tecnológicas têm para agregar à abordagem manual. Com o recurso limitado a uma CNC de 3 eixos, foram estudadas variações dos encaixes tradicionais de forma a serem demonstradas as vantagens e limitações da automação, nomeadamente no que diz respeito aos critérios de precisão, repetibilidade, eficiência no tempo de execução e capacidade de planejar previamente os detalhes das peças em softwares digitais que permitem observar a peça com uma maior exatidão (Pajaziti et al., 2025). Apesar de todas as vantagens, esta abordagem também apresentou algumas limitações mais evidentes, nomeadamente a necessidade de ajustes e margens de erro e a impossibilidade de execução de determinadas geometrias e orientações de corte (Menegasso & Prado, 2024).

Em conclusão, a articulação das duas execuções mostra-se uma estratégia eficaz e coerente, tendo em conta as exigências da marcenaria contemporânea, uma vez que se pode convergir as competências de cada uma e utilizar a execução mecanizada para realizar peças que exigem mais precisão e repetição e a execução manual para fases de acabamento e de detalhe, estabelecendo um equilíbrio produtivo benéfico para ambas as abordagens.

Capítulo

5. DISCUSSÃO E RESULTADOS

5.1 DISCUSSÃO E RESULTADOS

5.1.1 Relação com os Objetivos do Trabalho

A análise dos resultados obtidos a partir do estudo e do desenvolvimento da dissertação permitiu verificar que todo o contexto de pesquisa correspondeu aos objetivos que inicialmente foram definidos. Com base no objetivo principal de “explorar sistemas de união em madeira que integrem o conhecimento da marcenaria tradicional com as potencialidades das tecnologias de fabricação digital” foi possível desenvolver cada uma das fases propostas ao longo do processo de estudo, de forma a garantir a compreensão do equilíbrio que podia ser estabelecido entre o método de execução manual que tinha como base o conhecimento tradicional e manual e o método mecanizado que tinha como base as inovações tecnológicas como as máquinas CNC que permitem criar soluções e possibilidades de design construtivo para as juntas de encaixe, tanto a nível estético como a nível funcional.

Ao longo de toda a dissertação também foi possível abordar os restantes objetivos como “A análise histórica e cultural da marcenaria”, no enquadramento teórico, em que se contextualizou a marcenaria historicamente e analisou a relevância das tipologias de encaixe, que apresentam um enorme valor simbólico, como uma prática antiga que ainda é muito presente no design contemporâneo. Nesse sentido, foi possível investigar acerca do objetivo “O estudo da evolução das técnicas e das ferramentas” que possibilitou o entendimento das transformações que foram ocorrendo durante a evolução da marcenaria, evidenciando as mudanças que foram introduzidas, no ofício, devido à industrialização. A “Exploração das principais tipologias de encaixe tradicionais”, tendo em consideração os encaixes japoneses, contribuiu para um conhecimento mais aprofundado das características funcionais e estruturais de cada junta de encaixe, que serviu como meio de comparação da execução tradicional da marcenaria com a execução mecanizada realizada através de uma máquina CNC.

O capítulo do desenvolvimento do design foi crucial para a contextualização e justificação do estudo experimental realizado na dissertação em que se realizou “um breve estudo de exemplos práticos de encaixes tradicionais e respetivas variações” proporcionou “a comparação dos métodos tradicionais com os métodos industriais” identificando as vantagens e limitações de cada método de execução e o “impacto que a tecnologia pode ter na marcenaria” que não só possibilitou o desenvolvimento de novos

designs como permitiu realizar uma reflexão acerca do papel do marceneiro e do designer contemporâneo como base para o equilíbrio entre a tradição e a inovação.

Tendo como referência todos os objetivos citados anteriormente foi possível realizar uma “análise da marcenaria no contexto atual do design” que demonstrou que a marcenaria, além de valorizar culturalmente e esteticamente os encaixes e a madeira, continua a desempenhar um papel tão determinante na percepção de valor atribuído à peça de mobiliário.

Assim sendo, todos os objetivos estipulados inicialmente foram alcançados com base na pesquisa e no estudo experimental realizados, evidenciando a relevância da relação construtiva entre a marcenaria tradicional e as inovações tecnológicas presentes na fabricação digital.

5.1.2 Limitações e Desafios

No decorrer da investigação presente na dissertação, foi possível identificar limitações que se tornaram evidentes conforme o avanço do estudo e da pesquisa. A principal limitação consistiu no foco direcionado às técnicas e aos tipos de encaixe que restringiu o tema e não permitiu uma abordagem mais abrangente das diversas práticas envolvidas na marcenaria.

A vertente experimental explorada na dissertação foi um desafio devido às limitações técnicas laboratoriais em que a máquina disponível para trabalho é uma máquina CNC de apenas 3 eixos, o que reduziu o número de possibilidades de design que se consegue executar e também a quantidade de tipologias que foram executadas, sendo realizadas apenas 4 tipologias de cada método de execução, o que impediu uma análise mais extensiva das possibilidades existentes e fez com que a avaliação realizada aos métodos de execução se baseia-se em critérios definidos anteriormente por não existirem recursos disponíveis para outro tipo de exploração como a exploração da resistência mecânica dos encaixes.

Ainda dentro da vertente experimental, a diversidade de materiais também foi condicionada a três tipos de madeira maciça, a de castanho, a de carvalho e a de pinho e um derivado, o contraplacado, sendo que a escolha limitada de 4 materiais pode ter influenciado nos resultados, uma vez que não foram testados todos os tipos de madeira

existentes, não existindo informações sobre o desempenho, o corte e o acabamento das diversas madeiras trabalhadas na marcenaria.

Ainda assim, as limitações e os desafios que foram surgindo ao longo da investigação foram consideradas, de forma a não comprometerem os objetivos iniciais estabelecidos e permitirem uma abordagem mais focada no equilíbrio entre o conhecimento tradicional e as potencialidades proporcionadas pelas inovações tecnológicas.

5.1.3 Integração entre Métodos e o Design

A integração entre os métodos tradicionais e as inovações tecnológicas representa uma abordagem híbrida que tem sido, cada vez mais, adotada no contexto do design contemporâneo, uma vez que este equilíbrio de conhecimentos permite que os designers consigam refletir sobre as qualidades apresentadas em ambas as abordagens, em que do lado da execução manual existe o valor cultural e único, a expressividade estética e a personalização e do lado da execução mecanizada existe o conhecimento das ferramentas digitais, a precisão das máquinas, as possibilidades de design e a complexidade geométrica (R. Alves, Comunicação Pessoal, 25 de março de 2025). O equilíbrio estabelecido pela utilização das duas abordagens possibilita a preservação do valor simbólico do saber artesanal e potencializa a adaptabilidade e a aplicação do saber manual em contextos de design contemporâneos.

A preparação digital permite que exista um planejamento mais rigoroso e simulações, através de softwares 3D, antes da execução física, enquanto os profundos conhecimentos das técnicas utilizadas na marcenaria possibilitam a existência de critérios sensoriais e práticos tendo em conta o material utilizado. O designer, no contexto de conhecimento de ambas as abordagens, promove o equilíbrio produtivo entre a mão humana e a máquina, sendo responsável por conseguir articular os conhecimentos técnicos da abordagem mecanizada com os valores culturais e estéticos da abordagem manual, desenvolvendo propostas de produtos que estabeleçam o equilíbrio entre as execuções (Ferreira, 2013).

Além disso, a intervenção dos designers, ao desenvolverem produtos híbridos, proporciona o estudo de novas formas e funcionalidades que sejam viáveis e procuradas no mercado do design contemporâneo. Esta abordagem híbrida permite que haja uma

maior oportunidade de personalização das peças, facilita os processos de montagem e desmontagem e promove a durabilidade e resistência das peças executadas, vantagens que, atualmente, respondem a uma procura crescente por parte dos consumidores.

Assim, a integração entre os métodos não é somente uma solução funcional e inovadora como também um estudo constante que tende a valorizar o passado das técnicas tradicionais da marcenaria e projeta o futuro com a introdução das inovações tecnológicas, redefinindo o papel que o design apresenta como espaço de equilíbrio entre o digital e o conhecimento dos artesãos.

Capítulo

6. CONCLUSÃO

Esta dissertação demonstrou, através da pesquisa teórica, que a marcenaria é um ofício carregado de significado histórico e valor cultural. Através de uma abordagem que articulou a pesquisa teórica e a pesquisa experimental, o estudo explorado e desenvolvido ao longo da dissertação procurou compreender como é que as inovações tecnológicas, no caso da CNC, podem agregar valor e conhecimento às práticas tradicionais da marcenaria no contexto do design contemporâneo.

Com foco nas tipologias de encaixe, este estudo teórico evidenciou a evolução dos sistemas de união que, ao longo de toda a história, demonstraram diversas características como a eficiência e a resistência estrutural, o valor simbólico e as possibilidades e sofisticação nas formas de determinadas juntas de encaixe que agregam valor às práticas artesanais, uma vez que representam evolução da expressão de conhecimento, de funcionalidade e de estética das civilizações até aos dias de hoje.

A execução manual foi desenvolvida pelo marceneiro que demonstrou todo o processo de execução das juntas de encaixe e expressou a sensibilidade com as madeiras e o conhecimento das ferramentas manuais, instrumentos essenciais para uma execução precisa e eficiente. No sentido da evolução das técnicas de encaixe e das exigências presentes no design atual, a execução mecanizada, através da CNC, veio agregar um conhecimento mais aprofundado acerca das abordagens utilizadas. Com a execução mecanizada foi possível comprovar a elevada eficiência e a possibilidade de repetibilidade que facilita a adaptação às constantes alterações. A utilização da CNC de 3 eixos permitiu explorar a viabilidade técnica para reproduzir, com precisão, as variações das juntas de encaixe tradicionais e a possibilidade de reprodução destas num tempo de execução mais reduzido. A máquina CNC revelou-se uma ferramenta que apresenta um alto potencial para agregar valor e possibilidades à execução manual.

No estudo prático desenvolveu-se uma comparação sustentada com critérios objetivos que permitiram analisar as vantagens e as limitações de cada método, contribuindo para o conhecimento e para a exploração das abordagens híbridas que refletem e enquadram as principais vantagens de cada execução. Ao longo desta pesquisa foram adquiridas diversas competências que contribuíram para um conhecimento sólido acerca das abordagens. Na execução manual foi possível compreender a dimensão e importância das ferramentas manuais e a exploração dos

diferentes tipos de madeira, já na execução mecanizada ficou evidente o processo de preparação dos ficheiros digitais necessários para a utilização correta da CNC.

No decorrer da investigação, as reuniões com os designers tornaram-se um forte alicerce para enriquecer a dissertação com uma visão profissional e crítica que contribuiu para validar e direcionar a pesquisa tendo em conta a relevância e a pertinência deste estudo no design atual. No entanto, foi possível concluir que nenhuma das abordagens se sobrepõe à outra, ambas agregam conhecimento e processos diferentes que permitem que seja explorado um equilíbrio entre o potencial de cada uma.

A possível convergência entre o tradicional e as inovações tecnológicas permite a criação de inúmeras possibilidades de formas e peças que agregam o potencial das abordagens para a exploração de técnicas híbridas. Para um aprofundamento futuro deste estudo, a investigação deixa em aberto a possibilidade de exploração das abordagens híbridas com o desenvolvimento de uniões parametrizadas em que sejam experimentados outros tipos de materiais e se integre a oportunidade de introduzir as abordagens híbridas noutras vertentes da marcenaria.

A fusão entre a prática artesanal e as inovações de fabrico digital proporciona uma perspetiva sobre o conhecimento artesanal, as exigências contemporâneas e o futuro do design em que o ofício tradicional se projeta em diferentes possibilidades de exploração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Admin. (2023). The Industrial Revolution's Impact on Traditional Furniture Makers: A Battle of Talent and Knowledge. *Anderson Woodwork*. https://andersonwoodwork.net/2023/08/22/the-industrial-revolutions-impact-on-traditional-furniture-makers-a-battle-of-talent-and-knowledge/?utm_source=chatgpt.com&v=92a31fc033f7.
- Aero, B. (2023). O que é: Critérios de Avaliação. *Aero Engenharia*. <https://aeroengenharia.com/glossario/o-que-e-criterios-de-avaliacao/>.
- Antarte. (2024). Sobre nós. *Antarte*. https://antarte.pt/pt/sobre-nos?_gl=1*1l7pl89*_up*MQ..*_ga*MTQxNjAwMDM1OS4xNzM4OTY1ODUw*_ga_H5SEPPQWFK*MTczODk2NTg1MC4xLjEuMTczODk2NTk1MC4wLjAuMA..
- Architects, N. (2024). N-s02-sofa. *Norm Architects*. <https://normcph.com/project/n-s02-sofa/>.
- Armillotta, A. (2021). On the role of complexity in machining time estimation. *Journal of Intelligent Manufacturing*. Vols. 32(44):1-19, Doi: 10.1007/s10845-021-01741-y.
- Artística, M. (2020). Madeira e seus derivados. *Marcenaria Artística*. <https://www.marcenaria-artistica.pt/post/madeira-e-seus-derivados>.
- Artística, M. (2021). Acabamentos para madeira. *Marcenaria Artística*. <https://www.marcenaria-artistica.pt/post/acabamentos-para-madeira>.
- Barbot, M. (n.d.). In the studio: Sérgio Lemos, Darga Crafts. *Barbot Bernardo*. <https://barbotbernardo.com/journal/in-the-studio-sergio-lemos-darga-crafts>.
- Bergadaà, M. (2008). Craftsmen of Art, and Their Craft: The Experience of Authenticity and Its Materialization in the Places Where Craftspeople and Enlightened Clients

Meet. *Recherche et Applications en Marketing*. (English Edition), Vols. 23(3),5-24, <https://doi.org/10.1177/205157070802300302>.

Bonilla, J. (2023). The Evolution of Carpentry: A Journey Through the Rich History of Woodworking. *StarWood*. <https://starwood.squarespace.com/blog/the-evolution-of-carpentry-a-journey-through-the-rich-history-of-woodworking>.

Borges, P. (2013). Caracterização das propriedades físicas e mecânicas da madeira de carvalho e de castanho do nordeste transmontano. *Biblioteca Digital do IPB*. [Master's thesis, Instituto Politécnico de Bragança]. https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/9261/1/Borges_Paula.pdf.

Braida, F., Barreto, L., Silva, F. A., Lima, F. (2013). Maquetes Híbridas: Diálogos Entre as Técnicas Tradicionais e as Tecnologias Digitais no Processo Projetual. *Conference: XVII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics - SIGraDi: Knowledge-based Design*. 2013, Doi: 10.5151/despro-sigradi2013-000.

Brito da Cruz, L., Martins Freire, C., Rodrigues Rizzi, M., Queiroz Ferreira Barata, T., Santos Malaguti de Sousa, C. (2024). Fabricação digital de modelos e protótipos: elementos de conexão para peças planas e cilíndricas. *Revista Transverso: Diálogos Entre Design, Cultura E Sociedade*. 1(15), 2024, <https://doi.org/10.36704/transverso.v1i15.9015>.

Brown, N. (2023). Mass Timber Joinery Design for Digital Fabrication and Deconstructability. *Arc.be.uw.edu*. https://arc.be.uw.edu/wp-content/uploads/sites/12/2023/08/NathanBrown_Thesis_TimberJoinery.pdf.

Cachim, P. (2014). *Construção em Madeira - A Madeira como Material de Construção (2ª Edição)*. Porto : Publindústria, Edições Técnicas, 2014. 978-989-723-052-3.

Campos, G. (n.d.). ABOUT. *Gonçalo Campos*. <https://goncalocampos.com/ABOUT>.

