

Ana Carolina Gomes

***KERF BENDING: TÉCNICA DE FLEXÃO DE MADEIRA
APLICADA AO MOBILIÁRIO***

Projeto de Conclusão de Curso
submetido ao Curso de Graduação da
Universidade Federal de Santa
Catarina para a obtenção do Grau de
Bacharel em Design.

Orientadora: Profa. Dra. Regiane
Trevisan Pupo

Florianópolis
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária
da UFSC.

A ficha de identificação é elaborada pelo próprio autor
Maiores informações em:
<http://portalbu.ufsc.br/ficha>

Ana Carolina Gomes

***KERF BENDING: TÉCNICA DE FLEXÃO DE MADEIRA
APLICADA AO MOBILIÁRIO***

Este Projeto de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Design, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Design da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 09 de novembro de 2017.

Professora Marília Matos Gonçalves, Dra.
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Regiane Trevisan Pupo, Dr.^a
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Raquel Martinelli, M.^a
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Ivan Luiz de Medeiros, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Fernando Daniel Portela, Designer
Mestrando PosArq/UFSC

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Estado brasileiro por me permitir realizar a graduação no ensino superior de forma gratuita. Aos meus pais que me educaram e apoiaram minhas decisões, e proveram todo o suporte necessário para que eu concluísse minha graduação. Aos professores do departamento de Expressão Gráfica da Universidade Federal de Santa Catarina pelos ensinamentos repassados, principalmente à minha orientadora Profa. Dra. Regiane Trevisan Pupo pela ajuda, contribuição, incentivo e apoio para que este trabalho fosse concluído. E a todas as outras pessoas que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, ajudando em pesquisas, testes, e oferecendo suporte emocional.

RESUMO

Este projeto apresenta estudos do *kerf bending*, técnica que consiste na realização de cortes em painéis de madeira para torná-los flexíveis, e a aplicação da técnica em um projeto de móvel para *home office* para fabricação em *makerspaces* por meio das tecnologias digitais. O projeto foca na aplicação da técnica utilizando as novas tecnologias de fabricação digital, através de desenhos 2D e 3D que podem ser partilhados na internet via plataformas de compartilhamento com licença *CopyLeft*.

Palavras-chave: *Kerf bending*. Madeira flexível. Mobiliário.

ABSTRACT

This project introduces studies of kerf bending, technique that consists on cutting wood panels to turn them flexible, and the applications of the technique in a design of a furniture for home office, to be fabricated in makerspaces by digital technologies. The research is focused on applying the technique using new technologies of digital fabrication, through 2D and 3D drawings that can be shared online via sharing platforms with CopyLeft license.

Keywords: Kerf bending. Flexible wood. Furniture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2 - Fases do processo de Design <i>Thinking</i>	24
Figura 3 - Mapa mental.....	25
Figura 4 - Prototipagem Digital e Fabricação Digital.....	29
Figura 5 - Métodos de produção automatizada.....	31
Figura 6 - Representação das principais etapas de manufatura por camada	32
Figura 7 - Funcionamento de máquina de corte à laser	33
Figura 8 - Fresas de 3 a 6 eixos.....	34
Figura 9 - O que são produtos Open Source	38
Figura 10 - Projeto Kerf Chair	39
Figura 11 - Projeto Alex Chair.....	40
Figura 12 - Comparação da distância entre os cortes	42
Figura 13 - Comparação da flexibilidade de cada placa	43
Figura 14 - Padrões de cortes Dukta	44
Figura 15 - Padrões de corte	44
Figura 16 - Corte <i>Straight Lattice</i>	45
Figura 17 - Corte <i>Cross Lattice</i>	45
Figura 18 - Corte <i>Fillet Lattice</i>	46
Figura 19 - Corte <i>Beehive Lattice</i>	47
Figura 20 - Características do setor madeireiro no Brasil.....	48
Figura 21 - O arquivo digital no software da CNC.....	51
Figura 22 - O material sendo cortado no formato do arquivo digital	51
Figura 23 - Junção impressa em SLS.....	52
Figura 24 - Móveis de encaixes	53
Figura 26 - Análise do questionário.....	62
Figura 27 - Painel Semântico do público-alvo.....	64
Figura 28 - Dimensões para área de trabalho segundo Pheasant	68
Figura 29 - Dimensões para área de trabalho segundo Dreyfuss.....	68
Figura 30 - Alcance vertical dianteiro para uma pessoa sentada à mesa	69
Figura 31 - Alcances dianteiro e lateral de um cadeirante.....	70
Figura 32 - Painel de conceito	73
Figura 33 - Painel visual: Prático	74
Figura 34 - Painel visual: Acessível.....	75
Figura 35 - Painel visual: Contemporâneo.....	76
Figura 36 - Processo de criação	77
Figura 37 - Padrão Reto	81
Figura 38 - Padrão Onda	82
Figura 39 - Padrão Pino de Boliche	83
Figura 40 - Alternativa 1	84

Figura 41 - Alternativa 2.....	84
Figura 42 - Alternativa 3.....	85
Figura 43 - Alternativa 4.....	85
Figura 44 - Alternativa 5.....	86
Figura 45 - Alternativa 6.....	86
Figura 46 - Modelo 1.....	92
Figura 47 - Modelo 2.....	93
Figura 48 - Modelo 3.....	94
Figura 49 - Modelo 4.....	95
Figura 50 - Modelos de média fidelidade.....	97
Figura 51 - <i>Render</i> da solução Final.....	98
Figura 52 - Corte do modelo final.....	99
Figura 53 – Modelo Final.....	99
Figura 54 - Ambientação do móvel para a persona Simone.....	101
Figura 55 - Ambientação do móvel para a persona Gustavo.....	101
Figura 56 - Estrutura do Móvel.....	103
Figura 57 - Desenho Técnico.....	104
Figura 58 - Programação do corte.....	105
Figura 59 - Especificações da fresa para corte.....	106
Figura 60 - Manual de montagem.....	107

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Revisão Sistemática.....	26
Quadro 2 - Principais Características do Seguimento de Móveis de Madeira para Residência.....	49
Quadro 3 - Tipos de junções e encaixes.....	54
Quadro 4 - Análise sincrônica.....	58
Quadro 5 - Personas.....	65
Quadro 6 - Dimensões, em milímetros, para mesa de trabalho segundo a norma NBR-13966.....	67
Quadro 7 - Requisitos de Projeto.....	71
Quadro 8 - Processo de criação.....	78
Quadro 9 - Estudos de resistência.....	87
Quadro 10 - Lista de verificação.....	90
Quadro 11 - Matriz de decisão.....	96

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAD - *Computer Aided Design* (Computador Auxiliando o Design)
CAM - *Computer Aided Manufacturing* (Computador Auxiliando a Manufatura)
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEO - *Chief Executive Officer* (Diretor Executivo)
CNC – *Computer Numeric Control* (Controle Numérico Computadorizado)
IBA - Indústria Brasileira de Árvores
RTA - *Ready to Assemble* (Pronto para Montar)
SLS - Sinterização Seletiva a Laser

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	21
1.1 OBJETIVOS	21
1.1.1 Objetivo Geral	21
1.1.2 Objetivos Específicos	21
1.2 JUSTIFICATIVA	22
1.3 DELIMITAÇÃO DO PROJETO.....	22
1.4 METODOLOGIA	22
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1 MAPA MENTAL	25
2.2 REVISÃO SISTEMÁTICA.....	25
2.3 FABRICAÇÃO E PROTOTIPAGEM DIGITAIS	28
2.3.1 Prototipagem Digital	29
2.3.2 Fabricação Digital	30
2.3.3 Equipamentos	31
2.4 MOVIMENTO <i>MAKER</i>	34
2.4.2 Fab Lab	36
2.4.3 Coletivismo no design de produto	37
2.4.4 Open Design	37
2.5 MADEIRA FLEXÍVEL (<i>KERF BENDING</i>).....	40
2.5.1 O que é <i>kerf bending</i>	41
2.5.2 Como são feitos os cortes	41
2.5.3 Padrões de corte e suas variações	43
2.5.4 Tipos de madeira para este fim	47
2.6 MOBILIÁRIO NA ERA FAB LAB	49
2.6.1 Formas de fabricação	50
2.6.2 Tipos de junções e encaixes	53
3 DESENVOLVIMENTO	56
3.1 ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO	56
3.1.1 Análise diacrônica	56

3.1.2 Análise sincrônica	57
3.1.3 Pesquisa de público-alvo	61
3.1.4 Questionários.....	61
3.1.5 Painel Semântico do público-alvo.....	63
3.1.6 Personas	64
3.1.7 Lista de necessidades	66
3.1.8 Ergonomia e Antropometria.....	66
3.2 REQUISITOS DE PROJETO.....	70
3.3 IDEIAÇÃO.....	72
3.3.1 Definição de conceito	72
3.3.2 Geração de alternativas.....	76
3.3.3 Testes em madeira.....	77
3.3.5 Estudos de resistência	87
3.3.3 Lista de verificação	90
3.3.4 Modelo de baixa fidelidade	91
3.3.5 Matriz de decisão	95
3.4 PROTOTIPAÇÃO	97
3.4.1 Aperfeiçoamento da alternativa final.....	97
3.4.2 Ambientação.....	100
4 MEMORIAL DESCRITIVO	102
4.1 CONCEITO DO PRODUTO.....	102
4.2 FATOR ESTRUTURAL E FUNCIONAL.....	103
4.3 FATOR TÉCNICO CONSTRUTIVO.....	104
4.3.2 Desenho Técnico.....	104
4.3.1 Materiais e processos	105
4.4 FATOR AMBIENTAL.....	107
4.5 FATOR ESTÉTICO E SIMBÓLICO	108
3 CONCLUSÃO.....	109
REFERÊNCIAS.....	111
APÊNDICE A – Perguntas do questionário.....	115

APÊNDICE B – Desenho técnico..... 120

INTRODUÇÃO

A indústria de móveis no Brasil é conhecida como setor tradicional da economia, e isso se acentua mais no caso de mobiliários de madeira devido à dificuldade de automação da produção, montagem e acabamento (BNDES, 2007). Dessa forma, a indústria gera produtos simples, retilíneos, pois são facilmente fabricados e transportados. Segundo Rosa et al. (2007, p.97), ao contrário da tecnologia, “o design tornou-se fator de inovação próprio da indústria de móveis, pois diferencia o produto dos demais concorrentes e tornou-se o principal fator de competitividade nessa indústria”.

Nos últimos anos, foi possível observar uma crescente tendência de compartilhamento entre pessoas, de produtos, serviços, ideias, entre outros. A globalização da internet está possibilitando pessoas distantes, que não se conhecem mas têm interesses em comum de se aproximarem para colaborarem entre si. Essa dinâmica está criando plataformas de *networking* que promovem a troca de bens, serviços e ideias.

Com o avanço das tecnologias de fabricação, também é cada dia mais acessível a confecção de produtos sem a necessidade de uma grande estrutura. Assim, é possível compartilhar projetos de design virtualmente, para que várias pessoas possam utilizá-los e produzi-los por conta própria.

O presente trabalho visa analisar a utilização dos cortes em madeira, de forma estética e para substituir junções tradicionais da marcenaria, e aplicá-los em um móvel de trabalho *home office*. Promovendo assim uma diferenciação no design do móvel, mantendo a fabricação automatizada, através das técnicas de fabricação digital e facilitando a montagem após o transporte.

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos deste projeto de conclusão de curso são:

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver um mobiliário aplicando a técnica de *Kerf Bending*.