- Carvalho, A. R. L. e Nunes, V. G. A. (2024). Integração de Tecnologias Digitais ao Sistema Tradicional de Fabricação de Móveis em Madeira: análise de viabilidade e sustentabilidade dos processos. *Projética*, 15(3). p1-29. 2024, <https://doi.org/10.5433/2236-2207.2024.v15.n3.49067>.
- Chen, Y. (2024). Traditional Woodworking Techniques and Digital Restoration Technology in the Perspective of Intangible Cultural Heritage. <https://doi.org/10.2478/amns-2024-3101>.
- Correias, C. (2018). Tipos de madeira – Conheça as suas diferenças. *Carpintarias Correias*. <https://www.carpintariacorreias.com/tipos-de-madeira-conheca-as-suas-diferencas/>.
- Craftsian. (2024). Unearthing The Fascinating History Of Woodworking. *Craftsian*. <https://craftsian.com/articles/31-unearthing-the-fascinating-history-of-woodworking>.
- Cruz, H. M., Santos, D. G., Mendes, L. A. (2018). Causas da variabilidade do tempo de execução dos processos em diferentes sistemas construtivos. *Ambient. constr.* 18 (1). <https://doi.org/10.1590/s1678-86212018000100209>.
- Design. (2022). Andreu Worls by Starck. *Starck*. <https://www.starck.com/andreu-world-by-starck-p4684>.
- Design, M. (n.d.). Rui Alves. *Mor Design*. https://mordesign.com/pages/rui-alves?srsltid=AfmBOop9KguyA7WoPdhhSJIVA97fXzhqHglOfPsxvy_ftx88qO7Lp4OS.
- Digital, F. (2024). Principais características da marcenaria artesanal. *FormóBILE Digital*. <https://digital.formobile.com.br/artigos/principais-caracteristicas-da-marcenaria-artesanal/>.

- Dormer, P. (1995). Os significados do Design Moderno: A Caminho do Século XXI. *Scribd*. <https://pt.scribd.com/doc/137928304/Os-Significados-do-Design-Moderno-A-Caminho-do-Seculo-XXI-Peter-Dormer-compartilhandodesign-wordpress-com>.
- Ed. (2024). From Past to Present: Integrating Historical Woodworking Techniques in Modern Projects. *Woodworker Solutions*. <https://woodworkersolutions.com/from-past-to-present-integrating-historical-woodworking-techniques-in-modern-projects/>.
- Fairham, W. (1921). Woodwork Joints (The Woodworker Series). J.B. Lippincott Company. *Internet Archive*. <https://archive.org/details/woodworkjoints/woodworkjoints/00fair/page/n5/mode/2up>.
- Ferreira, Â. (2013). Contribuição para o Desenvolvimento de um Modelo de Intervenção do Design no Artesanato. *Repositório UM - Escola de Engenharia*. <https://hdl.handle.net/1822/34280>.
- Frank. (2023). Técnicas de marcenaria tradicionais vs. modernas. *Experts in Wood*. <https://expertsinwood.com/traditional-vs-modern-woodworking-techniques/>.
- Galdino, A., Filho, J. L. (2025). O IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS CNC NA PEQUENA INDÚSTRIA. *Revista Interface Tecnológica*. 21(1):906-916, <https://doi.org/10.31510/infa.v21i1.1957>.
- Gershenfeld, N. (2007). Fab: The Coming Revolution on Your Desktop - From Personal Computers to Personal Fabrication. *Scribd*. <https://pt.scribd.com/document/454202682/FAB-the-Coming-Revolution-on-Your-Desktop-From-Personal-Computers-to-Personal-Fabrication-by-Neil-Gershenfeld>.
- Gibert, V., López, J., Ordoñez, J. (2000). *Aula de Madeira: Marcenaria (Vol. 2)*. Lisboa: Editorial Estampa, 2000. 972-33-1557-2.

- Guangzhou, L., Porncharoen, R. (2024). Emotional design of traditional chinese cultural creative products based on user demand. *Journal of Graphic Engineering and Design*. 15(2), 39-49, 2024, <https://doi.org/10.24867/JGED-2024-2-039>.
- Gutmane, I., Kukle, S., Kalnins, J., Zotova, I., Kisis, A. (2022). An Example of the Use of Traditional Woodworking Hand Tools in Product Design. Vols. (pp. 117-141), <https://doi.org/10.7250/HESIHE.2022.007>.
- Home-Douglas, P., Arno, J., Mead, G. M., Truini, J. (1993). Handbook of Joinery (Art of Woodworking). New York: ST. Remy Press, 1993.
<https://pt.scribd.com/document/349880312/The-Art-of-Woodworking-Handbook-of-Joinery>.
- Home-Douglas, P., Jardinico, B., Mead, G. M., Truini, J. (1993a). Hand Tools (Art of Woodworking). *Scribd*. New York: ST. Remy Press.
<https://pt.scribd.com/document/24371313/The-Art-of-Woodworking-Hand-Tools-scule-de-mana>.
- Iftekar, S.F.; Aabid, A.; Amir, A.; Baig, M. (2023). Advancements and Limitations in 3D Printing Materials and Technologies: A Critical Review. *Polymers*. 15, 2519, <https://doi.org/10.3390/polym15112519>.
- Jackson, A., Day, D. (1995). Good Wood Joints. Londres: Harper Collins Publishers. *Scribd*.
<https://pt.scribd.com/document/419508879/Good-Wood-Joints>.
- Lee, Y. (2023). Informações essenciais que precisa de saber antes de compreender ou aprender a programação CNC. *FirstMold*. <https://firstmold.com/pt/guides/cnc-programming/>.
- Leitão, J. P. (2018). Madeiras - Europa. *J. P. Leitão*. <https://www.jpleitao.pt/index.php/produtos/madeira-europa/>.

- Leitão, J. P. (2023). Como escolher a madeira ideal para o seu projeto. *J.P. Leitão*. <https://www.jpleitao.pt/2023/10/19/como-escoher-a-madeira-ideal-para-o-seu-projeto/>.
- Liggett, F. (n.d.a). What Is Woodworking Joinery. *WoodworkCenter*. <https://www.woodworkcenter.com/what-is-woodworking-joinery/>.
- Liggett, F. (n.d.b). How Did Woodworkers Do Anything in the Past. *WoodworkCenter*. <https://www.woodworkcenter.com/how-did-woodworkers-do-anything-in-the-past/>.
- Liggett, F. (n.d.c). What Do You Know About the History of Woodworking. *WoodworkCenter*. <https://www.woodworkcenter.com/what-do-you-know-about-the-history-of-woodworking/>.
- Lisboa, B. (2020). A arte da marcenaria em madeira. *Lisboa Branca*. <https://www.branca-lisboa.com/stories/blog/the-art-of-wood-joinery>.
- Luiza. (2022). A diferença entre madeira dura e madeira macia. *Wovar*. <https://www.wovar.pt/blog-a-diferenca-madeira-dura-e-madeira-macia>.
- Madeiras, J. K. V. (2024a). Colas: as mais comuns e como usá-las. *JKV Madeiras*. <https://jkmadeiras.com.br/colas-as-mais-comuns-e-como-usa-las/>.
- Madeiras, J. L. (2024). Produtos. *José Luís Madeiras*. [Online]. <https://www.jlm.com.pt/produtos/>.
- Makki, M., Matsuoka, M., Ilic, A., Franceschini, L., & Beneitez, J. (2020). Bridging the gap between traditional Japanese fabrication and advanced digital tools. *Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design, 1-8*. [Online]. <https://simaud.org/2020/proceedings/63.pdf>.

- Manzini, E., Vezzoli, C. (2002). O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis (Carvalho, A. Trad.). São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. *Scribd*. <https://pt.scribd.com/document/493971677/Desenvolvimento-de-produtos-sustenta-veis-by-Ezio-Manzini-e-Carlo-Vezzoli-z-lib-org>.
- Marcellini, D. (1998). Manual Prático de Marcenaria. Rio de Janeiro: Ediouro. *Editora Profissionalizante*. https://www.editoraprofissionalizante.com.br/Apostilas_Marcenaria/Manual_Pratico_de_Marcenaria.pdf.
- Medeia de Campos, F., Celani, G. (2024). Aumento da precisão por meio do uso de encaixes. *Revista Design & Tecnologia*. 13(27), 83-92, 2024. <https://doi.org/10.23972/det2023iss27pp83-92>.
- Meier, M. (2014). CNC Cut Wood Joinery. *Digital Fabrication For Designers*. <http://mkmra2.blogspot.com/2014/08/cnc-cut-wood-joinery.html?m=1>.
- Menegasso, G., Prado, G. (2024). Considerações sobre os processos de fabricação digital. *DAT Journal*, 9(3), 138-149. <https://doi.org/10.29147/datjournal.v9i3.851>.
- Miró, E. P. (1999). *O restauro da madeira. Coleção Artes e Ofícios*. Lisboa: Editorial Estampa. 972-33-1457-6.
- Nakahara, Y., Sato, H. (1983). The Complete Japanese Joinery (Nii, P. K, Trad.). *Scribd*. <https://pt.scribd.com/document/519234021/406253663-the-Complete-Japanese-Joinery-PDF>.
- Neri, Hu. (n.d.). Works. *Neri and Hu*. <https://www.neriandhu.com/en/works/de-la-espada-duet-chair>.
- Neves, C. D. L. (2018). Projeto de CNC multifunções de 4 eixos. *Biblioteca Digital do Instituto Politécnico de Bragança*. <http://hdl.handle.net/10198/17891>.

Office, A. (2023). About. *Alves Office*. <https://www.alvesoffice.com/>.

Oludare, O., Opaluwa, E., Ajijola, S., Obaribirin, A. Chukwuka, O. (2021). Craftsmanship and Aesthetic Appreciation of The Built Environment. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/359893121_CRAFTSMANSHIP_AND_AESTHETIC_APPRECIATION_OF_THE_BUILT_ENVIRONMENT.

Paixão, T. (2015). Madeira Prima: Uma série documental sobre a arte de trabalhar a madeira. *RTP*. <https://www.rtp.pt/programa/tv/p33448>.

Pajaziti, A., Tafilaj, O., Gjelij, A., Berisha, B. (2025). Optimization of Toolpath Planning and CNC Machine Performance in Time-Efficient Machining. *Machines*, 13(1):65. <https://doi.org/10.3390/machines13010065>.

Planejados, M. (n.d.). Desenho Técnico. *MobPlanejados*. <https://mobplanejados.com.br/glossario/desenho-tecnico-guia-completo-marcenaria/>.

Projects, W. (2024). Detailed exploration of different wood joinery techniques used in furniture making. *Clever Wood Projects*. <https://cleverwoodprojects.org/detailed-exploration-of-different-wood-joinery-techniques-used-in-furniture-making/>.

Pronum. (n.d.). Fresadoras CNC de 3 eixos. *Pronum*. https://pronum.pt/wp-content/uploads/2021/04/SF035820_mill_1212.pdf.

Reed, M. (2024). Top joinery trends for 2024: Combining craftsmanship with modern technology. *FoxWebDesign*. <https://foxwebdesign.co.uk/single/top-joinery-trends-for-2024-combining-craftsmanship-with-modern-technology/>.

Rezende, H. B., Silva Bastos, M. E., Lanes, M. M., Grandi Pires, A. (2020). FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA CONTROLE DE MÁQUINAS CNC. <https://doi.org/10.20906/CBA2022/834>.

- Santos, A. A. A. (2015a). Projeto de Mobiliário, a partir de encaixe e refugos de madeira. *Scribd*. <https://pt.scribd.com/document/493971677/Desenvolvimento-de-produtos-sustenta-veis-by-Ezio-Manzini-e-Carlo-Vezzoli-z-lib-org>.
- Santos, J. (2015b). A Riqueza das Madeiras Portuguesas. Transformação e Derivados. *A Regional - Artes Gráficas e Publicidade, Lda. AIMMP*. <https://aimmp.pt/wp-content/uploads/2024/03/2.-A-Riqueza-das-Madeiras-Portuguesas-Transformacao-e-Derivados.pdf>.
- Schwarz, C., Huey, G, Lang, R. (n.d.). Joinery Basics: Learn 6 Classic Joints. *Popular Woodworking Magazine*. <https://pt.scribd.com/doc/299717804/JoineryBasics>.
- Seike, K. (1977). *The Art of Japanese Joinery* (Yobuko, Y., Davis, R. Trad.). Tokyo: Weatherhill. *Scribd*. <https://pt.scribd.com/document/512004181/The-Art-Of-Japanese-Joinery-by-Kiyosi-Seike>.
- Shed, W. (2023). Efficiency Meets Craftsmanship: Innovations in Modern Wood Joinery. *Woodwork Shed*. <https://woodworkshed.com/modern-wood-joinery-innovations/>.
- Shervill, R., Pan, W., Schwarz, C. (2013). *Japanese Woodworking Tools and Techniques*. *Scribd*. <https://pt.scribd.com/document/331072241/Japanese-Woodworking-Tools-and-Techniques>.
- Silva, M. E., Dias, A. L., Louzada, J. L. (2013). Madeira de Pinho – Características e Utilização. UTAD: Centro de Investigação e de Tecnologias Agro-Ambientais e Biológicas. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/271586747_Madeira_de_Pinho_-_Caracteristicas_e_Utilizacao?channel=doi&linkId=54cf6bc90cf29ca810fe1ed0&showFulltext=true.


- Silva, S. O., Reis Filho, R. R. (2022). TORNO CNC: evolução, características e importância para a usinagem. *Revista Interface Tecnológica*, 19(1):313-326. <https://doi.org/10.31510/infa.v19i1.1364>.
- Silva, T. E. G. (2018). Ofício, oficina e o artífice marceneiro atual. *Repositório UFSC*. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/197078>.
- Solano, D. (2024). Design e Estética: Como o design utiliza a estética para criar função? *Doitarts*. <https://doitarts.com/psicologia-e-teoria-do-design/design-utiliza-a-estetica-para-criar-funcao/>.
- Solis, A. J. A., Quintial, F. G. (2023). A wood-wood joining system suitable for digital fabrication and its application in the design of a "wood-only" spatial module. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2022.12.005>.
- Sons, J. M. (2023). The Evolution of Woodworking: From Ancient to Modern Trends. *JMandSons*. <https://www.jmandsons.com/blogs/the-evolution-of-woodworking-from-ancient-to-modern-trends/>.
- Souza, M. S., Nascimento, R. A., Benutti, M. A. (2018). Sketchup como ferramenta de ensino-aprendizagem na disciplina de geometria descritiva. *Revista Geometria Gráfica*. <https://doi.org/10.51359/2595-0797.2018.239224>.
- Sumiyoshi, T., Matsui, G. (1991). Wood Joints in Classical Japanese Architecture. *Kajima Institute Publishing Co*. <https://archive.org/details/wood-joints-in-classical-japanese-architecture/page/n3/mode/2up>.
- Teixeira, J., Telocken, A. V. (2015). Transformação de Imagens Digitais em Código CNC Aprimoradas com Redes Neurais Artificiais. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/303721713_Transformacao_de_Imagens_Digitais_em_Codigo_CNC_Aprimoradas_com_Red_Ne_Ne_Artificiais.


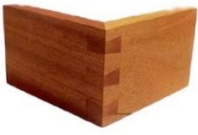

- Treggiden, K. (2016). Charles Dedman's reinvents traditional crafts. *Katie Treggiden*. <https://katieregiden.com/confessionsofadesigngeek/2016/06/09/charles-dedmans-furniture-celebrates-the-past-while-embracing-the-future/>.
- Warcholinski, B. e Gilewicz, A. (2022). Surface Engineering of Woodworking Tools, a Review. *Appl. Sci*, 12, 10389. <https://doi.org/10.3390/app122010389>.
- Wood, C. (2020). Madeiras para exterior e interior. *Carmo Wood*. <https://www.yumpu.com/fr/document/read/65745398/madeiras-para-exterior-e-interior-carmo-wood>.
- Zoran, A. (2015). Hybrid Craft: Showcase of Physical and Digital Integration of Design and Craft Skills. . *Leonardo*, 48(4): 384-399. https://doi.org/10.1162/LEON_a_01093.




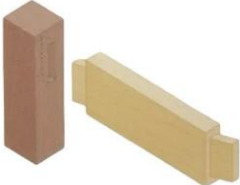

ANEXOS




Anexo A – Variações das Tipologias de Encaixe



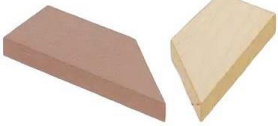
Junta de Sobreposição - <i>“Lap Joint”</i>	
	<p>1 • Junta de Sobreposição Semi-Ocultas - <i>“Half-Blind Lap Joint”</i></p>
	<p>Junta de encaixe que combina a resistência estrutural da junta de sobreposição e a estética simples que oculta a zona de união das peças.</p>
	<p>2 • Junta de Sobreposição a Meia Madeira com Meia Esquadria - <i>“Mitered Half Lap Joint”</i></p>
	<p>Junta de encaixe que une as peças através de um ângulo de 45°. Apresenta uma estética simples e é resistente estruturalmente.</p>
	<p>3 • Junta de Sobreposição Lateral a Meia Madeira - <i>“Edge Half Lap Joint”</i></p>
	<p>Junta de encaixe que une as peças lateralmente de forma a aumentar a área de colagem e garantir a resistência do objeto. É utilizada em peças pequenas e em molduras.</p>
	<p>4 • Junta em T de Sobreposição a Meia Madeira - <i>“T-Half Lap Joint”</i></p>
	<p>Junta de encaixe que une as peças perpendicularmente de forma sobreposta. É uma junta utilizada para oferecer boa resistência estrutural em peças de pequenas dimensões.</p>
	<p>5 • Junta de Sobreposição com Cavilha com Meia Esquadria - <i>“Lock Miter Lap Joint”</i></p>
	<p>Junta de encaixe que combina duas tipologias de encaixe com as cavilhas como um reforço interno da peça. É muito resistente estruturalmente e apresenta uma estética sofisticada.</p>
	<p>6 • Junta de Sobreposição com Meia Esquadria - <i>“Mitred Lap Joint”</i></p>
	<p>Junta de encaixe em que as extremidades das peças são cortadas em 45° e são sobrepostas na zona remoção de metade da espessura de cada peça. É utilizada devido à sua estética apelativa.</p>


	7 • Junta de Sobreposição em Ângulo- “Angled Lap Joint”
	<p>Junta de encaixe utilizada para unir as peças em determinados ângulos. É aplicada em estruturas ou como suporte das peças em que é inserida.</p>






Junta de Cauda de Andorinha - “Dovetail Joint”	
	8 • Junta de Cauda de Andorinha Passante com Meia Esquadria - “Miter Through Dovetail Joint”
	<p>Junta de encaixe que combina duas tipologias a fim de garantir um elemento estrutural resistente e uma estética apelativa e limpa.</p>
	9 • Junta de Cauda de Andorinha Semi-Ocultas - “Half-Blind Dovetail Joint”
	<p>Esta junta permite que as caudas do encaixe fiquem pouco aparentes na peça em que são colocadas. É, geralmente, utilizada em móveis em que seja necessária resistência estrutural.</p>
	10 • Junta de Cauda de Andorinha Simulada - “Mock Dovetail Joint”
	<p>Junta de encaixe que simula as caudas tradicionais, no entanto, a zona de encaixe não é tão funcional. É uma junta utilizada para fins estéticos.</p>
	11 • Junta de Cauda de Andorinha Passante Decorativa - “Decorative Through Dovetail Joint”
	<p>Junta de encaixe que é uma variação da junta tradicional utilizada para fins estruturais e estéticos, é bastante utilizada em projetos de decoração como elemento principal.</p>
	12 • Junta de Cauda de Andorinha Passante Curva - “Curved Through Dovetail Joint”
	<p>Junta de encaixe em que as caudas apresentam formas curvas, garantindo uma elevada resistência e uma aparência sofisticada.</p>

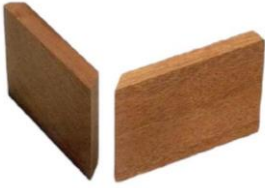
Junta de Furo e Espiga - “Mortise and Tenon Joint”	
	<p>13 • Junta de Furo e Espiga Passante com Cunha - “<i>Wedged Mortise and Tenon Joint</i>”</p>
	<p>Junta de encaixe em que a espiga atravessa o furo de um lado ao outro e é fixada com cunhas que fazem com que a espiga se expanda dentro do furo. Apresenta uma boa resistência estrutural e é aplicada em estruturas em que é aplicado esforço.</p>
	<p>14 • Junta de Furo e Espiga Aberta - “<i>Open Mortise and Tenon Joint</i>”</p>
	<p>Junta de encaixe em que a espiga encaixa numa abertura na lateral da peça complementar. É utilizada em portas e peças de mobiliário que não exijam a ocultação da junta de encaixe.</p>
	<p>15 • Junta Dupla de Furo e Espiga - “<i>Twin Mortise and Tenon Joint</i>”</p>
	<p>Junta de encaixe que é constituída por duas espigas numa das peças e por dois furos na peça complementar, o que aumenta a resistência da união. É utilizada em elementos que exijam resistência estrutural na zona da união, sem necessitar de um elemento estético.</p>
	<p>16 • Junta de Furo e Espiga com Ângulo - “<i>Angled Mortise and Tenon Joint</i>”</p>
	<p>Junta de encaixe que une as peças em ângulo e estas exigem cortes inclinados. É utilizada devido à resistência estrutural que pode oferecer em estruturas que apresentem ângulos na sua constituição.</p>
	<p>17 • Junta de Furo e Espiga Passante - “<i>Through Mortise and Tenon Joint</i>”</p>
	<p>Junta de encaixe constituída por uma espiga que atravessa a completamente e fica visível na peça complementar. É uma junta com elevada resistência e é utilizada em móveis e estruturas mais robustas.</p>


Junta de Macho e Fêmea - <i>"Tongue and Groove Joint"</i>	
	<p>18 • Junta de Macho e Fêmea Oculta - <i>"Blind Tongue and Groove Joint"</i></p>
	<p>Junta de encaixe constituída por uma peça (macho) que não atravessa totalmente a outra peça (fêmea). Esta junta garante uma aparência simples, mas é resistente estruturalmente.</p>
	<p>19 • Junta de Macho e Fêmea Chanfrada - <i>"Beveled Tongue and Groove Joint"</i></p>
	<p>Junta de encaixe com bordas chanfradas numa das peças constituintes. Utilizado para fins decorativos em peças pequenas.</p>
	<p>20 • Junta de Macho e Fêmea Colada - <i>"Glue Tongue and Groove Joint"</i></p>
	<p>Junta de encaixe similar à junta tradicional, porém é aplicada cola numa das superfícies de forma a garantir maior fixação e resistência. É utilizada em painéis ou em peças de grande escala.</p>

Junta de Meia Esquadria - <i>"Miter Joint"</i>	
	<p>21 • Junta de Meia Esquadria na Extremidade - <i>"End Miter Joint"</i></p>
	<p>Junta de encaixe que une as duas peças através de um ângulo de 45º nas extremidades de cada peça. É, geralmente, utilizado em molduras em em cantos de peças de pequenas dimensões.</p>
	<p>22 • Junta de Meia Esquadria na Lateral - <i>"Edge Miter Joint"</i></p>
	<p>Junta de encaixe que une as peças através do lado longitudinal quando estas necessitam de ser unidas em ângulo.</p>
	<p>23 • Junta de Meia Esquadria na Face - <i>"Face Miter Joint"</i></p>
	<p>Junta de encaixe que une as faces das peças quando estas são em ângulos. É utilizada em peças com acabamentos simples como caixas ou painéis.</p>

	<p>24 • Junta de Meia Esquadria com Espiga de Reforço - <i>“Miter and Spline Joint”</i></p>
	<p>Junta de encaixe que apresenta uma espiga de reforço na sua constituição como forma de reforço da resistência estrutural das peças.</p>

Junta de Topo - <i>“Butt Joint”</i>	
	<p>25 • Junta de Topo de Face a Face - <i>“Face to Face Butt Joint”</i></p>
	<p>Junta de encaixe que une as superfícies maiores de cada uma das peças como forma de assegurar uma boa resistência e espessura às peças.</p>
	<p>26 • Junta de Topo de Extremidade com Aresta - <i>“End to Edge Butt Joint”</i></p>
	<p>Junta de encaixe que consiste em unir as extremidades de cada peça. É utilizada em situações simples por apresentar baixa resistência estrutural.</p>
	<p>27 • Junta de Topo de Extremidade com Face - <i>“End to Face Butt Joint”</i></p>
	<p>Junta de encaixe em que a extremidade de uma das peças é unida à face da peça complementar. Junta simples que requer algum reforço para garantir uma boa estabilidade.</p>
	<p>28 • Junta de Topo de Aresta com Face - <i>“Edge to Face Butt Joint”</i></p>
	<p>Junta de encaixe que une a aresta de uma peça à face da peça complementar, de maneira a formar uma superfície simples e contínua.</p>
	<p>29 • Junta de Topo de Aresta com Aresta - <i>“Edge to Edge Butt Joint”</i></p>
	<p>Junta de encaixe em que as arestas das peças são unidas lado a lado. É uma junta utilizada em tampos de mesa ou em painéis por formar uma superfície contínua.</p>

	<p>30 • Junta de Topo com Meia Esquadria - <i>“Mitred Butt Joint”</i></p>
	<p>Junta de encaixe em que se corta as extremidades das peças num ângulo de 45º de maneira a formar um canto a partir da união das duas peças. É uma junta que requer um reforço para garantir a resistência da união.</p>

<p>Junta de Dedo - <i>“Finger Joint”</i></p>	
	<p>31 • Junta de Dedo Simulada - <i>“Mock Finger Joint”</i></p>
	<p>Junta de encaixe decorativa em que se simula o encaixe de dedo tradicional, mas sem a função da resistência estrutural. É utilizada em peças que valorizem mais a estética do que a funcionalidade da junta.</p>

Informação da Tabela:

Fonte: adaptado de <https://pt.scribd.com/document/349880312/The-Art-of-Woodworking-Handbook-of-Joinery>

Fonte: adaptado de <https://pt.scribd.com/document/419508879/Good-Wood-Joints>

Anexo B – Entrevista ao Marceneiro Sandro Braun – Marcenaria “Madeira-Prima”

[Apresentação da aluna e do mote da investigação da dissertação]

Aluna: Há quanto tempo trabalha na área da marcenaria?

Marceneiro: “A minha família tinha muitos marceneiros e carpinteiros, mas não foi com eles que aprendi o ofício, eu tinha estudos na área de arquitetura e mobiliário e, depois de passar por outras áreas e deixar a marcenaria um pouco de lado, apenas como um hobby, passados anos é que me voltei a meter nisto e agora, já a alguns anos que trabalho aqui na marcenaria. Eu tive formação com um professor brasileiro que teve formação de marcenaria fina no Canadá e criou uma escola de marcenaria no Brasil, ele é, didaticamente falando, muito bom e foi muito importante para o meu percurso na marcenaria.”

Aluna: Você considera que a marcenaria a nível manual tem muito mais a oferecer, uma vez que poderia fazer industrialmente e ficava mais barato? Que valor é que atribui às suas peças serem feitas manualmente?

Marceneiro: “Eu faço mercados e atendo muitos turistas, metade dos meus clientes são portugueses, a outra metade são turistas e turistas do mundo inteiro, da Coreia, dos Estados Unidos, da Inglaterra, da Alemanha, muitos países. E é assim, eu vendo porque é feito à mão e quando eu consigo explicar e o cliente consegue perceber o quão feito a mão ele é, o cliente compra e paga o preço necessário. E você pergunta porquê? Porque há uma procura muito grande pelo original, pelo detalhe e mercado há sempre até porque vivemos num país com bastantes habitantes e gostos. Eu produzo peças de autor, que inicialmente são desenhadas e, posteriormente, todo o processo é todo feito à mão. Os acabamentos são todos naturais como as ceras e os óleos e quando é possível, no processo de execução, utilizo colas de origem natural também.”

Aluna: Sentiu alguma diferença no mercado português referente à marcenaria?

Marceneiro: “Em Portugal, por volta dos últimos 5 anos, começaram a aparecer mais ateliers de marcenaria, também devido à procura pelas peças feitas de forma manual, com detalhes específicos que o cliente pretende. Enquanto noutros países, como Estados

Unidos e Canadá, a marcenaria nunca caiu, é muito mais comum do que aqui e mais valorizado, no Japão e na Coreia, as técnicas são bastante exploradas e em Portugal o interesse também aumentou. Uma coisa que é de lamentar é a falta de cursos técnicos que ensinem a verdadeira marcenaria e as práticas para execução porque há cada vez mais jovens à procura de aprender a arte e não há muita resposta a essa procura. Há países que, neste momento, têm investido muito em cursos porque os profissionais das áreas de trabalhos artesanais estão a desaparecer.”

Aluna: Quais foram as principais mudanças que observou na área ao longo dos anos?

Marceneiro: “Eu podia defender isto com o facto de a marcenaria ter mais valor, mas responder a isto torna-se um bocado mais complicado uma vez que eu utilizo máquinas de auxílio. Apesar dessa utilização, eu escolhi manter-me fiel aos processos manuais, todo o processo é feito com as mãos e não envolve nenhuma máquina de automatização como, por exemplo, as CNC. Todo o processo, mesmo que utilize algumas máquinas que auxiliem na execução como serras ou assim, é feito de forma manual, não tenho nenhuma máquina que pudesse executar as peças de forma automatizada. A entrada das CNC, que são ótimas para diversas peças mas baralharam muito as coisas e muita gente, do que eu percebo das máquinas é que cada vez há máquinas e há menos profissionais para auxiliar os jovens que se interessam pela área e, daqui a uns anos vão-se precisar de muitos marceneiros e muitos técnicos como os carpinteiros e não vai haver porque hoje em dia há uma maior preocupação em fazer dinheiro com a área de mobiliário e não em ensinar e manter a cultura dos ofícios como a marcenaria, a cestaria, o restauro e por aí.”

Aluna: Que tipo de encaixes é que utiliza com mais frequência?

Marceneiro: “Um dos que mais utilizo é o clássico dos malhetes, o rabo de andorinha, para peças como caixas. No meu dia a dia, eu reproduzo os jogos de tabuleiro que não utilizam muito os encaixes, esta utilização dos encaixes surge mais na vertente das encomendas que me fazem devido à questão da estética das peças.”

Aluna: Existem encaixes que considere mais desafiantes de executar e porquê?

Marceneiro: “Por acaso acho curiosa essa pergunta e tenho uma resposta a isso devido à execução de encaixe um bocado complicado porque misturei dois tipos de encaixe numa peça de mobiliário. Nessa peça fiz o encaixe de rabo de andorinha e, nas bordas fiz meia esquadria, tudo à mão. Nesse processo utilizei os gabaritos, os formões e fiz todo o processo à mão porque, no meu entender, acho impossível utilizar máquinas porque não se consegue fazer os dois encaixes na peça, um de um lado e outro do outro, daí a necessidade de ter de executar as coisas à mão.”

Aluna: A nível de ferramentas, quais é que se tornam indispensáveis quando se realiza esse tipo de encaixes?

Marceneiro: “Os formões, os vários formões que tenho são os que me auxiliam na execução de encaixes e no processo de desenvolvimento das peças. No entanto, também utilizo ferramentas como o maço, a faca de marceneiro e os serrotes quando estou a executar os encaixes. Eu faço a afiação das ferramentas, uma coisa que hoje em dia poucas pessoas sabem fazer que é afiar as próprias ferramentas corretamente”

Aluna: Quanto tempo leva para realizar um encaixe de forma manual em comparação ao uso das máquinas de corte, uma vez que não utiliza máquinas como as CNC?

Marceneiro: “Se todo o encaixe for feito manualmente em comparação com o uso de máquina? No caso da máquina, se formos a contar com a regulagem de máquina consegue-se fazer em 20 min, manualmente será umas 2 horas. Quando se fala em produção, se eu fizer uma caixa ou duas e fizer à mão, eu posso gastar, devido à prática, quase o mesmo tempo que levaria para preparar, regular e executar à máquina. Se eu falar em produzir 10 caixas, o tempo que levo para regular à máquina e fazer, que sejam uns 40 minutos enquanto se eu fizer 10 caixas à mão posso demorar a fazer cerca de um dia e meio. Eu faço tudo à mão, corto todas as peças necessárias e faço o processo todo manualmente porque um cliente conhecedor consegue identificar se foi tudo realizado à mão ou se houve introdução de alguma máquina no processo, é óbvio que em quantidade, uma máquina industrial acabava por compensar.”

Aluna: Quais são os encaixes que prefere realizar com as máquinas?

Marceneiro: “Sinceramente, prefiro fazer tudo à mão, no entanto tenho um engenho de furar que é muito antigo que serve para fazer o encaixe de furo e espiga para fazer, por exemplo, uma cadeira. Então quando vamos unir duas peças, nesse sentido, faço o furo e nesta máquina faço a espiga, onde utilizo também uma serra e a plaina. Se formos a comparar com uma grande indústria, esta máquina já praticamente nem existe, atualmente já existe outro tipo de máquinas como as CNC e as robóticas. Numa indústria mecanizada podem existir erros e os tamanhos dos encaixes não baterem certo uns com os outros, à mão tem-se outra percepção.”