1.1.2 Objetivos Específicos

1. Estudar os padrões de corte existentes.
2. Explorar as possibilidades de aplicação da técnica.

3. Utilizar tecnologias de fabricação digital.
4. Aplicar a técnica em um móvel.
5. Substituir junções tradicionais pelos cortes que tornam a madeira maleável.
6. Compartilhar o resultado final do projeto via licença *CopyLeft*.

1.2 JUSTIFICATIVA

A madeira sempre foi um material muito utilizado para confecção de móveis e objetos e algumas das alternativas ao uso de madeira maciça em crescimento no mercado são as chapas de aglomerados e compensados. Os painéis de madeira são de fácil produção e transporte, mas seu formato e rigidez dificultam que formas orgânicas sejam projetadas com o material. Com o avanço das tecnologias de fabricação digital surge a possibilidade de manipular painéis de madeira por meio de padrões paramétricos, utilizando corte à laser ou fresamento, transformando chapas de madeira em um material flexível, essa técnica é denominada *kerf bending*.

O presente projeto tem como motivação estudar a aplicação dessa nova tecnologia no design de produtos, criando possibilidades de inovação na área, e fomentando a utilização da técnica de *kerf bending*.

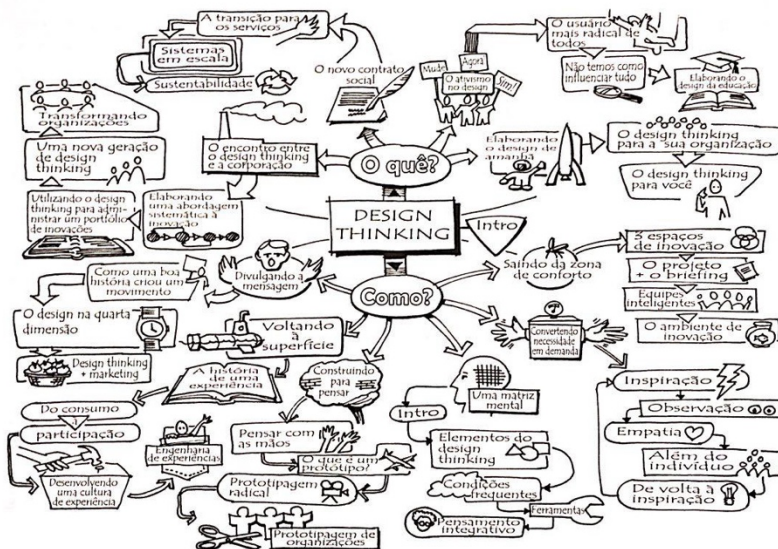
1.3 DELIMITAÇÃO DO PROJETO

Este projeto se delimita à utilização da técnica de *kerf bending* no design de um mobiliário, para gerar flexibilidade nos painéis de madeira utilizados na produção.

1.4 METODOLOGIA

Para a realização do projeto será utilizada a metodologia de Design *Thinking*, apresentada por Rolf Faste em Stanford nas décadas de 1980 e 1990, e publicada por Tim Brown (2010), atual CEO e presidente da empresa americana IDEO (ideo.com), em seu livro de mesmo nome. A figura 1 apresenta um mapa mental que mostra de forma dinâmica o que é e como funciona o Design *Thinking*.

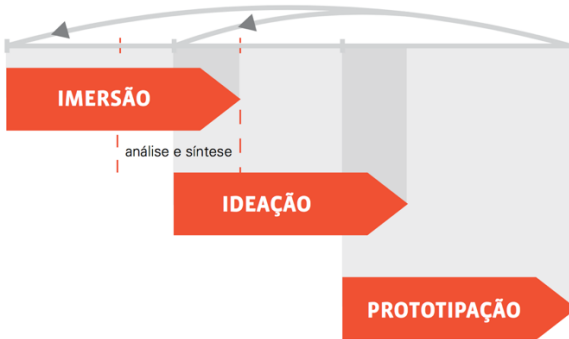
Figura 1 - Mapa mental do Design Thinking



Fonte: Brown (2010)

Considerado uma metodologia voltada à inovação, o processo de *Design Thinking* é dividido em três etapas: Imersão, Ideação e Prototipação. Apesar da divisão, a metodologia defende que o processo pode permear entre as fases, indo e voltando, e dando grande importância à prototipação (Figura 2).

Figura 2 - Fases do processo de Design *Thinking*



Fonte: Vianna (2012)

A fase de Imersão segundo Vianna et al. (2012) é dividida em Imersão Preliminar e Imersão em Profundidade. A Imersão Preliminar busca o entendimento inicial do assunto, através de pesquisas exploratórias, coleta de dados e mapas mentais. A Imersão em Profundidade consiste no aprofundamento no tópico, geralmente focando no público alvo, suas necessidades e desejos. Nesta fase pode ser encontrada uma gama muito grande de informações, o que dificulta a identificação das oportunidades, por isso pode ser necessária uma fase de análise e síntese, onde os dados serão organizados visualmente para facilitar sua compreensão.

A Ideação é a fase da geração de ideias. Geralmente iniciada com *Brainstormings*, as ideias são criadas e colocadas no papel rapidamente, sem grandes julgamentos prévios, para só depois serem analisadas. A cocriação através de equipes multidisciplinares é sugerida pelo fato de proporcionar ideias de diferentes perspectivas, e aumentar o nível criativo do projeto.

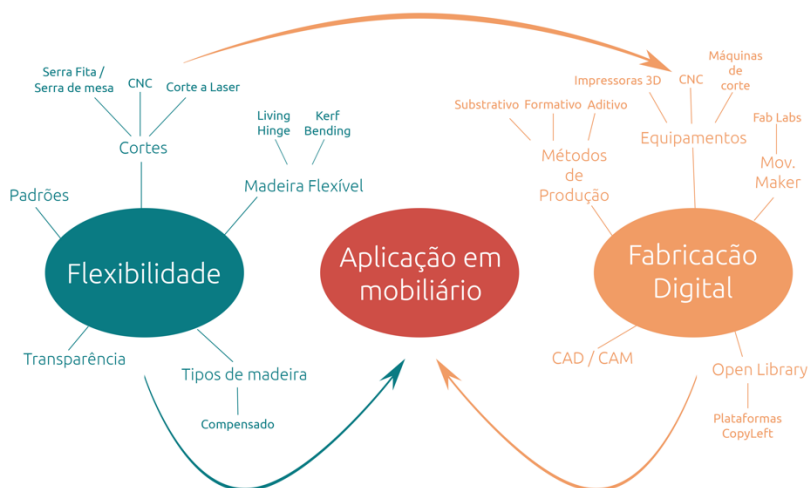
Na prototipação, as ideias são selecionadas e materializadas de diferentes formas para proporcionar uma melhor visualização da ideia em prática, em seu contexto, recebendo feedbacks e podendo analisar a interação com os usuários. Essa fase é a responsável pela validação das boas ideias e descarte daquelas inadequadas. Para Vianna et al. (2012) essa fase é muito importante no *Design Thinking*, e deve ser realizada diversas vezes durante o processo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 MAPA MENTAL

Para realizar a Imersão no tema de estudo, foi elaborado um mapa mental (Figura 3), como forma de mapear os dados e adicionar perspectivas. Brown (2010) defende que o mapa mental pode ser uma excelente maneira de obter informações visuais sobre ideias abstratas.

Figura 3 - Mapa mental



Fonte: Da autora (2017).

Para iniciar o mapa mental, a palavra flexibilidade foi colocada em evidência, e ligada aos tópicos associados a ela. Como os cortes que geram flexibilidade podem ser feitos utilizando maquinário de Fabricação Digital, esse tema também foi colocado em evidência, e da mesma forma os assuntos vinculados ao tema foram conectados a ele. A união dos dois temas culmina na aplicação da técnica em um móvel.

2.2 REVISÃO SISTEMÁTICA

Para fundamentar os conceitos apresentados neste trabalho, foi realizada uma pesquisa sistemática em periódicos nacionais e

internacionais através da plataforma de periódicos da CAPES (<http://periodicos.capes.gov.br>) e na plataforma de pesquisa Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br>) bem como na biblioteca central da Universidade Federal de Santa Catarina. A pesquisa foi efetuada entre os dias 17 de abril e 11 de maio de 2017 e utilizou-se de palavras-chave na língua portuguesa e suas variações como: madeira flexível, madeira articulável, prototipagem digital, fabricação digital, movimento *maker*, coletivismo, fab lab, mobiliário e móveis, e também na língua inglesa: *living hinge*, *kerf bending*, *maker movement*, *digital prototyping*, *digital fabrication* e *furniture*. O recorte temporal da pesquisa é entre 2005 e 2017 pois a utilização dessa técnica é recente. No quadro 1 são relacionados os temas da pesquisa, e os resultados encontrados contendo nome dos autores, ano de publicação, título da obra e a abordagem do texto.

Quadro 1 - Revisão Sistemática

Temática	Instituição	Ano	Título	Abordagem
Madeira Flexível/ Articulável <i>Living Hinge</i> <i>Kerf Bending</i>	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (Org.)	2008	Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas.	Análise da situação do mercado brasileiro de painéis de madeira. Caracterização técnica dos painéis de madeira.
	Indústria Brasileira de Árvores (Org.)	2016	Relatório Ibá 2016.	O setor brasileiro de árvores, seu desempenho, e destino industrial da madeira plantada no país.
Fabricação Digital E Movimento Maker	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	2016	O uso da Prototipagem e Fabricação Digital no ambiente Fab Lab.	Definições de prototipagem rápida e fabricação digital, e seu desenvolvimento dentro de espaços como os Fab Labs.

	Universidade Estadual de Campinas	2009	A inserção da PROTOTIPAGEM e FABRICAÇÃO DIGITAIS no processo de projeto: um novo desafio para o ensino de arquitetura.	Conceitos de prototipagem e fabricação digitais, suas divisões, técnicas e equipamentos abrangidos.
	Universidade de Aveiro	2016	Regresso à oficina: repercussões do Movimento Maker no ensino em design.	Características do Movimento <i>Maker</i> (MM) e suas repercussões no contexto formativo na área do design.
	Massachusetts Institute of Technology	2012	The Maker Movement. Innovations: Technology, Governance, Globalization	A história do surgimento do Movimento <i>Maker</i> (MM).
	University of California-Davis	2015	The Promise of the Maker Movement for Education	Elementos do MM necessários para integrá-lo no sistema de educação.
Mobiliário	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (Org.)	2007	O setor de móveis na atualidade: uma análise preliminar.	Características da indústria de móveis no Brasil e a importância do design para o crescimento do setor.

Massachusetts Institute of Technology	2007	Synthesis of design production with integrated digital fabrication.	O uso de tecnologias CAD/CAM na manufatura.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	2012	Mobiliário RTA em 8 bits.	Conceito, história e características dos móveis <i>Ready to Assemble</i> (RTA).

Fonte: Da autora (2017).

Analisando os resultados da pesquisa foi percebido a falta de pesquisas acadêmicas sobre a técnica de flexibilidade da madeira, assim as referências para a pesquisa da técnica foram retiradas de fontes da internet. Apenas relatórios sobre o setor madeireiro no Brasil encontrados nessa pesquisa foram utilizados.

Melhores resultados foram observados na pesquisa de tecnologias de fabricação digital e movimento *maker*. Vários textos foram encontrados, grande parte publicados entre 2015 e 2016, e alguns de universidades estrangeiras, o que mostra que o tema ainda é pouco discutido no Brasil.

Na pesquisa sobre mobiliário foram encontrados estudos interessantes sobre a utilização da fabricação digital na produção de móveis, integrando à pesquisa anterior sobre as tecnologias envolvidas nessa forma de produção, e mostrando as novas possibilidades criadas a partir da introdução dessas tecnologias.