Aluna: Como é que avalia a precisão e, conseqüentemente, a qualidade dos encaixes feitos por máquinas em relação à forma manual?

Marceneiro: “Se for bem feito o trabalho, torna-se igual, mas é possível que o manual seja ainda melhor porque a máquina depende da regulagem, que esta seja feita de forma correta e depois de executar os processos na máquina. Enquanto à mão, acaba por ser a mesma coisa, tudo vai depender da paciência de ter as ferramentas todas direitas, de marcar a peça corretamente, de medir, mas o resultado vai ser idêntico”

Aluna: Em que momento opta por executar um encaixe de forma manual e em que momento opta por usar as máquinas?

Marceneiro: “Quando são peças feitas em quantidade porque os processos são muito manuais e exigem muito tempo. Na indústria, com a utilização e auxílio das máquinas, esse tempo reduz bastante.”

Aluna: Acha que este equilíbrio entre a realização dos encaixes de forma manual e mecânica pode oferecer melhores resultados? Porquê?

Marceneiro: “Baseia-se sempre nas respostas anteriores, se eu tivesse uma encomenda em quantidade e que executasse caixas, teria de os realizar de forma automatizada, porque de forma manual, levaria muito mais tempo. No entanto, não deixa de ser produção em massa, o artesão vai criar um método de construção muito próprio que não seja possível ou que dificulte a réplica em máquinas. Há detalhes que os clientes querem nas peças que a indústria não vai conseguir fazer porque não vão parar uma produção

para fazer uma peça única, uma peça específica, então os clientes procuram os marceneiros para realizar esses detalhes.”

Aluna: Que tipos de madeira é que utiliza?

Marceneiro: “Utilizo madeiras como o carvalho, a faia, o castanho, o freixo e a nogueira porque são madeiras que não apresentam tanto desgaste ou imperfeições conforme o passar do tempo.”

Aluna: Existem tipos de madeira que são mais fáceis ou difíceis de executar os encaixes? Porquê?

Marceneiro: “As madeiras nobres, por norma, são mais fáceis de trabalhar, porém depende do tipo de trabalho que se pretende executar, mas o cliente é que escolhe e o marceneiro dá as opções de madeira, com base nas características da mesma e conforme a peça que se pretende realizar.”

Aluna: Há alguma técnica ou inovação que gostaria de experimentar no futuro?


Marceneiro: “Sim, a nível de técnica, vou iniciar o estudo dos embutidos, apesar dessa técnica requerer uma máquina própria, muitos dos recortes podem ser executados de forma manual, então em breve vou começar com essa técnica, os embutidos modernos.”

Aluna: Muito obrigada pela sua disponibilidade e colaboração.


Anexo C – Madeiras e Derivados


- Madeiras


Tipo de Madeira	Origem	Cor	Características Relevantes	Transformação	Aplicação	Classe
-----------------	--------	-----	----------------------------	---------------	-----------	--------


Acácia						
Acácia	• Europa		<ul style="list-style-type: none"> • Castanho-claro • Veio: demarcado • Textura: Fina e uniforme • Dureza: Dura 	<ul style="list-style-type: none"> • Serragem: Fácil • Secagem: Fácil • Acabamento: Bom • Colagem: Fácil • Durabilidade: Muito boa 	<ul style="list-style-type: none"> • Mobiliário Interior • Mobiliário Exterior 	• Classe 1 – Interior

Casquinha Vermelha						
Pinus sylvestris	• Europa		<ul style="list-style-type: none"> • Castanho Avermelhado • Veio: Direito • Grão: Fino • Textura: Fina e regular • Dureza: Semi-Dura 	<ul style="list-style-type: none"> • Serragem: Fácil • Secagem: Rápida • Acabamento: Médio • Colagem: Boa • Durabilidade: Muito boa 	<ul style="list-style-type: none"> • Mobiliário • Molduras • Caixas • Uso interno e externo 	• Classe 3 – Exterior

Cedro						
Cedrela odorata, Cedrela fissilis	• América do Sul		<ul style="list-style-type: none"> • Castanho-Claro • Veio: Demarcado • Grão: Direito • Textura: Média • Dureza: Média 	<ul style="list-style-type: none"> • Serragem: Fácil • Secagem: Rápida • Acabamento: Médio • Colagem: Média • Durabilidade: Muito boa 	<ul style="list-style-type: none"> • Painéis Interiores • Esculturas • Construção Naval 	• Classe 3 – Exterior

Cerejeira Americana						
Prunus serotina	• Estados Unidos		<ul style="list-style-type: none"> • Castanho Avermelhado • Veio: Direito • Grão: Fino • Textura: Fina • Dureza: Dura 	<ul style="list-style-type: none"> • Serragem: Fácil • Secagem: Rápida • Acabamento: Muito Boa • Colagem: Fácil • Durabilidade: Muito boa 	<ul style="list-style-type: none"> • Mobiliário • Molduras • Pisos • Painéis Folheados 	<ul style="list-style-type: none"> • Classe 1 – Interior


Cerejeira						
Prunus avium;	• Europa		<ul style="list-style-type: none"> • Castanho Alaranjado • Veio: Direito • Grão: Fino • Textura: Média • Dureza: Dura 	<ul style="list-style-type: none"> • Serragem: Fácil • Secagem: Rápida • Acabamento: Bom • Colagem: Bom • Durabilidade: Muito boa 	<ul style="list-style-type: none"> • Decoração • Mobiliário • Embutidos • Folheados • Interiores 	<ul style="list-style-type: none"> • Classe 1 – Interior

Faia						
Fagus sylvatica	• Europa Central e Ocidental		<ul style="list-style-type: none"> • Castanho pálido/laranja • Veio: Direito • Grão: Fino • Textura: Suave • Dureza: Dura 	<ul style="list-style-type: none"> • Serragem: Fácil • Secagem: Lenta • Acabamento: Bom • Colagem: Bom • Durabilidade: Muito boa 	<ul style="list-style-type: none"> • Mobiliário • Soalho • Tornearia 	<ul style="list-style-type: none"> • Classe 2 – Interior

Freixo Americano						
Fraxinus spp, Fraxinu american	• Estados Unidos		<ul style="list-style-type: none"> • Castanho Claro /Amarelado • Grão: Direito • Textura: Uniforme • Dureza: Dura 	<ul style="list-style-type: none"> • Serragem: Fácil • Secagem: Fácil • Acabamento: Muito bom • Colagem: Boa • Durabilidade: Boa 	<ul style="list-style-type: none"> • Mobiliário • Interiores • Portas • Pisos • Acabamento de Luxo 	<ul style="list-style-type: none"> • Classe 1 – Interior

Freixo						
Fraxinus excelsior	• França		<ul style="list-style-type: none"> • Branco/ Castanho Pálido • Veio: Direito • Grão: Grosso • Textura: Grosseira • Dureza: Dura 	<ul style="list-style-type: none"> • Serragem: Fácil • Secagem: Lenta com risco de fendas • Acabamento: Bom • Colagem: Boa absorção • Durabilidade: Boa 	<ul style="list-style-type: none"> • Mobiliário • Interiores • Soalho • Folheado 	• Classe 1 – Interior

Nogueira						
Juglans nigra	• América do Norte		<ul style="list-style-type: none"> • Castanho Claro /Escuro • Veio: Direito • Grão: Médio • Textura: Fina • Dureza: Moderada 	<ul style="list-style-type: none"> • Serragem: Fácil • Secagem: Lenta • Acabamento: Muito Bom • Colagem: Boa • Durabilidade: Muito boa 	<ul style="list-style-type: none"> • Mobiliário • Interiores • Portas • Acabamento de luxo 	• Classe 1 – Interior

Pinho Americano						
Pinus echinata, Palustris, Elliottii, Taeda	• Estados Unidos		<ul style="list-style-type: none"> • Amarelo Alaranjado • Veio: Fino • Grão: Grosso • Textura: Boa • Dureza: Macia 	<ul style="list-style-type: none"> • Serragem: Fácil • Secagem: Rápida • Acabamento: Bom • Colagem: Excelente • Durabilidade: Muito Boa 	<ul style="list-style-type: none"> • Mobiliário • Pisos • Estruturas • Brinquedos • Interiores 	• Classe 3 – Exterior

Informação da Tabela:

Fonte: adaptado de <https://www.jular.pt/produtos/materia-prima/folha/folha-especies>

Fonte: adaptado de <https://www.jpleitao.pt/index.php/madeira-2/>

Fonte: adaptado de <https://www.jlm.com.pt/#>


Fonte: adaptado de <https://aimmp.pt/wp-content/uploads/2024/03/2.-A-Riqueza-das-Madeiras-Portuguesas-Transformacao-e-Derivados.pdf>


Fonte: adaptado de <https://www.marcenaria-artistica.pt/post/madeira-e-seus-derivados>


Fonte: adaptado de <https://www.carpintariacorreias.com/tipos-de-madeira-conheca-as-suas-diferencas/>




- Derivados da Madeira

Tipo de Material	Imagem	Composição	Vantagens e Desvantagens	Aplicações Gerais
------------------	--------	------------	--------------------------	-------------------

Aglomerado de Partículas				
Aglomerado		<ul style="list-style-type: none"> • Partículas de diversas madeiras misturadas com resina prensadas a alta temperatura 	<p>→ Vantagens:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Material leve e económico <p>→ Desvantagens:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baixa resistência à humidade • Estrutura pouco resistente 	<ul style="list-style-type: none"> • Móveis de baixo custo

Aglomerado de Fibras de Alta Densidade (HDF)				
HDF		<ul style="list-style-type: none"> • Fibras de madeira prensadas a quente sob alta pressão 	<p>→ Vantagens:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alta resistência <p>→ Desvantagens:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Material muito pesado para ser trabalhado manualmente 	<ul style="list-style-type: none"> • Mobiliário Interior • Pisos Laminados • Portas

Aglomerado de Fibras de Média Densidade (MDF)				
MDF		<ul style="list-style-type: none"> • Fibras de madeira unidas com resina sintética compactadas com calor e alta pressão 	<p>→ Vantagens:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Material versátil e fácil de trabalhar <p>→ Desvantagens:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baixa resistência à humidade • Pouca durabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Estruturas de móveis • Portas • Painéis decorativos

Folheado				
Folheado		<ul style="list-style-type: none"> Placa composta por madeira (MDF ou aglomerado) colada em ambos os lados da base 	→ Vantagens: <ul style="list-style-type: none"> Estética apelativa → Desvantagens: <ul style="list-style-type: none"> Baixa resistência a impactos 	<ul style="list-style-type: none"> Revestir móveis Painéis Portas
Laminado				
Laminado		<ul style="list-style-type: none"> Camadas muito finas de madeira sobrepostas umas às outras 	→ Vantagens: <ul style="list-style-type: none"> Boa resistência à humidade Estética apelativa → Desvantagens: <ul style="list-style-type: none"> Baixa resistência a impactos 	<ul style="list-style-type: none"> Revestir móveis Acabamento decorativo Pisos laminados
Oriented Strand Board (OSB)				
OBS		<ul style="list-style-type: none"> Aglomerado de partículas de madeira prensadas organizadas por camadas 	→ Vantagens: <ul style="list-style-type: none"> Alta resistência estrutural Boa resistência à humidade → Desvantagens: <ul style="list-style-type: none"> Estética pouco apelativa 	<ul style="list-style-type: none"> Construção de habitações Estruturas de móveis

Informação da Tabela:

Fonte: adaptado de <https://www.jular.pt/produtos/materia-prima/folha/folha-especies>

Fonte: adaptado de <https://www.jpleitao.pt/index.php/madeira-2/>

Fonte: adaptado de <https://www.jlm.com.pt/#>

Fonte: adaptado de <https://aimmp.pt/wp-content/uploads/2024/03/2.-A-Riqueza-das-Madeiras-Portuguesas-Transformacao-e-Derivados.pdf>

Fonte: adaptado de <https://www.marcenaria-artistica.pt/post/madeira-e-seus-derivados>

Fonte: adaptado de <https://www.carpintariacorreias.com/tipos-de-madeira-conheca-as-suas-diferencas/>

Anexo D – Entrevista ao Designer Gonçalo Campos

[Apresentação da aluna e do mote de investigação da dissertação]

Aluna: Desde já obrigada pela sua disponibilidade, tenho ótimas referências de si e do seu trabalho tornando esta conversa muito relevante para o meu estudo. Assim sendo, a minha dissertação tem um conceito mais exploratório entre as técnicas de encaixe tradicionais da marcenaria e a inovação tecnológica. Neste momento estou a explorar algumas vertentes desta área, de modo a criar algumas técnicas de encaixe relativamente mais modernas, mas mantendo sempre o conceito tradicional e, assim sendo, gostaria de o ouvir falar sobre o teu trabalho, como é que o Gonçalo trabalha enquanto designer e qual é a sua opinião nisto de se poder juntar técnicas tradicionais com as inovações tecnológicas.

Designer Gonçalo Campos: Eu acho que é uma ideia bem conseguida, há 2 coisas que são importantes, a ideia é que, depois, isto seja integrado mesmo em produtos certo? As funções que são mais comuns geralmente são as mais comuns porque são as mais práticas e a CNC já existe há muito tempo e não existem muitas aplicações nesse género de abordagem que estás a falar, por um lado porque se calhar ninguém se lembra disso mas já houve várias experiências desse género que foram uma referência nesse sentido de investigação e não foram tão adotadas por alguma razão, talvez por não ser o mais prático porque uma fábrica não tem só uma CNC, tem uma série de máquinas e a CNC se calhar é mais cara de utilizar. Então se calhar é preferível evitar a CNC nesse género de trabalho, mas como trabalho académico é algo interessante de ser estudado e pode ser que tu consigas desenvolver uma maneira que seja rápida e que seja uma boa investigação.

Aluna: Aqui o intuito é mesmo criar como se fosse um equilíbrio entre as 2 coisas, ou seja, nem perder totalmente a parte manual e tradicional, mas também não incorporar totalmente a parte das inovações tecnológicas, consiste mais em perceber em que que ambas se complementam.

Designer Gonçalo Campos: E já tens algumas peças pensadas? O que é que vais fazer?

Aluna: Eu estou agora esta parte da ideação, eu estou a desenhar ainda e já contactei também um marceneiro para ter também a opinião da parte do trabalho manual e ele deu-me alguns feedbacks sobre a área e também que tipo de encaixes é que eu podia estudar nesse caso, se calhar na parte mais de inovação porque ele não trabalha com CNC, ele trabalha com máquinas automatizadas, é tudo manualmente porém, ele como marceneiro disse: “ olha há X peças que se eu tivesse que fazer por exemplo uma encomenda em quantidade, eu vou optar por fazer estes encaixes nas máquinas CNC porque era mais rápido de trabalhar.

Designer Gonçalo Campos: Estou a pensar nisto de uma maneira já muito prática, mas parece-me que a melhor maneira seria que esses encaixes sejam quase exagerados para que sejam o core da peça, um bocado como aquelas instruções dos encaixes japoneses. Um detalhe que seja muito óbvio na peça que está na parte decorativa, que se pensares só na parte prática depois fica escondido, ou seja, se não tiver a componente decorativa, a parte exposta provavelmente ninguém vai notar porque eu estou a assumir que não é a maneira mais económica de fazer a coisa, de fazer os encaixes e se não é a forma económica tens que usar isso de maneira produtiva porque não é mais barato, mas é mais especial e então, fazer com que a peça viva disso seria a minha prioridade, se essa é a ideia, então é fazer com que seja a parte principal da peça.

Aluna: Para contextualizar, o que estou a fazer é dissertação com uma parte prática de exploração, não é propriamente projeto. Esta parte dos encaixes, é um estudo, uma pesquisa experimental e apesar do foco estar para o mobiliário, a base é fazer os encaixes, um estudo de encaixes que, posteriormente, podem ser inseridos no mobiliário.

Designer Gonçalo Campos: Uma das formas de abordar essa ideia de detalhe são peças de mobiliário com um contraste muito grande da cor por se tornar um detalhe muito óbvio. Eu acho que este género de abordagem é o mais saudável para qualquer produto porque tem de ser uma coisa que seja óbvia que se veja, de qualquer modo os encaixes quando são feitos, é isso que faz porque também tem muito trabalho feito à mão então faz com que fique sempre evidenciado, com que seja muito bem. Nesse género de abordagem existe outro exemplo que é criar um detalhe com madeiras diferentes, também é a mesma coisa como tem tons diferentes, consegues ver o que que é uma peça

e o que que é outra peça e como é que elas se encaixam. Mas isto estamos a falar da aplicação concreta, na minha perspetiva, isto pode ser a maneira mais certa para fazer um produto que tenha algum sucesso, no entanto, há muitas coisas que são feitas como exploração mas no final se tem compreender se há alguma consequência e depois nunca tem consequência porque falta a adequação do processo para o resultado final e para o preço que vai ter, eu gosto de pensar por aí porque é isso interessa mais ao cliente no final, se é uma peça que tem um preço justo ou não e acho que é sempre mais prática e mais útil começar a pensar por aí. Tens alguma pergunta em que eu te possa ajudar?