Por meio dessa pesquisa foi possível obter uma base bibliográfica para respaldo na elaboração da fundamentação teórica do presente trabalho, a qual é apresentada na sequência.

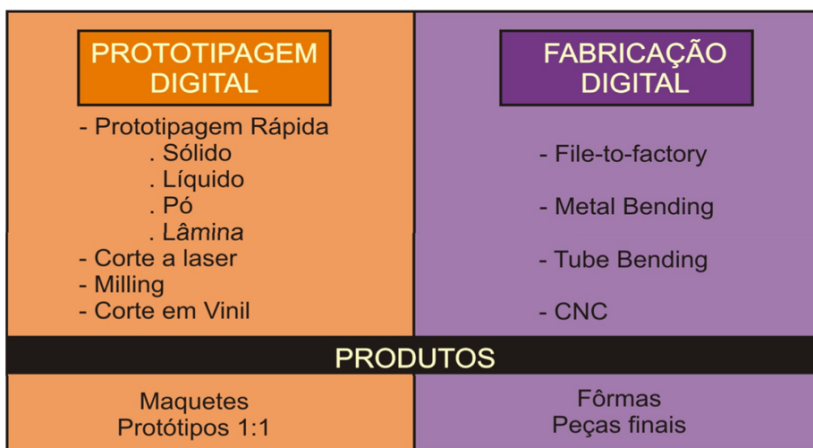
Por meio dessa pesquisa foi possível obter uma base bibliográfica para respaldo na elaboração da fundamentação teórica do presente trabalho, a qual é apresentada na sequência.

2.3 FABRICAÇÃO E PROTOTIPAGEM DIGITAIS

Para Igoe e Mota (2011) as tecnologias de fabricação e prototipagem digitais podem ser definidas como a transformação de projetos digitais em físicos através de processos computadorizados. O

uso da tecnologia permite a produção precisa de geometrias complexas em um período de tempo menor do que os meios tradicionais, proporcionando assim uma nova forma de produção que para Anderson (2012), junto com o movimento *Maker*, gerará a Terceira Revolução Industrial. Segundo Pupo (2009), não há na literatura um consenso quanto às definições e terminologias utilizadas para descrever tecnologias de produção, por isso optou-se pela utilização dos termos apresentados na figura 4.

Figura 4 - Prototipagem Digital e Fabricação Digital



Fonte: PUPO (2009, p.41)

No esquema apresentado na figura 4, são separados os termos Prototipagem Digital e Fabricação Digital. O primeiro inclui a prototipagem rápida, o corte a laser, o milling e o corte com vinil, já o segundo abrange os processos onde o modelo digital 3D se comunica diretamente com as máquinas de corte) *file-to-factory*, *metal bending* e *tube bending*. Nesse projeto serão abordadas profundamente as técnicas relacionadas à corte, principalmente o laser e o CNC.

2.3.1 Prototipagem Digital

Para Brown (2010), a construção de protótipos no desenvolvimento de produtos busca assegurar a compreensão dos elementos funcionais e emocionais de um produto fundamental para

atender à demanda de consumidores e de mercado. “A passagem do físico ao digital e vice-versa tem sido uma forma interativa e rápida de se obter informações importantes para as decisões projetuais” (Pupo, 2009, p.6).

A prototipagem digital é utilizada para produção de modelos de apresentação, de visualização ou modelos funcionais para testes, em todas as etapas do processo de projeto. A Prototipagem Rápida consiste em fabricar fisicamente modelos previamente desenhados utilizando tecnologias computadorizadas. Segundo Pupo (2009) o termo “rápido” é utilizado pelo fato desses sistemas não necessitarem de intervenção humana durante sua produção, o termo também varia entre as inúmeras opções de uso de equipamentos e software.

2.3.2 Fabricação Digital

Com o comum uso de softwares CAD (*Computer Aided Design* – Computador Auxiliando o Design) para a modelagem digital surge também o sistema CAM (*Computer Aided Manufacturing* – Computador Auxiliando a Manufatura) com o objetivo de fabricação automatizada de projetos.

Para Jucá (2016) a fabricação digital é uma fusão entre a indústria mecânica tradicional e a informática, consistindo em máquinas que executam tarefas de maneira digital, com pouca interação humana. Dessa forma, essa tecnologia permite facilmente a produção de objetos que demandam muito trabalho para serem fabricados manualmente.

Nesse momento, é importante considerar que a introdução dessa nova tecnologia permite que o trabalho braçal pesado e sujeito a acidentes seja automatizado criando ao mesmo tempo uma maior demanda de trabalho intelectual nas áreas de programação, criação e modelagem digital (Pupo, 2009, p.5).

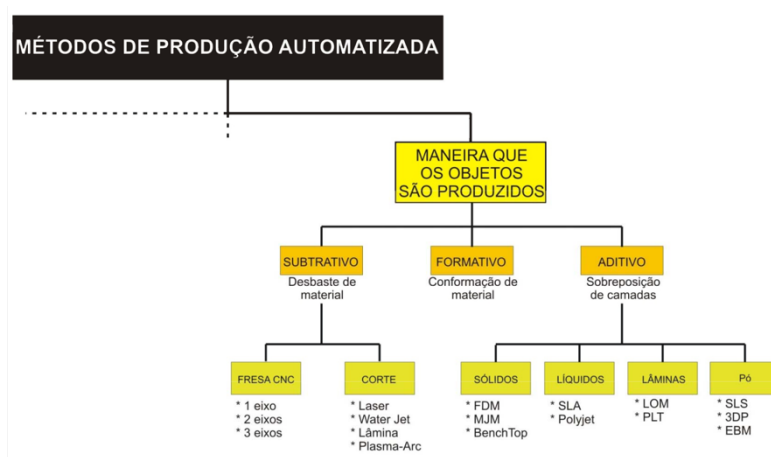
A utilização da fabricação digital garante precisão das medidas e cortes, dessa forma encaixes e padrões necessitam de poucos ajustes e podem ser reproduzidos em escala. Com a ressalva de que dependendo do tamanho do objeto desejado, pode não ser possível produzi-lo de uma só vez, sendo necessário dividi-lo em partes que serão montadas posteriormente.

2.3.3 Equipamentos

As técnicas utilizadas para a fabricação digital citadas por Pupo (2009) são técnicas subtrativas, formativas ou aditivas. Em todas elas, o software fará a leitura das coordenadas do processo e controlará a máquina que será a responsável por reproduzir fisicamente o modelo em certo material. “É preciso um entendimento minucioso sobre os limites, as capacidades e as possibilidades de cada aplicação específica”. (Pupo, 2009, p.53)

Os possíveis meios de produção podem ser vistos na figura 5.

Figura 5 - Métodos de produção automatizada



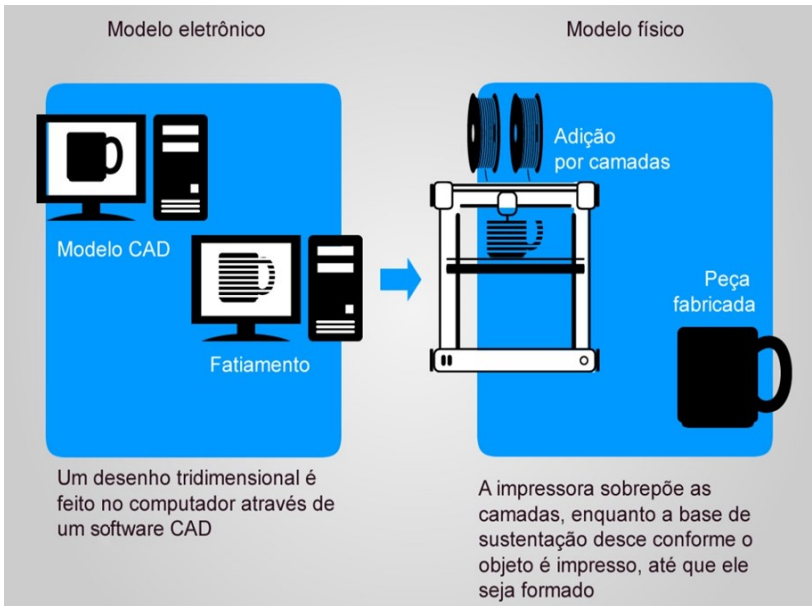
Fonte: PUPO (2009, p.41)

Alguns equipamentos para fabricação digital já existem a bastante tempo, mas foi nos últimos anos que eles se popularizaram, parte por conta dos Fab Labs, espaços que disponibilizam os equipamentos para uso de maneira fácil e a custos acessíveis. A gama de equipamentos abrange:

Impressoras 3D – Utilizam o processo aditivo de produção. Segundo Volpato (2007), essas tecnologias se baseiam no princípio da manufatura por camada, onde a peça modelada em um software 3D é eletronicamente separada em camadas, obtendo-se curvas de níveis que serão sobrepostas para gerar uma peça física. Segundo Pupo (2009) elas podem ser subdivididas conforme o material que utilizam: Sólidos,

líquidos, lâminas ou pó. Nesse tipo de tecnologia é possível produzir qualquer tipo de geometria, desde que se respeitem os limites gravitacionais. As principais etapas da manufatura por camada são exemplificadas na figura 6.

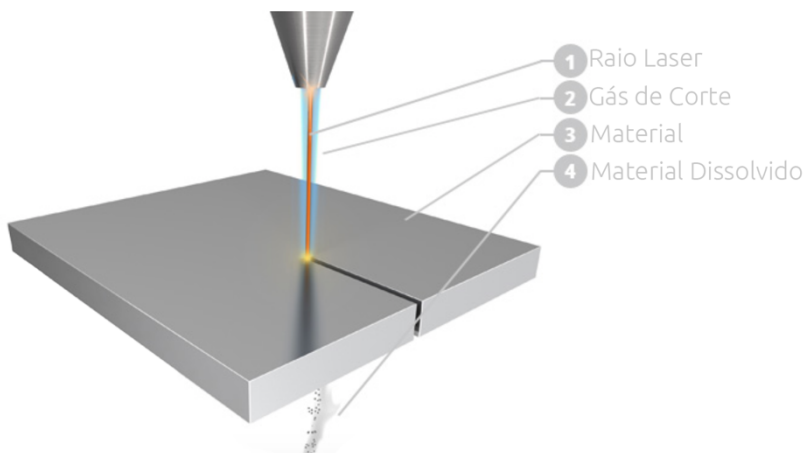
Figura 6 - Representação das principais etapas de manufatura por camada



FONTE: Jucá (2016, p. 48)

Máquinas de corte – As máquinas de corte podem utilizar tecnologias a laser, jato d'água, corte de lâminas, ou *Plasma-arc*, e são consideradas subtrativas. Caracterizam-se por fazer a leitura de um vetor 2D e repetir essas curvas no material com movimentos bidimensionais do eixo de corte x e y. Essas peças podem ser montadas posteriormente para obtenção de volumes diferentes. Na figura 7 está representado o funcionamento de uma máquina de corte à laser.

Figura 7 - Funcionamento de máquina de corte à laser



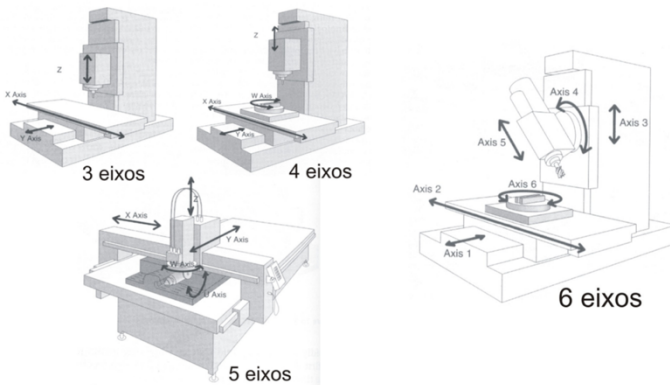
FONTE: Web (s.a)¹

Equipamentos CNC (*Computer Numeric Control* – Controle Numérico Computadorizado) – Também realiza um processo subtrativo, desbastando o material com fresas diversas em 3 até 12 eixos. Anderson (2012) exemplifica que ao contrário das impressoras 3D, ao invés de adicionar material onde seria o objeto, a fresa remove o material de onde não há objeto.

Segundo Pupo (2009) o número de eixos e o tamanho da plataforma de corte estão ligados à qualidade da peça e ao tempo de execução, porém nem sempre são determinantes, pois mesmo com múltiplos eixos e uma grande área de corte existem riscos de colisões da fresa com o objeto ao tentar remover material interno. A figura 8 ilustra equipamentos de 3, 4, 5 e 6 eixos.

¹ Disponível em: <<https://www.or-laser.com/en/laser-cutting/>> Acesso em: 04 mai. 2017

Figura 8 - Fresas de 3 a 6 eixos



Fonte: Schodek (2005 apud PUPO, 2009, p.43)

2.4 MOVIMENTO *MAKER*

Considerado uma extensão do “*Do It Yourself*” (Faça Você Mesmo), o movimento *Maker* surgiu em 2005 com o lançamento da revista *Make Maganize* e o início da feira *Maker* em 2006. Chamado dessa forma para se diferenciar de palavras já muito utilizadas, Dale Dougherty, fundador da revista, defende que o movimento começou pela necessidade das pessoas de se envolver mais com os objetos que utilizavam de maneira a não ser apenas consumidoras, e sim criadoras. Com a difusão da internet, elas puderam se conectar para criar uma rede de compartilhamento de ideias, técnicas e projetos.

Baseados na ideia de aprender fazendo (*hands on*), muitas pessoas defendem o movimento *Maker* como um novo método de educação, pois não é necessária uma vasta experiência prática para realizar os projetos, que são geralmente executados por meio da eletrônica e das tecnologias de fabricação digital. Assim, a cultura *Maker* começa a entrar em escolas e universidades.

Para Martin (2015) a cultura *Maker* é formada por atividades envolvendo a concepção, modificação e/ou o reaproveitamento de objetos para criar algo novo, com fins úteis ou não. Para Anderson (2012) ela é ideia do Faça Você Mesmo associada às tecnologias digitais

e ao compartilhamento, dando mais importância ao design do que à fabricação, ampliando a força do cérebro e reduzindo a força braçal.

Segundo Gonçalves (2016) a cultura *Maker* se sustenta nos princípios do que ele chama de *net generation*. A geração nascida após 1982, pessoas familiarizadas com o universo digital e que o aplicam nos processos de produção. Para Anderson (2012) essa geração é convicta em mudar os sistemas econômico e social vigentes. Os *Makers* foram criados em um mundo onde sustentabilidade é intrínseca aos projetos, e percebem que o atual sistema de consumo precisa mudar.

Gonçalves (2012) cita o movimento como uma alternativa para o uso racional dos recursos, sendo uma atividade produtiva caracterizada por pequenas tiragens e fabricação local, com proximidade com os consumidores e dispensando gastos inerentes à produção industrial. “A fraca popularidade ou ausência de desejo massificado por determinado produto deixa de ser impedimento para a sua produção, os *makers* fazem-no” Gonçalves (2016, p. 87).

Outra característica da cultura *Maker* citada por Anderson (2012) é a de compartilhar projetos e colaborar com outros usuários nas comunidades online. “É esta uma das características de um *maker*: a adoção de uma relação horizontal de aprendizagem, optando por aprender uns com os outros mediante a partilha” Gonçalves (2016, p.87). Segundo Anderson (2012) cada vez mais pessoas compartilham suas inovações publicamente porque acreditam que recebem mais em retorno. Por exemplo, um projeto simples de design pode receber diversos feedbacks de problemas, possíveis aperfeiçoamentos e até mesmo evoluções realizadas por outros usuários. Outro argumento é a facilidade de haver sucesso comercial quando o projeto é compartilhado, já que ele terá grande visibilidade sem depender de investimentos em divulgação.

Segundo Anderson (2012) as indústrias da Terceira Revolução Industrial vendem diretamente aos consumidores online, e diferente da manufatura que lucra com as vendas em massa competindo pelo menor preço, elas competem pelo design e inovação.

Com a ascensão desse movimento, a produção em pequena escala não necessitou mais de grandes instalações para produção, e as pequenas oficinas começaram a ganhar espaço. Os ambientes de trabalho compartilhados já são uma realidade, chamados de *coworkings*, são lugares onde profissionais diversos compartilham as instalações, evitando gastos maiores com escritórios próprios. Seguindo essa lógica foi criado um espaço onde os *makers* pudessem inventar, trabalhar e interagir, utilizando as novas tecnologias digitais: os Fab Labs.

2.4.2 Fab Lab

Criados em 2009 pelo professor Neil Gershenfeld, do Center for Bits and Atoms, no Massachusetts Institute of Technology, nos Estados Unidos, os Fab Labs são espaços que proporcionam os equipamentos necessários para produção e um ambiente criativo para estimular a criação de novos projetos. Segundo a Fabfoundation (2017), os laboratórios oferecem as ferramentas de fabricação digital e tecnologia e o conhecimento de como utilizá-las, com o objetivo de permitir que as pessoas criem e inovem, melhorando suas vidas e a vida de outras pessoas. Os Fab Labs conectam a comunidade global a educadores, pesquisadores, tecnólogos, inovadores e criadores.

Esses espaços possibilitam o acesso a equipamentos de alta tecnologia que necessitam de um grande investimento para serem adquiridos. Dessa forma, pessoas que gostariam de produzir algo em baixa escala possuem um ambiente propício para a produção sem custos muito elevados. Entre os equipamentos disponíveis nos Fab Labs atualmente estão máquinas de corte a laser, impressão 3D, cortador de vinil, fresadora CNC e um conjunto de componentes eletrônicos e ferramentas de programação.

Segundo a Fabfoundation (2017) existem aproximadamente 1000 Fab Labs no mundo, localizados em 78 países. Esses locais devem ser abertos ao público gratuitamente pelo menos uma vez por semana, e além de oferecerem a estrutura também devem promover o compartilhamento de conhecimento através de workshops e disponibilizando *online* tudo o que for produzido no laboratório.

Existem hoje três categorias de Fab Labs: Os acadêmicos, geralmente sustentados por universidades ou escolas; os públicos sustentados por organizações governamentais ou não; e os profissionais, que geralmente cobram taxas de uso por hora, dias ou meses. Na Universidade Federal de Santa Catarina, está localizado o Pronto 3D, parte de uma rede de laboratórios de prototipagem rápida e fabricação digital, que é certificado como um Fab Lab acadêmico.

Gershenfeld (2005) defende o compartilhamento do que é produzido seguindo a lógica de que se todos tiverem acesso aos projetos, o hardware pode seguir a tendência dos softwares *open source*, que evoluem através da colaboração dos usuários remotos. Esse pensamento, atrelado à expansão do acesso à Internet, favoreceu a proliferação de comunidades de designers e a partilha de recursos.

2.4.3 Coletivismo no design de produto

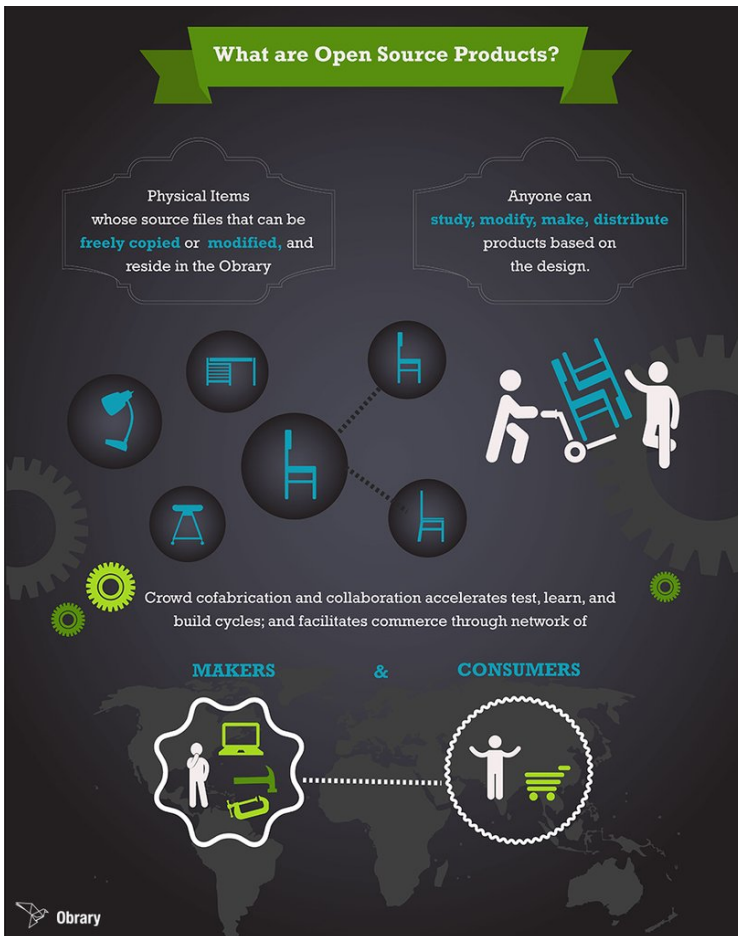
O coletivismo surge na contramão do hiperconsumo, o consumismo desenfreado que a sociedade vive nas últimas décadas. Sistemas de consumo colaborativo surgiram a alguns anos, e como defendem Botsman e Rogers (2001), eles não são criações modernas, são apenas o retorno ao que era comum em aldeias e vilas em tempos passados.

A ascensão da internet permitiu criar um relacionamento entre as pessoas com interesses mútuos, e as plataformas são responsáveis por fazer o intermédio entre esses usuários de forma confiável, fazendo com que mais pessoas possam aderir a esse sistema de consumo. Segundo Botsman e Rogers (2001) “‘colaboração’ tornou-se a palavra de ordem de economistas, filósofos, analistas de negócios, identificadores de tendências, comerciantes e empresários”. Para os autores, devido às novas tecnologias e a à internet, a colaboração está acontecendo de uma maneira e em uma escala que não era possível anteriormente. Dessa forma, está sendo gerado um novo sistema econômico, baseado em um mercado de intercâmbio entre pares, como exemplo o Wikipédia, Uber, ZipCar, Airbnb, CouchSurfing e o movimento do conhecimento aberto, como o *Open Source*, *Creative Commons* e *Open Design*.

2.4.4 Open Design

Segundo Cândido (2016) o termo *Open Design* surgiu em 2004 por Ronen Kadushin e formalizado como Open Design Manifesto em 2010. O movimento defende a liberdade dos processos de design, através da disponibilidade dos arquivos de produtos com licença livre (*Copyleft*), ou seja, os arquivos são passíveis de serem copiados, modificados, compartilhados ou produzidos, como ilustrado no esquema da figura 9. Dessa forma, estimula-se a cocriação através da colaboração dos usuários.