Aluna: Eu gostaria que pudesse explicar um pouco em que é que consiste o seu trabalho, a escolha dos materiais, o tipo de procedimentos que adota, também para eu ter uma opinião de dentro da área do mobiliário, da área do design.

Designer Gonçalo Campos: Eu, normalmente, gosto de trabalhar mais começando um briefing, ou seja, com uma marca com quem eu queira trabalhar, com quem já tem algum contato ou com quem já trabalhei antes e desenho um produto adequado para eles, não é tanto o contrário, eu costumo trabalhar sempre com marcas que fazem produção, por isso por um lado não me posso dar ao luxo de pensar o que é que me interessa a mim e depois logo se vê quem é que faz e quem é que vende, acho que é mais útil pensar ao contrário, quem é que consegue fazer coisas, que acesso é que eu tenho a possíveis clientes e depois pensar o que é que lhes faz sentido a eles e ao mesmo tempo tentar servir-me para mim, ou seja, manter também uma questão de coerência, fazer com que o produto seja interessante para mim também, que não seja só interessante para ele e então encontrar uma solução que satisfaça essas duas condições e que seja também comercial. Muitas marcas ou as fábricas têm os seus materiais escolhidos, no caso da madeira, eu acho que a madeira é um bocado transversal, todas as marcas fazem coisas em madeira ou pelo menos em contraplacado ou folheado, por isso acho que é sempre bom ter alguma noção de como é que é o trabalho com a madeira, como é que é o mercado de produtos feitos em madeira maciça e quais são os preços dessas peças porque isso depois faz com que o designer fique mais confortável a trabalhar com madeira porque é o que vai acontecer mais tarde ou mais cedo porque é um material transversal.

Aluna: Eu tenho aqui algumas perguntas que gostava de lhe fazer enquanto designer e enquanto possível utilizador. Como por exemplo, como é que, enquanto designer, vê o equilíbrio entre a precisão das máquinas, no caso da produção, tendo em conta a expressividade do trabalho artesanal? Porque um dos pontos que me ficou da entrevista que tive com o marceneiro foi que as máquinas podem reproduzir as peças com maior rapidez e com, praticamente, a mesma precisão, porém uma peça feita à mão em madeira nunca é igual à outra, ou seja, há sempre aquela expressão de que uma peça feita à mão é uma peça única.

Designer Gonçalo Campos: Tens que pensar que ele é uma parte interessada nesse aspeto, ele faz coisas e quer que as pessoas vejam que ele as faz de uma maneira mais interessante mas eu acho que se pensares do ponto de vista do cliente, acho que o que interessa não é tanto essa parte da expressividade porque tu nunca vais ver a outra peça, vais ver aquela que vais comprar, só vais ver em casa aquela que vais comprar e o que eu acho que é interessante, é saber que foi feito por uma pessoa e saber que é difícil de fazer, que é uma coisa custosa portanto tanto em termos de tempo como em termos trabalho, para que depois no final, tu tenhas uma peça que estimas e isso tem duas visões, significa que o trabalho em si tem que ser muito expressivo para poder justificar o preço alto e o artesão devia ter uma maneira de mostrar a complexidade de fazer a peça para que depois quem comprar, no final, perceber que é mesmo difícil.

Aluna: O marceneiro com quem falei faz jogos de tabuleiros tradicionais e deu-me uma opinião um pouco mais pessoal que foi que há pessoas que não valorizam um jogo tradicional feito à mão como um jogo feito industrialmente só pela diferença de preço e as pessoas se calhar, às vezes, não sabem o que está por trás de uma peça feita à mão.

Designer Gonçalo Campos: Mas é isso e se calhar não sabem ver a diferença, se é feita à mão ou se é feita industrialmente, claro que ele consegue porque ele é artesão, mas uma pessoa que vai comprar e mesmo um designer que tem alguma sensibilidade, pode não conseguir ver a diferença. Isto, no final, para dizer que isso não é uma questão de marketing tem haver com o trabalho que houve por trás, mas também mostrar que esse trabalho está lá. Eu acho que o caminho que o artesão devia tomar era fazer com que as peças sejam obviamente especiais porque é a única maneira de conseguir cobrar

dinheiro pelo tempo que gastas a executar a peça. Em Portugal, o que acontece sempre, ou pelo menos o que tem acontecido sempre, é que os artesãos vêm de uma linhagem histórica de trabalhar por pouco dinheiro e não estão habituados a essa lógica de “o que que eu posso fazer para cobrar muito dinheiro depois tem que comprar muito dinheiro?”, eles têm que cobrar muito dinheiro porque dá muito trabalho fazer isto e se querem viver confortavelmente, eles têm que fazer o contrário, não é esforçar-se para baixar o preço, é esforçar-se para aumentar o preço o máximo que conseguirem. No caso da CNC é parecido porque a CNC não sendo um artesão, sendo uma máquina continua a ser um processo relativamente caro para fazer as coisas. Então tens que fazer a mesma coisa, tens que ter a certeza que é óbvio que foi feito de maneira difícil ou é óbvio que foi feito por uma máquina ou tens que tornar bastante óbvio a parte especial da peça para poder justificar o preço que vai ter.

Aluna: Outra pergunta que tenho é, nas suas criações, a nível de design, qual é o papel da madeira e o porquê de trabalhar com madeira, eu sei que não se limita só a isso, mas gostava de compreender como é que a utiliza no design de mobiliário por exemplo.

Designer Gonçalo Campos: Eu escolho a madeira porque é o material que os meus clientes usam, não é o ponto de partida para mim, é o ponto de partida para eles, mas depois é uma questão prática, depois há certas peças que, por exemplo, as cadeiras são peças em que se torna inevitável teres que utilizar sempre madeira e se queres desenhar uma cadeira tens que perceber mais ou menos como é que ela é feita e perceber como é que a madeira funciona nesse contexto. Em aparadores já começa a ser mais raro usar madeira maciça, em mesas de jantar pode fazer sentido, mas a questão do preço torna-se uma questão difícil. Normalmente, eu escolho fazer coisas em madeira porque é o material que costumo e estou confortável em usar.

Aluna: Esta pergunta vai de encontro àquilo que falamos, mas como é que acha que o mercado, atualmente, reage a peças que combinem as técnicas tradicionais com a parte da produção industrializada?

Designer Gonçalo Campos: Eu acho que não se deve misturar as duas coisas, deve-se separar as duas coisas. A classe média está um bocado a desaparecer, acho que atualmente não faz muito sentido apostar na classe média, a classe média se calhar seria

o cliente ideal para um tipo de peças, peças que têm um toque manual, mas ao mesmo tempo seja feita industrialmente. É um mercado que está a desaparecer, eu acho que vale mais a pena fazer o máximo para aumentar o preço da peça e fazer uma coisa que seja especial, que justifique o preço alto e encontrar os clientes que vão comprar isso, isto se for uma estrutura pequena, se for um designer só ou uma empresa de 10 pessoas, se for uma estrutura pequena acho que vale a pena. Se for uma estrutura maior, uma fábrica com 100 empregados, é um bocado diferente, podes se calhar ir à classe média e talvez à média-baixa porque, por exemplo, as empresas de mobiliário com mobiliário mais acessível no mercado, o que fizeram foi baixar o preço esperado das peças, tu não esperas que, nessas empresas, uma cadeira custe 300 euros, tu esperas que ela custe 50 euros porque é o preço que essas empresas e marcas exercem. No entanto, 300 euros é um preço barato para uma cadeira de madeira maciça, por isso acho que é um mercado onde não vale a pena entrar porque ninguém vai conseguir fazer preços melhores do que essas marcas. Outra coisa importante, é o preço é uma das coisas mais importantes para o cliente final que não seja de classe alta, por isso, tem que ser uma das prioridades do designer sempre e eu acho que quanto mais pequeno for a equipa, mais vale a pena tentar fazer peças especiais, encontrar poucos clientes que paguem o dinheiro por aquela peça porque há esse mercado. Portanto, eu acho que o melhor é não estar ali no meio, o ideal é ir ou para um lado, se tiveres uma equipa muito grande ou ir para o outro se não tiveres. Também há outras coisas que são mais difíceis de controlar, ou seja, mesmo que faças tudo certo, desenhas um produto que seja adequado, isto é a minha opinião também, há outra questão que é a riqueza dos países, se calhar é mais fácil encontrar os clientes especiais para este tipo de produtos em países que apresentem mais riqueza, eu conheço algumas marcas relativamente pequenas que têm clientes nos Estados Unidos devido às plataformas online, por isso é possível mas é sempre mais fácil se tiveres próximo de quem tem dinheiro, se estás na Holanda, mais facilmente vais contar lojas e clientes finais ou colecionadores que estejam interessados em comprar estas peças porque são especiais e orgulham-se de ter peças únicas e esse género de dinâmicas é muito importante. Em Portugal temos menos isso, não é que não haja, mas temos menos, por isso, isso é outra questão que também é difícil porque mesmo que faças tudo certo para ter o produto adequado para esse género de pessoas, tens sempre que encontrá-las e vender-lhes as peças.

Aluna: A última pergunta que eu tenho, acho que se trata mais de uma opinião pessoal, é como é que acha, tendo em conta essas marcas mais acessíveis de produção em massa, a utilização dos encaixes ou da marcenaria podem contribuir para a criação de peças montáveis e desmontáveis?

Designer Gonçalo Campos: Isso é outra vez a lógica da classe média, claro que peças caras muitas vezes são feitas para serem desmontáveis por questões práticas, por exemplo, um sofá ou uma mesa de jantar, normalmente são transportadas desmontadas porque é mais económico, mesmo que a mesa custe 10.000 euros, o transporte pode custar mais 10.000 euros então se conseguirmos cortar esses 10.000 para 5000 euros só porque ela vai desmontada, faz sentido ir desmontada mas acho que é outra vez uma lógica de classe média ou de classe mais baixa ou de preços mais baixos porque é uma boa ferramenta para baixar o preço, se quiseres ter o preço mais barato de todos ou então vais baixar um pouco de preço se for uma peça muito cara mas não acho que seja a prioridade, ou seja, o facto de ser desmontável não devia aumentar o preço final da peça, ou seja, não devias usar tecnologias, não devias complicar a peça só para que seja desmontável, se ela puder ser feita de maneira mais simples e desmontável na mesma, acho que é mais interessante porque é uma característica que não vai ser muito admirada pelo cliente final a não ser que seja se calhar daqueles de classe média. Também existe aquela ideia que, quando mudares de casa, podes facilmente transportar de uma casa para a outra, mas se for uma coisa muito barata, vais acabar por comprar outra, não vais levar de uma casa para a outra e se for uma peça muito cara, como uma mesa de jantar de 10.000 euros, na verdade, vais é comprar outra casa, não vais andar de uma casa para outra, essa mesa fica onde está e vais comprar outra mesa de 10.000 euros para a próxima casa. Portanto não acho que é uma característica muito interessante para os produtos, claro que há exceções, mas não acho que seja um ponto de venda. Há uma estante que eu fiz, foi uma das primeiras coisas que eu desenhe que foi desenhada à tempo, se calhar se fosse hoje em dia faria diferente mas continuo a achar que talvez não esteja errada porque ela é feita em CNC e é desmontável e montável, só com encaixes, sem parafusos nem nada mas tem as instruções gravadas na peça porque assim quando tu vês a peça percebes que ela é tipo um jogo e na altura pensei nisso porque queria que fosse óbvio que se percebesse que ela era desmontável, para tornar essa característica, que pode ser

muitas vezes ignorada como ser possível que a primeira coisa que tu vê é que ela é desmontável e isso pode ou não ser prático, mas acrescenta uma certa característica à peça. E se for uma peça que é desmontável, mas não percebes bem como ou não vê no óbvio, a peça pode perder o sentido da existência dessa característica que podia ser o ponto de venda da peça. A peça em si tem que ter um papel de comunicação em que tu olhas para a peça e percebes exatamente porque que ela é desta maneira e acho que isso é super importante para poderes ter o preço alto.

Aluna: Pronto, da minha parte é tudo, foi uma conversa muito interessante para compreender os diferentes pontos de vista que se pode ter enquanto designer e enquanto consumidor. Obrigada pela disponibilidade.

Anexo E – Entrevista ao Designer Sérgio Lemos

[Apresentação da aluna e do mote de investigação da dissertação]

Aluna: A minha dissertação tem um conceito mais exploratório entre as técnicas de encaixe tradicionais da marcenaria e a inovação tecnológica. Neste momento estou a explorar algumas vertentes desta área, de modo a criar algumas técnicas de encaixe relativamente mais modernas, mas mantendo sempre o conceito tradicional. Estes foram alguns dos encaixes que eu fiz (aluna mostra esboços) em que a maioria são *Mortise and Tenon* e são encaixes que, por norma, mantêm a base das linhas retas, mas adicionam sempre alguma parte curva.

Designer Sérgio Lemos: Dos exemplos que me estás a mostrar, não consegues fazer isso numa CNC de apenas 3 eixos, tem que ser um robô que tem que ter 4 ou mais eixos, mas são casos exploratórios bastante interessantes.

Aluna: Estes encaixes ainda são apenas ideias, são alguns esboços que tenho andado a fazer de forma a conseguir compreender as juntas de encaixe tradicionais e as suas variações, no entanto pode existir a possibilidade de trabalhar numa CNC de 4 ou 5, ainda estou a verificar a possibilidade de realizar encaixes nessa CNC.

Designer Sérgio Lemos: Uma coisa que eu te queria dizer para primeiro fazeres essa reflexão, em relação ao formato ou ao sistema do encaixe geométrico em função porque um encaixe tem sempre uma função mecânica, de contrariar mecanicamente, de fazer uma ligação que contraria as forças mecânicas. Portanto, o tipo de encaixe é selecionado em função do desempenho que se pretende que a peça tenha naquela ligação e as forças que devem contrariar.

Aluna: Eu tenho feito esse estudo, tanto que na descrição da dissertação tenho essa parte, mas aqui, essa inovação e esse equilíbrio, não vêm propriamente do estudo do mobiliário em si. Eu não estou a pensar que eu vou fazer este encaixe para encaixar num determinado objeto, estou a explorar encaixes sem os associar a uma determinada peça porque o estudo baseia-se muito mais a nível estético e do equilíbrio entre a máquina e a marcenaria, compreendendo as vantagens de cada um, no caso da execução manual é

o conhecimento e a estética dos encaixes tradicionais. A questão é o que que a inovação pode acrescentar e como é que pode agregar valor à execução manual.

Designer Sérgio Lemos: Parece-me bem pegares nessa questão por aí porque repara se tu vais pegar nos encaixes, tens que te questionar qual é o teu critério, qual é a tua seleção, se tu vais pegar em determinados tipos de encaixe, por exemplo, se tu fores a cultura da marcenaria japonesa, tens encaixe lindíssimos e quem diz a marcenaria japonesa diz a marcenaria portuguesa.

Aluna: O critério que eu optei por escolher aqui foi, por pegar em toda a informação, até porque alguns livros os termos não eram coincidentes e então preocupei-me em selecionar os livros e os artigos em que informação e os termos eram iguais e optei por selecionar umas juntas de encaixe que são as mais utilizadas na marcenaria, no geral.

Designer Sérgio Lemos: Então já tens um critério definido e parece-me bem que tenhas seguido esse raciocínio. Como exemplo de marcenaria tens aqui a marcenaria portuguesa em que tu vais ler estes livros, atualmente, para procurares informação que depois agregas com artigos, mas tens que pensar que estes livros ou a maior parte destes livros, eram uma guia para os marceneiros mais antigos. E há essa questão profissional, as pessoas que iam para a parte prática estudavam por estes livros e se tu fores ver, aqui já existem uma série de ligações standardizadas que são aplicadas para uma determinada situação. Mas tu já tens um critério, tu definiste e encontraste na literatura que te ajudou a selecionar aquilo e agora tens a parte prática em que vais explorar essas tipologias numa dimensão laboratorial e vais experimentar e o quê que tu vais poder fazer com esta experimentação? Vais testar se funciona, se é muito difícil ou não de reproduzir, vais poder aferir isso.