Figura 9 - O que são produtos Open Source



Fonte: Obrary²

Segundo Anderson (2012) a Web permite às pessoas mostrarem o que elas podem fazer, independente de sua educação ou credenciais. O compartilhamento de design funciona de uma forma simples: O designer disponibiliza o arquivo CAD de seu projeto *online* em uma das diversas

² Disponível em: <<https://obrary.com/pages/about-us>> Acesso em: 09 maio 2017

plataformas de compartilhamento com licença *Copyleft*. Esse arquivo, então, pode ser copiado ou modificado e produzido facilmente em equipamentos de fabricação digital, por qualquer pessoa. Isso garante que um design pode ser distribuído para diversos criadores para ser materializado, gerando *feedbacks* e maior disseminação da criação. Para Gershenfeld (2005) isso propicia o empoderamento dos indivíduos e possibilita que eles cheguem mais longe do que poderiam individualmente.

Algumas das plataformas que disponibilizam projetos *Copyleft* são a Opendesk (opendesk.cc), Obrary (obrary.com), Thingiverse (thingiverse.com) e no Brasil, a Mono Design (monodesign.com.br) e o Crush Design (crushdesign.cc). Dois projetos disponibilizados na Opendesk e Obrary, utilizando as técnicas de maleabilidade da madeira podem ser vistos nas figuras 10 e 11.

Figura 10 - Projeto Kerf Chair

Kerf Chair

Get quotes directly from makers near you:




- Request and receive quotes (typically within 48 hours)
- Choose your preferred maker-quote and pay online
- Receive your locally-made furniture direct from the maker

1,348 BRL estimated, ex. VAT

Request quotes

from makers near you


Location currently set as [Brazil](#)

Fonte: Opendesk³


³ Disponível em: <<https://www.opendesk.cc/kerf/kerf-chair#get-it-made>> Acesso em: 09 maio 2017

Figura 11 - Projeto Alex Chair




Alex Chair

Get the free design files



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](#).

Designer

 - Alex Zhang

The Alex Chair is made from 1/2" birch plywood. It uses a living hinge design, so the seat and back are a single piece of wood. The chair snaps together by hand. It uses no screws or nails. It can also be taken apart again.

The chair is surprisingly comfortable. The seat and back have a some spring in them that provide great support.

Fonte: Obrary⁴

Os projetos consistem em cadeiras que utilizam o *kerf bending* para criar formas orgânicas. Nos dois casos as cadeiras são compostas pelas pernas e apenas uma chapa de madeira compõe o assento e o encosto. Demonstrando assim que muitas vezes as junções são dispensáveis, uma das vantagens da utilização da técnica.

2.5 MADEIRA FLEXÍVEL (*KERF BENDING*)

O uso de painéis de madeira para fabricação de móveis está em crescimento a anos, segundo relatório de 2016 do IBA (Indústria Brasileira de Árvores), o consumo de painéis de madeira no mercado nacional foi de 6,4 milhões de m³, e o crescimento nas exportações foi de 52,3% em relação a 2014.

Sendo uma alternativa ao uso de madeira maciça, os painéis facilitam a produção automatizada com móveis retilíneos, porém a diferenciação do design através de formas orgânicas é perdida. A utilização das novas tecnologias de fabricação digital pode mudar esse cenário com os cortes padronizados em madeira, que tornam as chapas de madeira em estruturas articuláveis.

⁴ Disponível em: <<https://obrary.com/products/alex-chair>> Acesso em: 09 maio 2017

2.5.1 O que é *kerf bending*

A madeira flexível consiste em uma série de cortes padronizados em uma chapa de madeira os quais permitem a movimentação dessa chapa gerando uma pequena curva. O tipo de madeira escolhida, a profundidade dos cortes e a distância entre eles determinam quanto essa chapa pode ser curvada, por isso cada padrão reage de uma forma diferente.

Essa técnica não possui uma nomenclatura específica no Brasil, mas é encontrada em inglês como *kerf bending* ou *living hinges*. Conforme Patrick Fenner escreveu no blog *Deferred Procrastination*⁵ as dobradiças da estrutura são formadas quando um conjunto de cortes paralelos e sobrepostos dividem um material plano em seções mais finas e ligadas, que podem se curvar do longo do próprio comprimento e permite a torção do material. Ainda, o autor define esta técnica como:

Lattice hinges are formed when a set of parallel, overlapping cuts divide a flat sheet into thinner, linked sections that can deform more easily than the solid sheet. By dividing the sheet into an array of parallel columns, each column can twist along its own length to let the sheet form a bend by twisting around the axis of these torsional links. Flexibility of the joint is determined by the material properties of the plate and the geometry (length of the overlapping cuts and cross sectional area) of the torsional links (Fenner, 2012, tradução nossa)⁶.

2.5.2 Como são feitos os cortes

Os cortes podem ser feitos manualmente utilizando uma serra de mesa, de mão, ou uma serra fita, ou através das novas tecnologias de fabricação digital como uma fresadora CNC ou uma cortadora a laser.

⁵ Disponível em: <def-proc.co.uk/b/wghsx/>. Acesso em: 25 abr. 2017.

⁶ *Lattice hinges* são formados quando um conjunto de cortes paralelos e sobrepostos dividem uma chapa plana seções mais finas ligadas, que podem deformar-se mais facilmente do que a chapa sólida. Dividindo a chapa em uma série de colunas paralelas, cada coluna pode torcer ao longo do próprio comprimento para permitir que a chapa forme uma curva por torcer em torno do eixo das conexões de torção. A flexibilidade da articulação é determinada pelas propriedades do material da placa e pela geometria (comprimento dos cortes e área de secção transversal) das conexões de torção.

Os cortes mais simples e que podem ser feitos manualmente são cortes retilíneos na espessura da tábua, deixando uma fina camada de madeira unindo as incisões. Essa camada fina é mais maleável, dessa forma pode ser curvada enquanto os sulcos na parte mais espessa abrem ou fecham, permitindo a mudança de angulação. Quanto mais perto os sulcos estiverem, maior é o ângulo de curvatura e menor o raio da curva. As figuras 12 e 13 foram capturadas de um vídeo onde são exibidas as diferenças na flexibilidade de cada placa. Da esquerda para direita o primeiro é o menos flexível, devido a maior distância entre os sulcos e o último é o com maior ângulo de curvatura, devido a proximidade dos cortes.

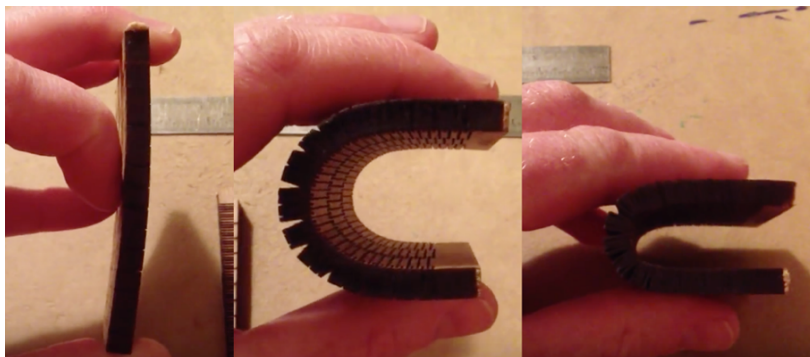
Figura 12 - Comparação da distância entre os cortes



Fonte: Web (2012)⁷

⁷ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=JSIRusl7UPc>> Acesso em: 25 abr. 2017

Figura 13 - Comparação da flexibilidade de cada placa



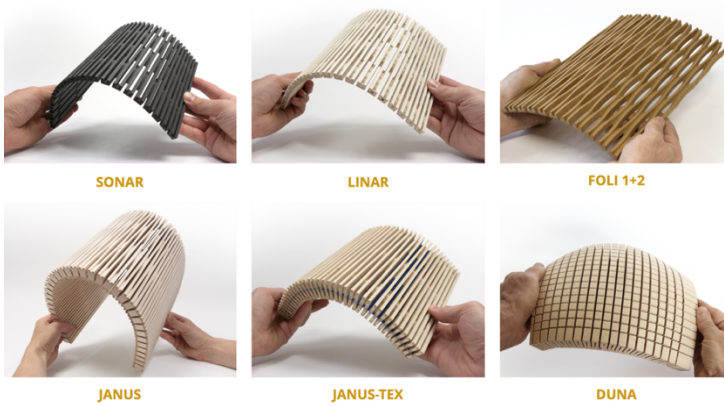
Fonte: Web (2012)⁷

Outra possibilidade são os cortes padronizados, esses cortes seguem padrões 2D computadorizados e podem ter diversos formatos. Eles podem ser cortados através de maquinários específicos para fabricação digital, o que permite as formas orgânicas e espessuras mínimas de cortes.

2.5.3 Padrões de corte e suas variações

Os padrões são variados e geram diferentes formas de flexibilidade, a empresa Dukta (dukta.com), que começou suas pesquisas no tema em 2007 e é uma das pioneiras em comercializar os painéis já cortados, possui seis opções de padrões de corte em seu portfólio, com diferentes flexibilidades e transparências (Figura 14).

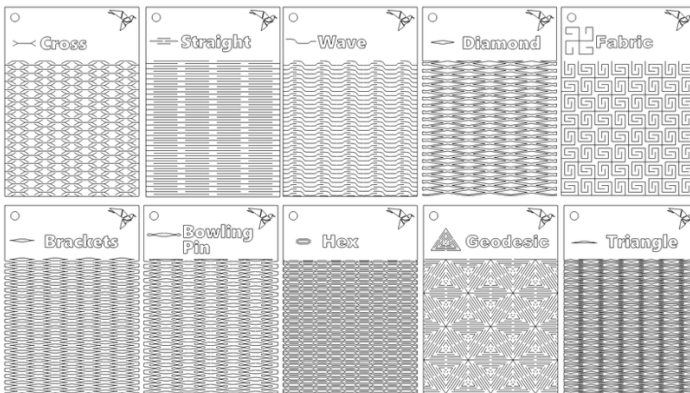
Figura 14 - Padrões de cortes Dukta



Fonte: dukta.com

A espessura do material, o tamanho e o tipo do padrão mudam a forma como a madeira se comporta quando tensionada. Alguns padrões disponíveis para uso podem ser visualizados na figura 15, eles foram disponibilizados na plataforma de design colaborativo Obrary.com.

Figura 15 - Padrões de corte



Fonte: Obrary⁸

⁸ Disponível em: < <https://obrary.com/products/living-hinge-patterns> > Acesso em: 25 abr. 2017

Alguns padrões se sobressaem, como é o caso do *Straight Lattice* (Figura 16) que é o padrão mais comum e mais confiável, o raio da curva depende do comprimento dos cortes, da distância entre eles e da espessura do material.

Figura 16 - Corte *Straight Lattice*



Fonte: dukta.com

O *Cross Lattice* (Figura 17) é considerado o corte mais flexível, pois pode ser curvado na diagonal.

Figura 17 - Corte *Cross Lattice*

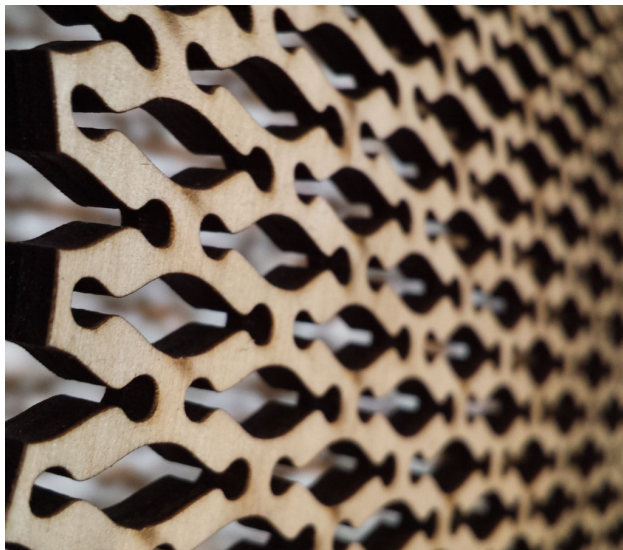


Fonte: Web (s.a)⁹

⁹ Disponível em: <<http://www.instructables.com/id/Curved-laser-bent-wood/>> Acesso em: 13 jun. 2017

A ideia por trás do *Fillet Lattice* (Figura 18) foi distribuir o estresse da torção de forma mais uniforme, os cantos afiados tendem a ser pontos de ruptura quando um material está sob tensão.

Figura 18 - Corte *Fillet Lattice*

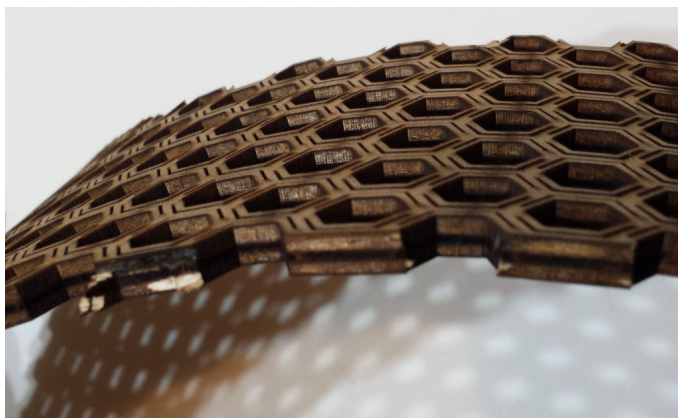


Fonte: Web (s.a)¹⁰

E finalmente o *Beehive Lattice* (Figura 19) que é o padrão que apresenta menor flexibilidade.

¹⁰ Disponível em: <<http://www.instructables.com/id/Curved-laser-bent-wood/>> Acesso em: 13 jun. 2017

Figura 19 - Corte *Beehive Lattice*



Fonte: Web (s.a)¹¹

O tipo do padrão de corte deve ser escolhido conforme a necessidade do projeto como resistência e maleabilidade, e os equipamentos disponíveis para a produção.

2.5.4 Tipos de madeira para este fim

Pela facilidade de trabalhar com lâminas de espessura reduzida e pela escassez e encarecimento da madeira maciça, a utilização da madeira compensada é uma boa solução para as peças curvadas. Os compensados são formados por várias lâminas de madeira coladas com resinas fenólicas ou ureia/formaldeído. As fibras de uma lâmina são perpendiculares às fibras da lâmina consecutiva, e por essa característica, as lâminas ganham mais força quando sobrepostas e o painel compensado apresenta uma elevada resistência mecânica.

Na comercialização, segundo o BNDES (2008), o painel compensado pode ser encontrado em três formas:

Multilaminado - lâminas de madeira sobrepostas em número ímpar de camadas coladas transversalmente;

¹¹ Disponível em: <<http://www.instructables.com/id/Curved-laser-bent-wood/>> Acesso em: 13 jun. 2017

Sarrafeado ou *blockboard* - o miolo é composto por sarrafos e as capas com lâminas de madeira, e tem camadas de transição compostas por lâminas coladas perpendicularmente aos sarrafos e às capas; e

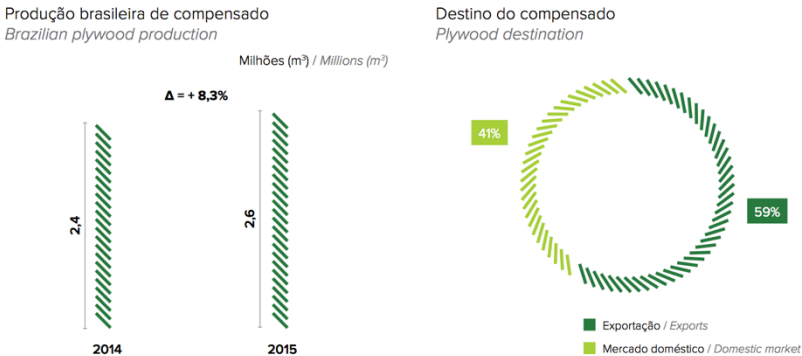
Compensado de madeira maciça ou *Three-ply* - três camadas cruzadas de sarrafos colados lateralmente.

No Brasil, os compensados são provenientes principalmente de pinus ou florestas nativas folhosas. Segundo relatório do IBA de 2016

“O setor brasileiro de florestas tornou-se, nos últimos anos, um dos mais relevantes no cenário global. Com uma área de 7,8 milhões de hectares de árvores plantadas, é responsável por 91% de toda a madeira produzida para fins industriais no país e um dos que apresenta maior potencial de contribuição para a construção de uma economia verde” (IBA, 2016).

Ainda segundo o IBA (2016), 29% do total de hectares de árvores plantadas no Brasil em 2015 são áreas de plantios florestais destinados à comercialização da madeira *in natura*. A produção de painéis compensados aumentou 8,3% em 2015 e 41% dela é destinado ao mercado doméstico (Figura 20).

Figura 20 - Características do setor madeireiro no Brasil



FONTE: IBÁ, SECEX, FAO E PÖYRY (2015)

Segundo Rosa et al. (2007) no Brasil os móveis de madeira (incluindo vime e junco) constituem 72% do setor mobiliário. A primeira madeira empregada em móveis foi a madeira nativa, que tem alta resistência física e mecânica, durabilidade e usabilidade. Mas com

o avanço das tecnologias as madeiras passaram a ser utilizadas em forma de lâminas, o que otimiza a utilização da matéria-prima e garante maior sustentabilidade na produção.

“Os painéis apresentam excelente estabilidade dimensional e alto nível de desempenho, resistindo ao empenamento. Sem veios ou nós, permitem corte e usinagem em qualquer direção” BNDES (2007, p.74).

Segundo o BNDES (2007) os painéis de madeira são a principal matéria-prima da indústria de móveis residenciais no Brasil, sendo encontrados na produção de móveis para escritórios, gabinetes de banheiro, copa e cozinha, racks e estantes.

2.6 MOBILIÁRIO NA ERA FAB LAB

Segundo relatório do BNDES (2007), em 1999 o Brasil era o 18º maior exportador de móveis mundial, e até 2007 as exportações aumentaram 158%. Porém, as principais inovações no setor de móveis no país nos últimos anos foram no aprimoramento da matéria-prima, principalmente a madeira, e pouco se inovou em tecnologia de produção e design. O quadro 2 mostra as principais características dos móveis no setor moveleiro no Brasil, que representa 60% do faturamento total.

Quadro 2 - Principais Características do Seguimento de Móveis de Madeira para Residência

Principais Características do Segmento de Móveis de Madeira para Residência					
TIPO DE MÓVEL	PRODUÇÃO	MATÉRIA-PRIMA PREDOMINANTE	PORTE DAS EMPRESAS	PRINCIPAL MERCADO CONSUMIDOR	GRAU DE TECNOLOGIA
Torneado	Seriada	Madeira de reflorestamento, especialmente serrado de pinus	Médias e grandes	Exportação	Alto
	Sob encomenda	Madeiras de lei, em especial serrado de folhosas	Micro e pequenas	Mercado nacional, em especial para as classes média e alta	Baixo, quase artesanal
Retilíneo	Seriada	Aglomerado	Médias e grandes	Mercado nacional, em especial para as classes média e baixa	Alto
	Sob encomenda	Compensado e aglomerado	Micro e pequenas	Mercado nacional, em especial para as classes média e baixa	Médio

Fonte: Estudo da Competitividade. Elaboração: BNDES (2007).

Para Rosa et al. (2007) “o design desempenha papel considerável para a competição entre os fabricantes de mobiliário, em especial no que diz respeito à faixa superior do mercado”. Os móveis produzidos em

série correspondem a empresas maiores e com maior emprego da tecnologia na produção. Elas produzem móveis retílineos, lisos e sem detalhes sofisticados, os quais geralmente são transportados desmontados e a montagem é realizada posteriormente na casa do cliente final. Porém, essa dinâmica exige preocupação com a mão-de-obra para realizar essas montagens, que geralmente são de um grau de dificuldade elevado.

O design tem como uma de suas finalidades focar na funcionalidade dos produtos. E um exemplo disso é a empresa sueca IKEA, a qual na década de 1950 introduziu no mercado uma nova geração de móveis, os chamados “*Ready to Assemble*” (RTA). O mobiliário RTA, traduzido para “Pronto para Montar”, é produzido de forma que o consumidor final consiga montá-lo facilmente utilizando nenhuma ou poucas ferramentas comuns, facilmente encontradas.

Os tipos RTA fazem parte de uma nova geração de móveis produzidos com painéis de madeira. Possuem as mesmas vantagens dos móveis seriados comuns e são de fácil produção, estocagem e montagem. Por causa dessas características, são móveis de fácil produção em um ambiente de fabricação digital como os Fab Labs.

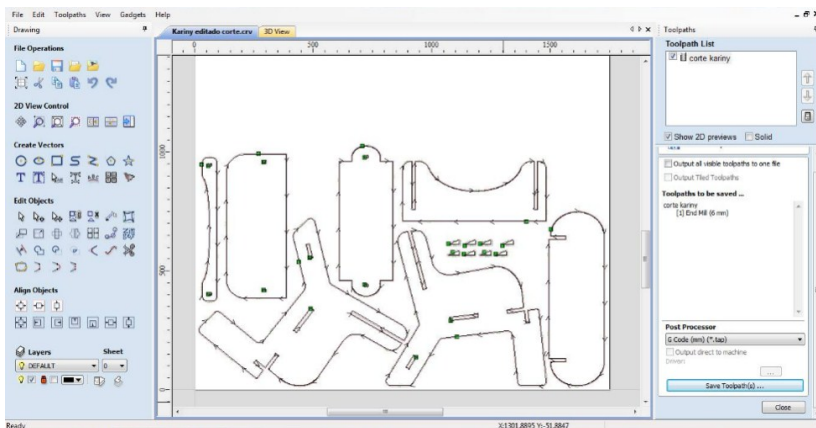
2.6.1 Formas de fabricação

Com o arquivo digital e os equipamentos de fabricação digital, é possível reproduzir o móvel fielmente ao que foi projetado, ou, se desejado, realizar alterações para que ele seja personalizado. A modelagem digital é conhecida pela maioria dos designers de produto e está presente nos cursos técnicos e de graduação e é importante para a visualização dos projetos, para execução de protótipos digitais ou para a fabricação digital. O compartilhamento da modelagem 3D de um produto permite a reprodução de móveis em oficinas, independente de onde elas estejam localizadas. Isso expande a produção de móveis, possibilitando os *makers* a fabricar seus próprios móveis personalizados.

Um dos processos para produção de móveis nos Fab Labs é utilizando as máquinas CNC. É possível aproveitar a precisão da máquina, a tolerância e as flexibilidades na modelagem para realizar projetos com formas estéticas mais orgânicas do que as comuns, e que possuam encaixes com bom acabamento.

No processo, o material, geralmente um painel de madeira, é cortado em formatos previamente organizados digitalmente em 2D ou 3D (Figura 21).

Figura 21 - O arquivo digital no software da CNC



Fonte: Cândido (2016, p.127)

Depois do corte (Figura 22), essas peças são removidas da plataforma, recebem acabamento e já podem ser montadas.

Figura 22 - O material sendo cortado no formato do arquivo digital



Fonte: Cândido (2016, p.127)

Dentro do ambiente Fab Lab também são encontrados móveis em que alguns componentes são fabricados por meio de impressão 3D. Silva (2016) cita como exemplo o estúdio alemão Minale-Maeda, o qual criou uma série de elementos de conexão que foram impressos na técnica de prototipagem digital de Sinterização Seletiva a Laser - SLS (Figura 23).