Aluna: Um dos parâmetros do índice são os critérios de avaliação, que no caso é o design estético, o tempo de execução, o grau de dificuldade de execução e a precisão. Esta definição de critérios partiu do princípio da existência de limitações para realizar testes mecânicos.

Designer Sérgio Lemos: Já percebi o que me estás a dizer. Por exemplo, esta mesa fui eu que fiz, tem encaixes, tem ligações e eu consegui testar se ela é resistente, neste caso a

tua parte experimental tenha essa limitação. Mas, de alguma forma, consegues aferir se a espessura que tu dás, a ligação de uma peça com outra, é suficiente se é demasiado frágil. Uma coisa que se aprende com conhecimento empírico a trabalhar com madeira, é que 3 mm não é perceptível, mesmo no trabalho de maquinação em CNC de 5 eixos, se usares 3 mm há sempre uma margem de erro porque a madeira é um material que reage às oscilações térmicas e à humidade. Portanto, a madeira é um material poroso que em função da percentagem de humidade que existe no ar, ele vai crescer ou contrair e, portanto, essa característica faz com que a precisão não seja 100%, há sempre uma oscilação.

Aluna: O estudo aqui nessa parte define-se então nos critérios que lhe falei e aborda a estética e a nível de funcionalidade porque não há a possibilidade de compreender as resistências mecânicas do encaixe, no entanto o que fiz foi tentar perceber se ao aplicar força com a mão e a montar e desmontar os encaixes se eram encaixes viáveis ou se havia a possibilidade de se danificarem.

Designer Sérgio Lemos: Nós na Universidade da Madeira, quando eu estava lá a trabalhar, fizemos dois stands em que foi tudo produzido com máquinas de corte a laser e portanto, todas as peças encaixam umas nas outras e foi possível fazer ligações que fisicamente e estruturalmente eram resistentes. Neste projeto foi feita a numeração das peças e todas elas foram feitas com a modelação 3D.

Aluna: Na altura de perceber com que inovação tecnológica é que eu ia utilizar para fazer o estudo experimental, em conversa com o meu orientador, ele disse-me que não sabia até que ponto me podia interessar fazer os encaixes em corte a laser porque o corte em 2D não ia explorar as possibilidades como a CNC tem a capacidade de fazer.

Designer Sérgio Lemos: Pois, estas peças que vês aqui são feitas em 2D, que basicamente é um corte plano que depois se encaixam. Mas já percebi que não é isto que tu queres, este tipo de peças não se aplica ao teu estudo. Tu, no fundo, queres pegar em alguns encaixes tradicionais de marcenaria e perceber de que forma esse tipo de encaixe da marcenaria é próprio para móveis. Primeiro uma coisa que te pode ajudar é tu pensares se queres trabalhar exclusivamente com madeira maciça ou se queres trabalhar com aglomerados, só isso já faz uma grande diferença. Os aglomerados não têm intensidade,

não tem resistência para esse tipo de encaixe, quer dizer, até podem ter, mas precisa de ser um bom aglomerado.

Aluna: Eu quando estava a falar, no documento escrito, do ponto da madeira para realizar a parte experimental, as madeiras escolhidas foi a madeira de castanho, a de carvalho e a de pinho porque são mais utilizadas na marcenaria e a nível de derivados é o contraplacado porque também é um material utilizado nesta questão exploratória das inovações tecnológicas.

Designer Sérgio Lemos: Ok, segundo aquilo que tu me estás a descrever, a aplicação do trabalho, eu acho que é mais para uma marcenaria artística, que é uma coisa que hoje em dia até pode não parecer muito relevante porque as carpintarias modernas têm-se organizado em torno de uma lógica de aglomerados e por uma questão de sustentabilidade, porque os aglomerados são mais “sustentáveis” do que as madeiras, pelo menos para construir em escala. Numa área da carpintaria industrial, todas as indústrias de carpintaria portuguesa, têm-se todas organizado em torno dos aglomerados por uma questão de preço, por uma questão de economia e pela própria questão de sustentabilidade dos materiais, o que gasta em termos de matéria-prima e as árvores que tinham que ser abatidas para se conseguir construir uma obra com uma grande escala, se se pensasse em fazer aquilo como se fazia antigamente, não havia árvores suficientes, quer dizer, haver haveria mas era um desbaste enorme. Agora a maioria das madeiras vêm todas dos países nórdicos, eles têm florestas só para produzir abetos ou o pinho nórdico e quer dizer são florestas e florestas todas pensadas numa lógica industrial de preço e de quantidade, mas a nível de madeira de qualidade? Já não há pinho, nem castanho, nem carvalho para fazer este tipo de obras, é impensável, portanto é normal que as carpintarias que tu conheces da indústria portuguesa sejam quase todas especializadas nos aglomerados, nos contraplacados e nos USB. Nesse sentido, eu acho que o teu trabalho adequa-se mais a uma lógica de marcenaria fina, de marcenaria artística com um desenho altamente valorizado. Portanto acho que é importante, numa dissertação, começares a fechar, quanto mais quando fechar melhor, eu acho que faz mais sentido para o trabalho senão podes cair nestas coisas, isto é um mundo de possibilidades. Acho que não te deves desfocar daquilo que te estás a preparar para fazer que é pegar em peças da matéria-prima e maquiná-la numa CNC, portanto

pensa numa lógica de marcenaria fina, de marcenaria de luxo, feita com matérias-primas de alta qualidade. Isto para te dizer que acho que o que decidiste está bem, o carvalho, o castanho e o pinho enquanto madeiras principais.

Aluna: Eu para adquirir alguma informação sobre as madeiras vi um documentário da RTP que se chama “Madeira Prima” em que vários artesãos realizavam projetos a partir de vários tipos de madeira.

Designer Sérgio Lemos: Eu fiz parte de uma série chamada Criar.Pt da RTP em que abordava um dos projetos que fiz. Bem, mas em relação ao teu trabalho, essa seleção está bem assim porque é assim, o castanho e o carvalho são as matérias-primas da floresta portuguesa, da floresta do norte do país, aliás o norte do país era grande carvalhal e depois tínhamos nas zonas costeiras o pinheiro-bravo e depois da altura dos romanos introduziram o castanho porque tem uma vantagem maior a nível da fruta e a madeira também de excelente qualidade, portanto essas três madeiras que tu escolheste é o triângulo de ouro.

Aluna: Então, na sua opinião, o contraplacado pode abrir um mundo de opções que seria quase impossível de explorar?

Designer Sérgio Lemos: Eu acho o contraplacado um material incrível por acaso não tenho aqui nada feito em contraplacado porque é um material, na minha opinião, adequado para uma maquinação muito fina, muito precisa. É o material perfeito para maquinação, de CNC e isso. Acho que para o teu trabalho abre um mundo de possibilidades de experimentação que pode colidir ou não com o teu estudo, acho vai criar confusão, pode-te desfocar daquilo que é o teu objetivo de estudo ou talvez não, depende como gerires a informação e que material utilizares. O que que tu pretendes para o teu estudo? Que a maquinação substitua a marcenaria? Qual é o objetivo deste estudo?

Aluna: O que eu pretendo é criar um equilíbrio entre ambas as execuções, não descartar de forma nenhuma a marcenaria. Depois da entrevista que tive com o marceneiro fiquei a pensar e de facto é verdade, é que nada pode ser trocado ou substituído. O que eu quero é ver as vantagens de cada execução e complementar uma coisa à outra.

Designer Sérgio Lemos: Não tens de te preocupar com essa questão nem sequer deves colocá-la em cima da mesa. Eu tenho experiência em trabalhar com artesãos, por exemplo, no projeto de vime que eu fiz numa aldeia da Guarda chamada Gonçalo, onde existe uma grande tradição de trabalho manual feito em vime e foi um projeto reconhecido em que uma das peças foi selecionada para representar Portugal no Luxemburgo. Portanto estas comunidades artesanais estão numa fase digamos decrescente, em comparação com a quantidade de trabalho e de riqueza que conseguiam gerar está numa fase decrescente e, portanto, há sempre uma tendência em achar que a tecnologia, que a evolução tecnológica vai ser prejudicial, mas não, estas coisas fazem sentido existir e vão ser altamente valorizadas exatamente porque tem a imperfeição da mão humana.

Aluna: O marceneiro por acaso disse isso, que eu como se calhar não estou tão habituada a lidar com isto, posso não verificar tanto a diferença, no entanto há pessoas que reconhecem tanto o trabalho de mão de obra que eu lhe mostrasse um jogo que faço à mão e um jogo feito industrialmente, eles sabiam distinguir o que que era feito através do trabalho artesanal.

Designer Sérgio Lemos: Pronto, então estás a perceber? Mais uma razão para não trazes essa questão para o trabalho, acho mesmo que não deves trazer porque são coisas, são dimensões completamente diferentes. Uma coisa é isto (o trabalho manual) que tem que ser valorizado e deve ser preservado porque foi investido muito dinheiro para fazer estes projetos e, cada vez mais, tem que se valorizar para que esta arte não morra, que não deve morrer porque tem essas valências, têm essas vantagens de serem coisas imperfeitas feitas pela mão do homem e isso tem o seu valor. O que tu estás a trabalhar é uma coisa completamente diferente, tu estás a perceber de que forma se podem replicar alguns encaixes que têm boas características mecânicas, de resistência, de estética, etc. Como é que isso pode ser reproduzido sem interferência humana ou com o mínimo da interferência humana e isto são coisas completamente diferentes, podem as 2 coabitar e não há problema nenhum. E tens outro ponto que é existirem muitos disparates que se fazem no mercado, por exemplo uma empresa de vinhos que quer uma caixa feita com malhetes de cauda de andorinha e que quer que aquilo custe não sei

quantos tostões por caixa e vai tentar encontrar no mercado alguém que esteja disponível para fazer aquele trabalho sem sentido nenhum, isso é uma realidade que existe e vai continuar a existir e não vai desaparecer, acho é que não deves misturar isso com o teu trabalho, o teu trabalho é tu seleccionares, tu já disseste que encontraste elementos que te ajudaram a fazer uma seleção correta, consistente e pensada e também já seleciona estas matérias primas que, no meu ponto de vista, está corretíssimo e neste ponto, já tens tudo o que precisas, tens tudo pensado, tens tudo já estudado e está tudo a encaixar umas coisas nas outras, agora só tens que fazer a parte prática e tens que pensar que os resultados não vão ser quantitativos vão ser qualitativos. Quantos objetos de estudo são? Quantos encaixes vais testar?

Aluna: A nível de esboços tentei explorar o máximo possível as variações dos encaixes tradicionais já existentes, na parte prática vai ser entre 4 e 5 encaixes porque foi o que discuti com os meus professores, se eu me alargar na parte prática, não vou conseguir uma análise tão específica, nem uma conclusão tão viável

Designer Sérgio Lemos: Nesse sentido, eu acho que pode ser importante e ter um impacto maior, tu escolheres um número de ligações que seja versátil, ou seja, que permita um grande número de aplicações a nível da marcenaria. Mas tu já estudaste isso, não é? Tu já chegaste à conclusão desses encaixes e eu acho que esse estudo te vai permitir perceber se esses encaixes podem ou não ter muitas aplicações.

Aluna: Alguns dos encaixes que estudei como o Cauda de Andorinha ou o Furo e Espiga são encaixes que são estruturais e podem ser esteticamente apelativos, a Cauda de Andorinha, por exemplo, já tem uma imagem associada ao encaixe, que apesar de ser muito bom estruturalmente, não dá para explorar muitas opções porque senão estamos a alterar o encaixe daquilo que é a sua forma tradicional.

Designer Sérgio Lemos: Ok, já percebi o que me estás a querer dizer. Tu já conheces bastantes projetos que trabalham nessa área, não conheces? Segundo as possibilidades existentes no momento, tu vais trabalhar com uma CNC de 4 ou 5 eixos, mas tu sabes que há empresas que fazem só ferramentas para esse tipo de maquinaria? Ferramentas para facilitar a vida dos marceneiros modernos, não é dos marceneiros à moda antiga, são marceneiros que querem fazer esses encaixes bonitos e não tem essa destreza, não tem

essa certeza manual para fazer então recorrem a esse tipo de maquinação, a marcas de ferramentas que são próprias para facilitar esse tipo de trabalho, se fosse a ti pesquisava um pouco sobre isso. Quando é que estás a pensar começar a parte prática?

Aluna: Eu falo semanalmente com o meu orientador e, para além disso, nós temos as reuniões em conjunto com todos os professores para ter um feedback mais geral e, a próxima reunião que temos em conjunto é dia 12 de março e, dependendo das opiniões, penso que, pelo menos na terceira ou quarta semana de março porque a parte da discussão e da conclusão da minha dissertação vão depender da parte experimental.

Designer Sérgio Lemos: E quando é que tens que entregar ou quando é que pensas em entregar?

Aluna: Vou fazer de tudo para entregar na primeira fase, até 30 de junho. É assim, se conseguir realizar a parte prática e organizar tudo no documento e posteriormente, conseguir escrever a parte da discussão, nos primeiros dias de junho, já quero estar a conversar com o professor sobre os ajustes finais e as alterações que sejam necessárias fazer.

Designer Sérgio Lemos: Enquanto estavas a falar, eu estava aqui à procura da marca do exemplo em que te falei sobre as marcas que fabricam ferramentas. Nesta marca, eles fabricam jigs, os jigs são uma peça que se constrói para executar um furo ou um corte e, portanto, eles fazem jigs em impressoras 3D para facilitar o trabalho destes marceneiros mais modernos. Apesar de achar que é uma coisa um bocado fora do teu objeto de estudo, acho que pode ser algo que possas dar uma vista de olhos, apesar de achar que a tua parte experimental é mais interessante. Mas diz-me uma coisa, depois vais ter apoio para realizar essa parte prática?

Aluna: Sim, à partida, vou ser orientada pelo técnico que percebe mesmo do processo das CNC. Portanto sim, acho que vou ter um bom suporte para realizar os encaixes.

Designer Sérgio Lemos: Pronto, ainda bem que sim, acho importante teres esse acompanhamento até para compreenderes melhor o processo. Eu estava-me a lembrar de uma empresa, a WoodPeckers Tools, que fabricam acessórios para depois meter

nessas ferramentas tradicionais e quer dizer, não é uma coisa tão dependente, é entre aquilo que tu estavas a falar do marceneiro com quem falaste faz tudo manualmente e um intermédio entre esses mercenários e as CNC. Entre esses dois lados existem este tipo de empresas para que haja marceneiros que não precisem de ter aquela destreza porque estas ferramentas são pensadas para isso. Com isto, eu acho que é importante tu tentares perceber esta lógica de que, às vezes, entre o marceneiro e a CNC de 4 ou 5 eixos, há um mundo de possibilidades.

Aluna: Eu vou ver então o que me sugeriu e também tentar compreender um pouco os processos e o porquê da necessidade da existência dessas empresas, mesmo que seja só por conhecimento e que acabe por não utilizar na dissertação.

Designer Sérgio Lemos: Pronto Bruna, acho que estás orientada, no teu lugar não estaria muito preocupado. Agora, foi o que eu te disse, acho que a parte mais perigosa do trabalho é essa dualidade entre o tradicional e o moderno, que não é um confronto, no meu ponto de vista, são dimensões diferentes, são coisas diferentes e acho que não deves entrar por aí, acho que deves, no teu estudo, pensar no que que ambas têm de bom e como é que se pode utilizar isso ao mesmo tempo. Voltando ao exemplo que te dei do projeto da Universidade da Madeira, a inovação tecnológica permitiu coisas que antigamente não era possível, agora tu, no teu trabalho, que tem um pouco essa natureza, tu vais olhar para a evolução tecnológica, para aquilo que a tecnologia de ponta atualmente permite e vai-se aferir se essa tecnologia de ponta permite replicar aquilo que eram as ligações tradicionais da marcenaria tradicional com uma elevada qualidade estética e precisão. Na minha opinião, tu tens tudo bem direcionado e se fosse a ti continuava com a tua lógica de pesquisa.

Aluna: Ok Sérgio, irei continuar assim. Antes de mais só lhe quero agradecer os conselhos e a disponibilidade para me ajudar neste processo. Obrigada.