Figura 23 - Junção impressa em SLS



Fonte: minale-maeda, web (2016)¹²

Uma das abordagens de montagem utilizadas em produtos RTA e muito difundida atualmente entre os *makers* são os móveis de encaixes (Figura 24), os quais eliminam a necessidade de montagem secundária (parafusos ou pregos) incorporando a lógica de montagem na geometria de cada componente.

¹² Disponível em: <<http://www.minale-maeda.com/filter/PROJECTS/KEYSTONES>> Acesso em: 10 maio 2017

Figura 24 - Móveis de encaixes



Fonte: Web (s.a)¹³

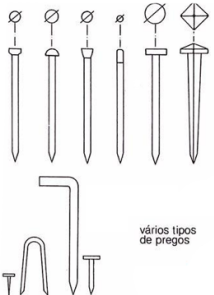
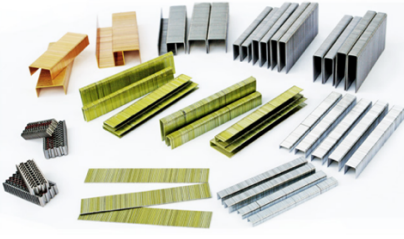
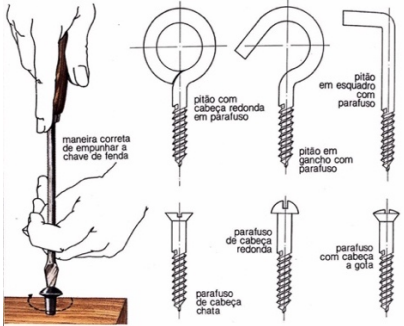
É possível encontrar também projetos que mesclam a montagem com encaixes à utilização de parafusos e outros tipos de junções.

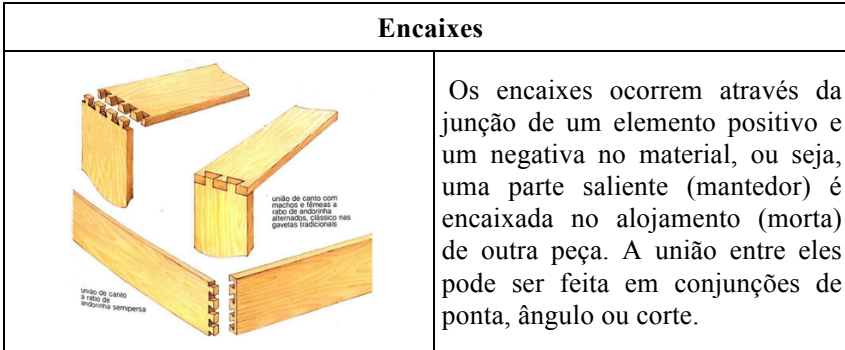
2.6.2 Tipos de junções e encaixes

Para montagem e fixação de um móvel são necessários conectores, que podem ser feitos através de junções ou de elementos secundários. Esses elementos geralmente são produzidos por outras indústrias, o que nem sempre garante a mesma qualidade do móvel. Os elementos mais comuns são descritos no quadro 3 com informações retiradas de Donzelli (1982).

¹³ Disponível em: <<http://revistacasaedjardim.globo.com/Revista/Common/0,,EMI338285-18516,00.html>> Acesso em: 13 jun. 2017

Quadro 3 - Tipos de junções e encaixes

Pregos	
 <p>vários tipos de pregos</p>	<p>Possuem uma ponta facetada (cabeça), são cortantes tanto na ponta quanto ao longo dos lados, penetrando facilmente na madeira. Os tipos de pregos existentes variam entre comprimento, tipo de cabeça e formato.</p>
Grampos	
	<p>Similares aos pregos, os grampos são colocados através de grampeadores. Eles possuem um lado pontiagudo e o outro com uma conexão chamada coroa, que pode ser reta ou curva. Além do tipo de coroa os grampos também se diferenciam conforme o tamanho.</p>
Parafusos	
 <p>maneira correta de empunhar a chave de fenda</p> <p>parafuso com cabeça redonda em parafuso</p> <p>parafuso em gancho com parafuso</p> <p>parafuso em esquadro com parafuso</p> <p>parafuso de cabeça redonda</p> <p>parafuso com cabeça a gôta</p> <p>parafuso de cabeça chata</p>	<p>Geralmente mais resistente do que a união feita com pregos, e com a possibilidade de fácil desmontagem, os parafusos podem ser utilizados em madeira e ferro, servindo para unir os dois materiais. Os parafusos possuem uma rosca em seu comprimento, e variam conforme o tipo da rosca, o passo e a cabeça.</p>



Fonte: Da autora (2017).

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO

Concluída a base teórica para o projeto, inicia-se agora a fase de Imersão em Profundidade, com a análise de público-alvo, estudo de similares e pesquisa ergonômica e antropométrica, e posteriormente a fase de Ideação, com a geração do móvel.

3.1.1 Análise diacrônica

Para conhecer a evolução da técnica ao longo do tempo e levantar as características do projeto desenvolvido, é realizada a análise histórica de como a técnica foi criada e aplicada em produtos.

O uso da técnica para curvar a madeira de forma artesanal existe a anos, porém não foram encontrados registros de quando começou a ser utilizado em mobiliário. Com o desenvolvimento rápido das tecnologias de Fabricação Digital, inúmeras opções de produção foram surgindo de maneira a incorporar soluções inovadoras. Segundo a Dukta (dukta.com), a ideia de utilizar as tecnologias de Fabricação Digital surgiu em 2007, do desejo do então estudante Christian Kuhn, do curso de formação do Instituto de Design e Tecnologia na Universidade das Artes de Zurique, em construir uma plataforma de múltiplos elementos de madeira curvada. Foram anos de pesquisa e experimentos de flexão da madeira, até que em 2009 um projeto de pesquisa foi proposto para começar o desenvolvimento de produtos. Em 2011 foi fundada a

empresa Dukta e a partir daí a técnica se difundiu principalmente pela Europa.

Depois que o laboratório holandês Snijlab apresentou em 2011 uma capa de caderno (Figura 25) utilizando a técnica com corte à laser, muitos *Makers* se interessaram em reproduzi-la em seus produtos. Desde então, diversos produtos utilizando a madeira flexível surgiram, geralmente criações de designers autônomos que distribuem seus arquivos pela rede.

Figura 25 - Capa de caderno fabricada pelo laboratório holandês Snijlab



Fonte: Makezine, web (2011)¹⁴

3.1.2 Análise sincrônica

A análise sincrônica tem o intuito de avaliar os produtos similares ao projetado, a fim de conhecer os produtos existentes no mercado e identificar suas qualidades e problemas.


Pela análise dos produtos similares (Quadro 4) foi possível perceber que a madeira flexível ainda é pouco utilizada em móveis,

¹⁴ Disponível em: <<http://makezine.com/2011/10/25/plywood-living-hinge-technique-for-laser-cutters/>> Acesso em: 19 maio 2017

estando presente mais em pequenos objetos cortados a laser principalmente.


Todos os móveis analisados são de algum tipo de madeira e possuem a aplicação da técnica de *Kerf Bending* em sua produção. Para uma análise mais ampla, foram escolhidos móveis variados pois o tipo do móvel será decidido posteriormente a partir da análise dos desejos e necessidades do público-alvo.

Quadro 4 - Análise sincrônica

Aparador A-Linea	
	<p>Por: Pauline Coudert e Laurent Chabrier</p> <p>Dimensões: 165 x 48 x 66cm</p> <p>Aparador em madeira. Os cortes nas laterais as deixa curvadas e substitui as dobradiças das portas. Além de diminuir os custos com junções de metal confere uma aparência diferenciada ao móvel.</p> <p>Fonte: radproduct, web (s.a).</p>
Console D-Form	
	<p>Por: Laurent Chabrier</p> <p>Dimensões: 100 x 95 x 30 cm</p> <p>Console em madeira de Carvalho. Utiliza os cortes em todas as quinas do móvel, o que possibilita de ser produzido com apenas uma chapa de madeira.</p> <p>Fonte: radproduct, web (s.a).</p>

Sofá Duke	
	<p>Por: Laurent Chabrier</p> <p>Dimensões: 200 x 78 x 80 cm</p> <p>Produzido em madeira de Carvalho, os cortes servem para arredondar os cantos e permitem a passagem de luz, mudando o visual do móvel.</p> <p>Fonte: radproduct, web (s.a).</p>
Banco Pop Up	
	<p>Por: Fries & Zumbühl para a Duktá</p> <p>Produzido com uma única chapa de madeira, este banco possui um design orgânico possibilitado pela maleabilidade proveniente dos cortes.</p> <p>Fonte: architonic, web (2013).</p>
Cadeira Alicia	
	<p>Por: Gregg Fleishman</p> <p>Compensado laminado preto com cortes em grandes dimensões. O padrão cortado em uma chapa de madeira vai do encosto aos pés e o encaixe no assento causa a curva do encosto e o formato da cadeira.</p> <p>Fonte: Greggfleishman, web (2008).</p>

Estante A-Board	
	<p>Por: Tomas Schön's</p> <p>Dimensões: 210 x 48 x 31</p> <p>Produzida com uma única placa de compensado. As prateleiras são presas a uma corda que quando puxada encurva os cortes no material e faz as prateleiras ficarem perpendiculares.</p> <p>Fonte: inhabitat, web (2012).</p>
Cadeira Protheus	
	<p>Por: Suneet Sharma</p> <p>Produzida em compensado, esta cadeira possui um sistema que a possibilita ser ajustada em diversos formatos. Tornando-a um móvel funcional em várias situações e para um público variado.</p> <p>Fonte: behance, web (2014).</p>
Cadeira KerFutel #01	
	<p>Por: Boris Goldberg</p> <p>Peças de compensado de madeira de bordo montadas com encaixes. Os cortes realizados permitem que ela tenha um formato com curvas com múltiplos ângulos, em uma única placa de madeira. O estofado esconde os cortes.</p> <p>Fonte: behance, web (2014).</p>

Banco Spring Wood	
	<p>Por: Carolien Laro</p> <p>Produzido em madeira. Utiliza madeira flexível no assento e quatro rodas na ponta dos pés, o assento é plano, mas cede quando aplicada a força com o peso do corpo, tornando-o mais confortável.</p> <p>Fonte: journal du design, web (2011).</p>

Fonte: Da autora (2017).

3.1.3 Pesquisa de público-alvo

Nessa fase do projeto é realizada uma pesquisa de público-alvo que segundo Vianna et al. (2012) é importante para identificar os comportamentos dos possíveis consumidores e mapear seus padrões e necessidades.

Pela análise das pesquisas teóricas foi constatado que o público que deve ser contemplado neste projeto são os *makers*. Para Gonçalves (2016, p.87) “O *maker* é um novo tipo de artesão, um fazedor ligado virtualmente ao Mundo. Usando a Internet, partilha ideias, contribui noutras, produz e divulga objetos”.