Designer Sérgio Lemos: Espero que corra tudo bem. Obrigada.

Anexo F – Entrevista ao Designer Rui Alves

[Apresentação da aluna e do mote da investigação da dissertação]

Aluna: A minha dissertação é uma dissertação com parte prática, com um estudo experimental acerca dos encaixes na marcenaria, em que vou fazer um estudo entre a execução manual e a execução mecanizada através de uma CNC de forma a perceber como é todos os campos se interligam sem nenhum se anular. Cada uma das execuções da sua forma consegue agregar-se à outra sem que nenhuma anule a outra, muito pelo contrário, de tudo o que eu já estudei até agora nada vai substituir nada.

Designer Rui Alves: Seria negar uma realidade em que não se coloca e nenhuma anula a outra porque não se coloca porque são campos completamente diferentes e cada um deles tem mercados completamente diferentes, esses mercados a dimensão deles é completamente diferente e depois a marcenaria tradicional, ou seja, os encaixes tradicionais é um nicho muito específico da marcenaria. Dentro da marcenaria tradicional existem vários níveis de execução, existem vários tipos de encaixes, a natureza deles e o que é que cada um deles pressupõe na sua utilização e depois temos a execução através de CNC ou não, dependendo do tipo de estudo que tenhas porque existe todo um processo que também não é manual existe um manual 100% tradicional, tens um manual mas que recorre a ferramentas mecânicas, digamos assim ou as elétricas e vamos falar das elétricas porque também existem ferramentas mecânicas que não são elétricas e são coisas completamente diferentes, tudo isto é diferente mas se estás só a falar das CNC, já compreendi o teu ponto.

Aluna: Isto tudo porque antes de eu falar da introdução das inovações tecnológicas e dar alguns exemplos até na máquina de corte a laser e assim, por opção e em conversa com os meus professores, o tipo de estudo que eu queria fazer dos encaixes era algo que se enquadrava nas máquinas CNC e a chegou a existir a possibilidade também, com um estudo um pouco mais avançado nessa parte de estudar a introdução também das impressoras 3D nesse sentido, só que tendo em conta o tempo para realizar a proposta, as diversas opiniões de outros designers e a opinião do marceneiro, que é com quem eu estou a trabalhar, eu percebi com todo tipo de conversas que tive, que quem gosta de trabalhar a madeira, gosta porque é um bom material de trabalhar, é um material que

possibilita diversos tipos de design e vários tipos de encaixe e aqui a introdução das máquinas 3D estava a tirar um bocado esse foco à minha dissertação. Então foi preferível, só pegar mesmo nas CNC e focar mesmo no objetivo que era para ser estudado do que estás a pegar na introdução das impressões 3D e acabar por confundir e enrolar, de certa forma o assunto porque já ia ofuscar a madeira como material principal.

Designer Rui Alves: É assim, eu falo por mim, mas regra geral nós temos vários tipos de encaixes, temos os encaixes que são meramente estruturais, são só aqueles encaixes que podem ser visíveis ou ocultos, que são aqueles encaixes que são pensados precisamente para a construção da estrutura da peça, uma peça de mobiliário, uma peça de arquitetura. Não sei se estás a também a abordar o tema na arquitetura, mas pela conversa suponho que não, portanto tens esses encaixes e depois tens aqueles encaixes que são estruturais, mas onde ao longo dos tempos os profissionais, os marceneiros ou mesmo os designers projetistas, mas numa primeira fase, os marceneiros, aproveitavam o facto de alguns encaixes, algumas partes de encaixe terem que ser visíveis, eles aproveitaram essa visibilidade dos encaixes como elemento estético. Tens também encaixes que são pensados, meramente por uma questão estética em que, muitos deles, são falsos encaixes, ou seja, estruturalmente, eles não fazem absolutamente nada mas criamos a ilusão de que estão ali e que têm uma função e depois tens elementos decorativos que não se encaixes, eu sei que não é isso que estás a estudar mas são outro género de encaixes que não deixam de ser embutidos, ou seja, não deixam de ser encaixes, são peças de madeira que se encaixam umas nas outras, em que, por vezes, são só folha ou pode não ser só folha, mas são meramente decorativos. E estes diferentes tipos de encaixe, trazem com eles um maior ou menor custo final da peça porque exigem uma mão de obra mais especializada, determinados tipos de encaixe exigem mesma mão de obra mais especializada e portanto, as CNC, o uso das CNC trazem esses pensamentos e eu dou-te um exemplo do meu avô que foi um carpinteiro assim daqueles extraordinários mesmo, foi uma pessoa que eu conheci que melhor trabalhava a madeira, além de todo o conhecimento que tinha da madeira, as suas características, as suas funções e nunca trabalhou com uma ferramenta elétrica, por exemplo, o meu avô nunca ligou um berbequim, era tudo 100% manual mas tinha ferramentas mecânicas, ou seja, tinha ferramentas, tinha berbequins manuais portanto eram mecânicas mas não eram elétricas. Eu conheci pessoa que trabalham com um misto de ferramentas manuais

e ferramentas mecânicas, simples ferramentas mecânicas e que são pessoas que dominam os detalhes de uma forma quase mágica, eu conheci um nome do rapaz no Japão, ele por exemplo, atualmente, é daquelas pessoas que eu tive de conhecer que mais domina a técnica, ele inventa e reinventa e ele é conhecedor de toda a técnica de encaixes, é o TAKUROUSEINO, ele tem centenas de milhares de encaixes que ele inventa e reinventa e vais ver que ele usa ferramentas quer manuais quer elétricas. Eu nos últimos anos tenho trabalhado praticamente 100% para o Japão e eles muito bons na arte do encaixe, tradicionalmente eles usam muito os encaixes, curiosamente, muitos deles as pessoas julgam e eu também julgava que eram utilizados como elemento decorativo, mas não, são elementos na construção e eles têm uma explicação lógica porque constroem e encaixam assim e também têm muito essa parte mais estética dos encaixes. As CNC fazem tudo, só que têm um problema, as CNC nos encaixes é que existe uma limitação nobre que é uma limitação, muitas vezes, das ferramentas porque são necessárias ferramentas específicas para determinados encaixes e o problema é o custo, não da máquina, quando eu falo da ferramenta falo da fresa que está literalmente de fazer o trabalho.

Aluna: Deixe-me só dar-lhe um contexto acerca do meu estudo. Eu não vou trabalhar numa CNC normal dos 3 eixos, à partida, vou trabalhar numa CNC mais pequena de 4 ou 5 eixos, se não estou em erro.

Designer Rui Alves: Pronto e depois existe essa limitação também, muitas vezes nós não temos acesso a máquinas CNC que nos coloquem ou que nos alarguem, que nos conseguem abrir a possibilidade de execução de determinados encaixes. Portanto, quanto mais eixos tem, melhor. Por outro lado, quantos mais eixos têm mais cara é a produção, portanto existe aqui sempre um equilíbrio que é difícil de conseguir. Eu não sei mas por exemplo, existem 3/5/8 eixos nas várias CNC, eu trabalhei no Japão com uma CNC de 8 eixos e literalmente ela consegue fazer tudo mas existem alguns encaixes que tens zonas negativas ou neutras, ou seja, são zonas onde a ferramenta não chega porque não consegue abrir lá caminhos e existe uma necessidade que apenas as nossas mãos conseguem fazer, ou seja, porque quer na rotação da peça, quer colocar a peça em determinadas posições, mas isso vamos entrar já num domínio de encaixes que são muito específicos e complexos, que são quase que caprichos de quem executa ou de

quem projetou. Mas regra geral existe a possibilidade, portanto, atualmente, nós não temos limitações nesse sentido. Portanto, as CNC conseguem fazer muitas vezes os encaixes e melhores, a limitação às vezes passa por aí, eu não sei se o teu estudo aborda essa questão de custo produção e isso aí disparam muitas das vezes, o preço das peças.

Aluna: Não, eu não abordo essa questão porque para eu por trás tive a parte da marcenaria japonesa, para começar este estudo, mesmo os professores foram impecáveis comigo porque nesse sentido também me ajudaram, mesmo com livros sobre todo esse tema e aqui, os encaixes que eu ia bordar seriam os mais utilizados tanto conforme a visão do marceneiro como aquilo que eu lia nos livros. Só que para criar esse equilíbrio tanto na parte manual como na parte mecanizada, existiram uns critérios de avaliação de design que basicamente serviram de base porque como eu não tinha, na faculdade, vertente nenhuma para avaliar a parte mecânica dos encaixes, se são resistentes ou se não, foram criados aos critérios que se guiavam mais pelo lado estético do estudo porque foi como os meus professores me disseram, se eu entrasse pelo lado mecânico já ia estar a entrar num campo em que podes estar a desviar o foco do tema porque não sabes o que que pode surgir como subtema daqui para a frente.

Designer Rui Alves: Existem aí várias questões porque existe uma subjetividade relativamente aos marceneiros e que não existe relativamente às CNC porque tu tens bons marceneiros e tens marceneiros menos bons, o que que eu quero dizer com isso? Tens marceneiros que não têm as competências naturais, as técnicas, o que é como tudo porque também quando existem pilotos de automóveis bons e existem pilotos que são de outro planeta e, no entanto, ambos conduzem o mesmo carro, se déssemos o mesmo carro a um piloto, por exemplo, de F1, ambos conduzem o mesmo carro mas porque é que um não dá a mínima hipótese ao outro, não é? A resposta é porque existem competências e capacidades de um que o outro não tem. Os marceneiros é exatamente a mesma coisa, eu conheço marceneiros e conheço marceneiros que estão num campeonato completamente diferente. A CNC, à partida, é uma máquina que depois de ser programada, existir um bom programa, existe todo o trabalho por trás que é, praticamente, igual. Todas as CNC conseguem executar o mesmo programa de forma exatamente igual, vamos partir do princípio de que o programa está bem feito e que as ferramentas que vão ser operadas, que vão ser utilizadas são boas ferramentas e por aí

adiante. No marceneiro já é diferente, o marceneiro tem capacidades que foram desenvolvidas ao longo de anos, por isso é que o marceneiro demora muito tempo a ser um bom marceneiro e depois há pequenas coisas que nós não pensamos e que fazem a diferença, portanto não é só manusear a ferramenta, mas é também a manutenção da ferramenta, a forma como a ferramenta está afiada, a adequação da ferramenta à madeira que vai ser trabalhada, existem muitos aspetos a ter em consideração. Eu aprendi muita coisa nos últimos anos no Japão, já sabia por uma questão familiar do meu pai e do meu avô, ambos foram marceneiros e eu ouvi-o e o meu avô a falar disso e ouço meu pai a falar da importância de como é que as ferramentas estão afiadas, ou seja, depois aqui entramos já num pequeno problema, isto pode parecer uma coisa sem sentido mas eu agora no Japão nos últimos anos tenho aprendido isso, se vires e se leres acerca disso, os japoneses têm a importância das ferramentas, os formões, as plainas, as garlopas portanto tudo isso para eles tem que estar perfeito porque para eles, as ferramentas têm que ser de um grau de precisão exatamente igual ao grau de precisão de uma CNC. Se tu reparares os marceneiros japoneses, eles passam anos só a aperfeiçoar a técnica de manutenção da ferramenta e eles levam isso muito a sério porque é aí que está a diferença, muitas das vezes, a diferença de um resultado de um encaixe bem feito, de um encaixe mal feito ou feito de uma forma incrível e essa é uma das diferenças porque uma CNC à partida se tivermos uma boa CNC e à partida estamos a falar de uma boa CNC que tenha um grau de precisão incrível, à partida a execução vai ser boa porque aquilo é um programa que depois corre durante uns minutos e faz essa peça acontecer. Portanto, outra competência que a CNC não tem relativamente ao marceneiro é a escolha da madeira porque quem a coloca em cima da CNC tem que ser alguém com conhecimento para ter em atenção a orientação da fibra da madeira, o tipo da madeira e depois há encaixes que não resultam tão bem e há madeiras puras e simplesmente não resultam com certas tipologias de encaixe e portanto há todo um conjunto de coisas que a CNC por si só não pensa, temos todo um conjunto de competências que são dos marceneiros, quando estamos a falar de um marceneiro que seja realmente um marceneiro e nós cá em Portugal, em muitos países pensamos que toda a gente é marceneiro mas por exemplo, no Japão, eles têm graus e têm níveis de competências que eles levam muito a sério, eles entendem que tem que se levam anos a chegar a esse conhecimento. Existe todo um outro conjunto de coisas, no Japão

muito da construção no Japão quer da arquitetura mas também quer de algum equipamento, tradicionalmente, eles não usavam nenhuma substância de aglutinadora ou seja colas e resinas eles não utilizavam e o grau de precisão por exemplo de muitos encaixes que se vê na marcenaria, na carpintaria e na arquitetura no Japão parte desse princípio, ou seja, o próprio encaixe deveria ou deverá manter a integridade ou garantir a integridade da estrutura ou do conjunto que muitas vezes, nós, no mobiliário, por exemplo o encaixe é executado porque temos a garantia que depois existe algo que pode segurar o conjunto, ou cola ou uma é uma ferragem qualquer. Agora voltando um bocadinho atrás também existem, na questão dos encaixes, muitos deles que são encaixes que ocultam muitas vezes um parafuso ou outro sistema de fixação. Portanto, eu percebo o teu estudo e é pertinente, é um estudo pertinente, o que eu tinha falado há pouco de que se tu vais entrar no campo de custo de produção por que ter um quer outro são temas complexos, porquê? Porque o encaixe feito por um marceneiro, obrigatoriamente, uma peça fica mais dispendiosa porque leva muito mais tempo, mas numa CNC praticamente é o mesmo, se for um encaixe normal que fazemos com a função de estrutura, é um encaixe que é habitual portanto já entra quase nas contas ou no cálculo de qualquer produção de qualquer peça, se nós queremos um tipo de encaixe que é muito mais personalizado, que é muito mais pessoal porque nós o queremos assim pode provocar um aumento de custo de produção, no caso, não é pode, é provoca certeza absoluta porque existe um trabalho, existe um custo de CNC porque a CNC tem um custo/hora e esse custo, quanto mais complexidade existir mais vai aumentar o custo da peça. Eu percebo o que os professores dizem porque, de facto, seria entrar num campo minado em que qualquer altura podias pisar uma mina e a tua dissertação podia ficar comprometida, a não ser que tirasse conclusões muito pessoais e muito precipitadas, caso contrário podias abordar esse tema sem qualquer problema, só depois é um processo muito complicado e seria sempre um estudo que irias fazer muito complexo porque depois terias que entrar no domínio da marca, o que é que existe de marcas e de mercados, o que que cada mercado porque há mercados que querem pagar por isso, querem pagar essa distinção que se faz e porque é que um produto é distinto do outro mas depois normalmente esses mercados não estão muito ligados aos mercado CNC. Eu Não sei se tu estás a chegar a esse ponto de que as CNC só fazem uma parte do trabalho, o restante trabalho é todo manual ou abordas apenas a execução do encaixe e não a

finalização da perda de encaixe enquanto parte da peça também não sei se estás a abordar isso.

Aluna: Foi o que os meus professores me disseram, se eu fosse fazer projeto, eu podia abordar as peças como um todo e os encaixes como um todo, mas uma vez que eu estou só mesmo a fazer um estudo, eu estou só a fazer o encaixe em si supondo que ele pode ser utilizado em mobiliário pequeno e em mobiliário grande, em peças de mobiliário estrutural já como na marcenaria tradicional manual e estou a entrar um bocadinho por aí, mas só mesmo no estudo dos encaixes.

Designer Rui Alves: Há um livro que não sei se os seus professores te recomendaram, apesar de ser mais arquitetura que se chama “The Art of Japanese Joinery” que é quase um clássico não é que pode ser interessante, portanto lá vês muito isso, mas bom era ter feito era fazeres uma viagem no Japão e se tens esse gosto porque não um dia pensares nisso. No caso do teu estudo, não há muito receio, eu não vejo muito receio em tu abordares este tema porque realmente é interessante perceberes qual o grau de manualidade que tu estás a colocar no confronto com a CNC, essa é a parte mais difícil que eu teria a compreender do teu estudo porque que existem encaixes que são tal forma complexos e o grau de complexidade deles quase que os coloca numa categoria que só podem ser executados de forma manual. Eu não sei que dois extremos é que estás a pôr em comparação, mas parece-me um estudo muito interessante.

Aluna: Por exemplo, eu de tarde vou trabalhar a parte manual com o marceneiro mas lá está, este estudo, enquanto dissertação também tem as suas limitações e o que eu tinha pensado seria fazer 4 encaixe tradicionais que são a Cauda de Andorinha, o Furo e Espiga, o de Sobreposição e o de Macho e Fêmea e pronto vão ser esses quatro encaixes no que diz respeito à execução manual, a nível tradicional e para a parte da mecanização, eu tinha comentado com alguns dos meus professores que eu tenho 2 opções ou eu faço os mesmos encaixes na CNC e vejo uma coisa e outra ou eu desenho e pego nos encaixes tradicionais e em algumas variações e começo a pensar como é que eu posso, de certa forma como é que posso, de certa forma, arredondar certas partes do encaixe e perceber como é que a CNC pode fazer isso e qual seria o grau de dificuldade do marceneiro de replicar essa parte mais arredondada no encaixe. Basicamente o que eu fiz para a parte

mecanizada foi estudar algumas das variações, como já existem bastantes variações desses mesmos encaixes, foi compreender como é que eu podia tornar as partes dos encaixes mais orgânicas, com formas mais arredondadas, não tão retas. Foi por aí que comecei o estudo da execução para a parte mecanizada com a CNC.

Designer Rui Alves: Sim, compreendi. Por aquilo que ouvi assim muito rápido, consegues fazer quer de uma forma quer de outra, é uma questão de execução até mesmo na CNC. Não sei se estás a ter dificuldades com o estudo ou com a dissertação, há algo que eu possa ajudar a esclarecer?

Aluna: Não é que se esteja a ser muita dificuldade na prática por acaso, no geral, os professores estão a dar um bom suporte nisso mas sinto que na parte teórica existe mais dificuldade porque para esta parte teórica eu falei com o professor e designer Sérgio Lemos e com o designer Gonçalo Campos e depois tenho também a opinião do marceneiro e curiosamente uma das coisas que ele também me disse foi que, ele também tem origem de marceneiros e artesãos e mesmo ele diz que hoje em dia, os marceneiros não sabem afiar as próprias ferramentas e eu agora quando você está a falar eu lembrei-me dele ter dito isso e muitas vezes, o que sabe, nem direito sabe.

Designer Rui Alves: É mesmo muito complicado, na marcenaria pode ser complexo as pessoas ouvirem uma coisa destas, mas se nós pusermos noutra campo as pessoas já percebem. Por exemplo, um bom mecânico de automóveis não pode ser bom mecânico se não souber afinar um carro, se ouvir um motor de um carro e não perceber ou se não conseguir afinar não é um bom mecânico e um marceneiro é exatamente a mesma coisa, um marceneiro executa e o trabalho do marceneiro, 50% do trabalho é a forma com uma ferramenta está apta para executar o trabalho e é muito complexo. Eu tenho 48 anos e meu avô faleceu com 97 e até ao último dia de vida, a vida dele foi Madeira, o meu avô foi carpinteiro e marceneiro cá, ele trabalhou para grandes arquitetos portugueses na altura de quando o modernismo aparece em Portugal, o meu avô fez grandes obras, obras do Raul Lino e de outros arquitetos e depois fui trabalhar para África durante 13 anos portanto o meu avô tinham conhecimentos de madeiras como eu nunca conheci até hoje, quer das nossas madeiras europeias, as nossas madeiras autóctones portuguesas, as nossas espécies e depois também as exóticas africanas e trabalhou também com outras

madeiras exóticas brasileiras. O meu pai é de outra geração completamente diferente, começou a trabalhar aos 14 anos como se começava infelizmente naquela altura a trabalhar e o meu pai trabalhou sempre até aos 70 anos nas madeiras e ainda hoje é ele que me ajuda a fazer os protótipos porque eu tenho uma pequena oficina onde eu faço os meus protótipos e ele que me ajuda. E isto para dizer o quê? Quer o meu avô, quer o meu pai, essa parte da manutenção das ferramentas e agora não vou falar das elétricas, vou falar só das manuais para estarmos a falar sobre o processo manual, era algo que era feito diariamente, quer um quer outro diziam sempre, todos os dias, da importância da questão de uma ferramenta afiada, em que a primeira execução é muito mais precisa e muito mais segura por que não coloca em perigo a própria execução quando estamos a fazer qualquer coisa e é o que garante a precisão de um trabalho no final ficar bem feito e portanto um marceneiro tem que dominar essa parte para depois poder dominar a outra, por exemplo o grau de precisão de um corte com uma ferramenta manual só é conseguida se a ferramenta cortar muito bem. Nas ferramentas mecânicas elétricas e nas CNC é a mesma coisa portanto uma CNC se tiver uma cabeça de corte ou a fresa se estiver em mau estado ou se não for boa o trabalho é horrível mesmo, a madeira vai ficar toda queimada portanto há o perigo da madeira partir e portanto há coisas que são comuns não é uma CNC não é por ser uma ferramenta de controle numérico que o trabalho é, obrigatoriamente, bom, que o resultado é obrigatoriamente bom, não é, pode ser muito mau. Portanto existe essa preocupação quer num lado quer no outro e quando tu fazes o teu estudo e quando nós estamos aqui a falar, partimos sempre do princípio quer num extremo quer no outro, estamos a trabalhar com as condições ideais, por isso é que eu digo quando estás a falar de um marceneiro, eu parto do princípio que estás a falar é um excelente marceneiro, um excelente profissional com anos e anos de experiência ou mesmo que sejam poucos anos que domina a arte porque depois também entras num campo que é complexo que é dentro da marcenaria ou das competências do marceneiro, tu estás a estudar aquelas que são mais complexas que são os encaixes porque existem marceneiros que fazem apenas acabamentos e se tu fores a uma marcenaria, existe todo um conjunto de marceneiros dentro de uma de uma fábrica em que todos eles se designam por marceneiros mas depois há competências diferentes ao longo da cadeia de produção, há marceneiros que só fazem o acabamento e atenção porque fazem o acabamento de forma competente como o raspar, o lixar ou seja dar um acabamento

mais final mas se tu lhes pedires para eles fazerem um encaixe muito simples, eles já não conseguem fazer ou podem fazer mas fazem porque viram a fazer mas não é a área deles no entanto não deixam de ser todos marceneiros, se alguém lhes perguntar, eles dizem são marceneiros portanto eu parto do princípio que o teu estudo confronta duas extremos, duas realidades diferentes mas realidades com boas competências, com boas CNC e bons programas.

Aluna: A nível da teoria do processo torna-se tudo um bocado claro porque existe sempre a visão do marceneiro o que me levou e até foi o que fez com que o professor de Dirk a sugerir que eu falasse com os designers foi sempre compreender, ou seja, nós estamos a ver como é que é feito o encaixe ou produto que leva o encaixe mas como é que os designers optaram por fazer isso ou optam por utilizar madeiras boas ou que tipos de Madeira, nos seus trabalhos e o porquê de haver essa utilização no caso e foi quando o meu professor, na altura, me sugeriu falar com o Rui, essa sugestão foi exatamente por isso, pelo Rui ter estas bases de marcenaria e se calhar me ajudar a compreender melhor o porquê de certas opções e como é que isso funciona, como é que a madeira como material base, entra aqui no seu trabalho, no dia a dia e porquê certas escolhas. Gostava que me explicasse um bocadinho do seu ponto de vista e do seu dia-a-dia na área do design.

Designer Rui Alves: Então é assim, existem escolhas que podem ser pessoais, mas 90% dos casos não são pessoais. Não são pessoais porque são escolhas lógicas na atualidade porque como tu sabes, existe agora uma legislação agora que é fortíssima na proveniência das madeiras, em que as madeiras têm que ser certificadas, já cá em Portugal isso é feito assim e ainda bem, estamos na União Europeia portanto somos obrigados a seguir esse caminho e normalmente existem 4 ou 5 espécies de madeiras que provém de produção, que são árvores que são produzidas e é como se fosse uma produção qualquer agrícola mas neste caso é florestal, são espécies de madeira que vêm de produções certificadas, a cerejeira, a Nogueira, o Carvalho, o Freixo e pronto depois temos outras espécies e portanto nós somos quase que obrigados a utilizar estas espécies sendo que hoje em dia existe uma única madeira que nós consideramos mais nobre do que as outras dentro de todo o mercado português de peças de madeiras que é a Nogueira e depois tens outras madeiras que entram esporadicamente em pequenas produções,

normalmente as marcas olha para elas como edições limitadas para celebrar uma data qualquer e que entram mas são de stocks que já existiam que as marcas tinham, são madeiras que atualmente são complexas ou praticamente impossíveis de arranjar no mercado normal. Portanto, essa escolha é feita em 99% dos casos pelo próprio mercado e pela própria marca que com quem tu trabalhas, depois pode haver uma sugestão tua, dentro de um projeto que normalmente temos o Carvalho, o Freixo e a Nogueira, vamos imaginar estas 3 porque normalmente estão sempre presentes e depois tu podes propor por exemplo uma terceira madeira que, de facto, queiras fazer uma produção mais limitada, queiras oferecer aquilo para um pequeno nicho de mercado e propõe à marca. Os encaixes depois entram com o teu cunho pessoal e pode entrar naquele momento em que tu consegues negociar com a marca o custo que está previsto de uma peça ter no mercado e tu consegues um determinado encaixe porque achas que pode ser interessante lá ter e consegues controlar a produção e o custo de produção ou não consegues controlar e tens que fugir fora daquele intervalo de produção mas consegues convencer a marca de que aquilo vai fazer a diferença e ao fazer a diferença, a marca consegue que o custo da peça no mercado consiga ser ligeiramente mais alto. Normalmente, os encaixes são encaixes e são detalhes que são visíveis e que distinguem a peça de outra qualquer com quem ela vai concorrer. Depois existem casos de encaixe que são muito particulares, são quase que pequenos prazeres que tu tens e que depois o cliente pode ter ao manusear a peça. Por exemplo, eu fiz um cabide que foi lançado 2020 se tu tiveres oportunidade de ver, cá Portugal não se vendo portanto será muito difícil, ele tem um encaixe cónico que é o que os postos verticais fazem a entrar na base e esse encaixe é muito curioso porque é um encaixe cónico, entra na base e depois tem um parafuso, o cliente em casa vai apertando e quanto mais aperta, mais esse encaixe cónico é forçado a entrar nessa cavidade cónica, quanto mais apertas mais seguro fica, uma vez que não existe cola, ele é todo desmontável e portanto, isso alterou o custo mas depois houve foi contrabalançado com o facto de que a peça poder ser transportada dentro de uma caixa e depois um único encaixe, tu consegues segurar 3 peças diferentes portanto aí entra o teu trabalho de inventar um encaixe ou utilizar um encaixe que podia ser utilizado noutra situação qualquer, noutra questão qualquer e utilizá-la e, curiosamente, este encaixe era mais lógico ser visível em peças de metal em mecânica, por exemplo, são encaixes cónicos que não são visíveis em madeira mas são visíveis em peças mais da

área da engenharia mecânica em que essa forma cônica e das peças encaixadas, vêis isso porque, curiosamente, foi daí que eu fui buscar a ideia, não sei se já viste um berbequim a cabeça de berbequim onde se encaixa a broca, essas cabeças são substituíveis e se tu retirares essa peça mesmo dos berbequins de coluna, eles são de cónicos e o facto de ser cónicos é que, quanto mais tu apertas, como ele é cónico está mais fido e eu na altura estava a tentar resolver aquele problema e estava lá no Japão e tinha lá uma dessas peças de furar a coluna, aquilo tem um nome técnico e estávamos lá na fábrica e eu vi uma peça e pensei assim “olha está aqui a solução” e depois tive que convencê-los e lá está porque aquilo tinha que ser o furo que podia ser um furo vertical simples, a CNC tem que o fazer cónico, ou seja, tem que fazer um movimento cónico para fazer aquilo mas é só mais uns segundos de máquina e acrescenta pouco ao custo da peça, portanto nós tentamos resolver essas questões mas temos que ter sempre atenção que é madeira, se é possível fazer, como é que a madeira vai reagir e que tipo de madeira mas passa por aí, passa por esse trabalho, por esse estudo.

Aluna: Eu acho, sinceramente, que foi mesmo muito completo em tudo o que disse até agora, eu tinha uma lista de perguntas e já fui cortando porque já fomos falando sobre isso. A última questão é mais a nível pessoal e, tendo em conta o vasto conhecimento que tem, acha que os encaixes tradicionais têm sido, de alguma forma, reinterpretados no design atual? Ou seja, aqueles que eram os encaixes de antigamente, que eram utilizados tanto na parte da marcenaria, da arquitetura japonesa e aquele que eles são, para aquilo que eles são utilizados atualmente, acha que eles têm sido reinterpretados, de certa forma até mais a nível estético e se calhar não tão funcional?

Designer Rui Alves: É mais uma apropriação estética eu acho mesmo que é apropriação porque a necessidade, a evolução que existiu no universo das ferragens e no universo, por exemplo, das colas e de outros materiais sintéticos, a necessidade não é tão grande. Eu ando a ler um livro de designer dinamarquês que eu já conhecia há muito tempo mas conhecia apenas algumas peças dele, ele fez pouquíssimo mobiliário, fez só pequenos objetos decorativos e funcionais, ele na altura trabalhava como se trabalhava muito nos anos 50 e 60 com Teca e a Teca tinha uma particularidade que era o óleo, é uma madeira muito oleosa por isso é que também existe o óleo de Teca que é muito para impermeabilizar mobiliário exterior e ele fez peças em Teca que eram pequenas tiras de

teca que eram coladas umas às outras e depois a partir dali faziam objetos e aí estava o problema dele na altura, a forma de colar a teca por ser uma madeira muito oleosa e as colas não eram o que são agora e então, ele tinha dificuldade em colar e de manter a integridade do conjunto das peças em Teca porque ela é uma madeira muito oleosa. Atualmente isso não se coloca, hoje já existem, dentro das colas de maneira que nós achamos que é apenas uma, existem centenas de tipos de colas de madeira para determinados tipos de madeira e, portanto, o que é que eu quero dizer com isto? É que agora os encaixes são uma apropriação estética porque a nível de estrutura, nós conseguimos manter e conseguimos garantir isso e pronto, hoje em dia, valorizamos cada vez mais a questão estética e ainda bem que o fazemos porque é mais um elemento que temos para tornarmos a peça mais interessante para além de funcional. Pronto, eu acho que é uma apropriação que nós fazemos e que não nos passa pela cabeça acharmos que que somos os donos daquele pormenor porque não somos não é porque ao longo dos tempos a necessidade fez com que todos os marceneiros fossem inventando, reinventando e reinterpretando os encaixes e trazendo uns da arquitetura para o mobiliário, outros do mobiliário para a arquitetura percebendo que há campos de estudo que são extraordinários porque tens um universo que é absolutamente rico e eu lindíssimo que é a construção naval. A construção naval é uma coisa incrível, lá está, a construção naval mais tradicional, antiga e depois se fores ver a portuguesa, a europeia, a nórdica com os vikings, se fores ver a oriental com os barcos chineses e outros tipos de embarcações japonesas e indonésias e em todos os locais do mundo e eu tenho andado muito por esses lados agora e de repente tenho contato com essas questões a apercebo-me que todos eles eram funcionais à partida, na estrutura da construção naval eram funcionais, era para garantir a rigidez e a integridade da estrutura. Depois, muitos deles, também passaram para a parte estética e tu vês muito isso em alguns barcos e veleiros mais recentes, do século passado, mas já nos anos 30 e depois tu vês a forma como eram construídos e eram de uma beleza incrível. Existem muitos casos onde os detalhes são lindíssimos desde a tanoaria até a construção naval, tu fazias uma dissertação apenas a falar do encaixe da madeira e nem precisavas de ir só à marcenaria. Onde tudo encaixa é aqui porque em todos eles estamos a falar da madeira e a função do objeto que tu estás a fazer e são funções diferentes, mas o material é o mesmo, as características são as mesmas e pronto é isso, é o facto de tu olhares para os encaixes da tanoaria e

compreenderes como é que eles são diferentes e interessantes. E pronto, para nós designers isto é extraordinário e é um universo lindíssimo, portanto terias aí uma tese gigante a falar apenas em encaixes de madeira independentemente onde eles são feitos, quer seja na construção naval, na arquitetura, no mobiliário íamos por aí fora, mas concluindo, acho o teu tema muito interessante para um estudo académico.

Aluna: Muito obrigada pela sua disponibilidade e colaboração.