3.1.4 Questionários

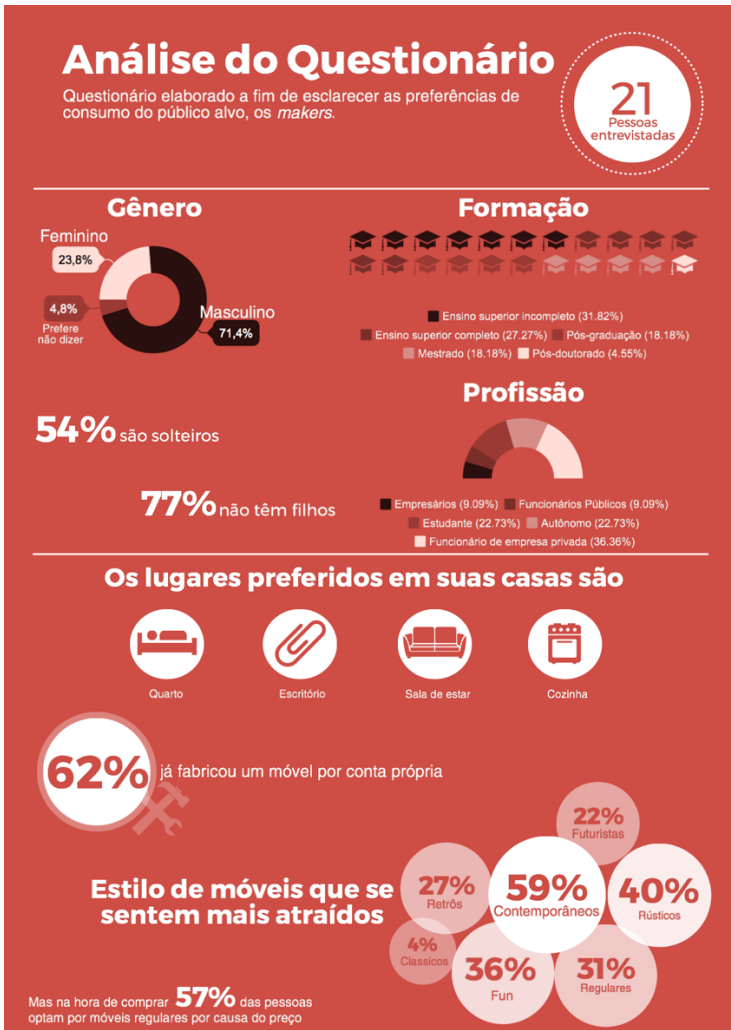
A fim de esclarecer as preferências de consumo do público-alvo, foi elaborado um questionário o qual foi enviado à grupos de *makers* no Facebook (facebook.com), e por e-mail para os participantes da Rede Fab Lab Brasil. As respostas foram coletadas entre os dias 19 de maio e 5 de junho, e analisadas posteriormente.

O questionário (Apêndice A) é composto por 17 perguntas, fechadas e abertas, sobre as preferências do público-alvo no estilo, utilização, compra e desenvolvimento de móveis, além de questões demográficas para maior entendimento dos usuários. Os resultados do questionário mostraram um perfil comum entre os respondentes: a maioria são homens de classe média, e a quase totalidade possuem no

mínimo o ensino superior como grau de escolarização. Eles também não possuem filhos e já fabricaram móveis por conta própria.

Foi elaborado um infográfico como meio de sintetizar os resultados encontrados no questionário, como mostra a figura 26.

Figura 26 - Análise do questionário



Fonte: Da autora (2017).

Pelas respostas recebidas no questionário, pode-se constatar maior afinidade do público a móveis contemporâneos, com design como agregador de valor, apesar de a maioria das pessoas ainda comprar móveis regulares levando em consideração que o preço dos mesmos geralmente é inferior. Também foi possível apurar os ambientes mais frequentados e queridos pelos *makers*, os quais são geralmente o quarto, sala ou escritório, utilizados na maioria das vezes para trabalho, ressaltando uma tendência de *home office* (trabalho em casa). Assim, por meio desses dados, conclui-se que o projeto será destinado ao ambiente de trabalho em casa, aplicando a técnica de *Kerf Bending* em uma mesa de trabalho com nichos para organização.

Com o resultado do questionário e as informações obtidas na Fundamentação Teórica sobre o perfil dos *makers*, um painel visual pode ser criado para melhor expressar as características do público-alvo.

3.1.5 Painel Semântico do público-alvo

Foram selecionadas imagens que representam as principais características do público-alvo, e expostas em um painel, como forma de ilustrar essas características e auxiliar no entendimento do público-alvo.

Unindo as informações decorridas da fundamentação teórica com as obtidas no questionário, foram escolhidas quatro palavras para representarem os *makers*, são elas: Criativos, Despojados, Conectados e Colaborativos. Essas palavras são apresentadas na figura 27 junto a imagens que as representam.

Figura 27 - Painel Semântico do público-alvo


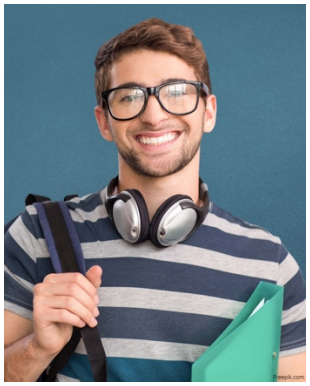
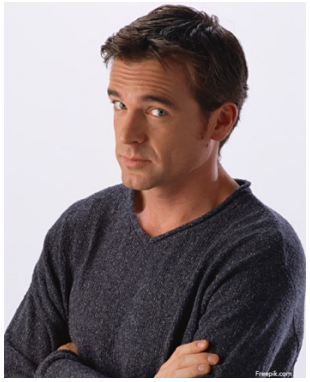


Fonte: Da autora (2017).

3.1.6 Personas

Para um maior esclarecimento de quem é o público-alvo, são geradas personas, “personagens ficticiais, concebidos a partir da síntese de comportamentos observados entre consumidores com perfis extremos” Vianna et al. (2012), as quais apresentam as características principais dessas pessoas, como hábitos e gostos. Esses perfis de possíveis usuários são gerados através de pesquisas e do questionário aplicado. As personas são apresentadas no quadro 5.

Quadro 5 - Personas

	<p>Simone é solteira, não tem filhos e mora sozinha. É autônoma, trabalha na sala de sua casa, local onde passa maior parte do dia. Nunca fabricou um móvel mas tem muito interesse no assunto. Gosta de móveis com estilo rústico, por isso costuma adquiri-los em lojas de decoração ou com fabricantes artesanais.</p>
	<p>Gustavo é estudante, solteiro, ainda mora com a família e por isso passa a maior parte do tempo em seu quarto, onde estuda e trabalha. Tem um estilo mais despojado, por isso gosta de móveis futuristas e também móveis divertidos, que remetam a coisas conhecidas como personagens, jogos, e objetos do dia a dia. Costuma comprar seus móveis em lojas varejistas pois se preocupa com o preço do móvel na hora de comprar.</p>
	<p>Carlos é pós-graduado e trabalha em uma empresa privada, é casado e mora com a família. Quando está em casa, costuma passar a maior parte do tempo em seu escritório trabalhando. Gosta de móveis contemporâneos e já fabricou alguns, inclusive no Fab Lab que participa.</p>

3.1.7 Lista de necessidades

Pelas pesquisas realizadas com o público-alvo é possível listar algumas necessidades dessas pessoas para elucidar o que realmente elas buscam em um produto, e auxiliar no desenvolvimento de um projeto que contempla os desejos e necessidades do usuário. Essa lista também servirá como subsídio para a definição dos requisitos do projeto. As necessidades são:

O compartilhamento do design via rede;

Um móvel de trabalho que pode ser instalado em casa ou outro ambiente;

O estilo mais desejado é o contemporâneo;

O custo de produção não pode ser alto, mantendo um valor igual ou menor do que os móveis vendidos por grandes varejistas.

3.1.8 Ergonomia e Antropometria

É fundamental para um projeto o estudo ergonômico e antropométrico do usuário. O produto é projetado para o uso humano, por isso o design deve ser baseado nas características físicas e mentais do público-alvo. Este projeto busca ser universal e abranger as diversas características dos seus possíveis usuários.

Segundo Pheasant (1998) os critérios para um projeto de sucesso são funcionalidade, facilidade de uso, conforto, saúde, segurança, e qualidade de trabalho. Quando aplicados ao design de um ambiente de trabalho requerem atenção em fatores como a postura, o alcance, a força realizada, o espaço necessário e os limites do usuário (levando em consideração dificuldades motoras e cognitivas).

Assim, na elaboração do projeto serão considerados os seguintes dados:

Dimensões da mesa de trabalho – A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) possui normas que especificam as características físicas e dimensionais para ambientes de trabalho. A norma NBR-13966 (Quadro 6) classifica as dimensões mínimas e máximas para uma mesa de trabalho.

Quadro 6 - Dimensões, em milímetros, para mesa de trabalho segundo a norma NBR-13966

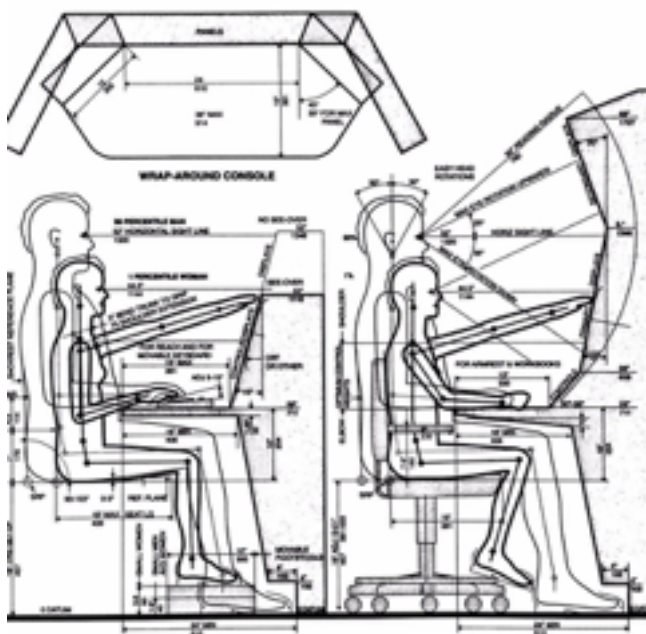
Código	Nome da variável	Valor	
		mínimo	máximo
h1	Altura da mesa de trabalho	720	750
l1	Largura da mesa de trabalho	800	
p1	Profundidade da mesa de trabalho	600	1100
a	Altura livre sob o tampo	660	
b	Profundidade livre para os joelhos	450	
c	Profundidade livre para os pés	570	
e	Largura livre para as pernas	600	

Fonte: ABNT, NBR-13966

Área de alcance/trabalho – A área de alcance é considerada o espaço o qual um objeto pode ser alcançado sem esforço indevido. Para uma pessoa sentada em frente à mesa de trabalho segundo, Pheasant (1998), área máxima horizontal de alcance está no raio entre 1600 mm de largura por 500 mm de profundidade, variando conforme o ângulo de rotação do ombro da pessoa (Figura 28). Essas informações incluem o percentil 5% e pode ser aplicada para homens e mulheres.

Ainda segundo Dreyfuss (1967) o alcance máximo na vertical para uma mulher percentil 1 sentada está na área entre 1308 mm de altura por 1144 mm de profundidade (Figura 30). Para acomodar a posição correta dos joelhos do usuário, a bancada deve possuir no mínimo 735 mm e no máximo de altura, abrangendo assim usuários cadeirantes.

Figura 30 - Alcance vertical dianteiro para uma pessoa sentada à mesa



Fonte: Dreyfuss (1967).

As dimensões de nichos, gavetas ou outros compartimentos e suas localização no móvel também são importantes no estudo ergonômico. Nessa etapa foram estudadas as alturas mínima e máxima dos compartimentos, afim de ser acessível foi analisado o perfil de um cadeirante. A figura 31 demonstra as áreas de alcance de uma pessoa utilizando cadeira de rodas, onde o alcance máximo dianteiro é entre 380 mm e 1220 mm a partir do chão, e o alcance lateral fica entre 230 mm e 1370 mm quando não há obstáculos e até 1170 mm quando há obstáculos como mesas e armário na parte inferior.

Quadro 7 - Requisitos de Projeto

	Requisito	Objetivo	Classificaçã o	Origem
1	<i>Kerf bending</i>	Utilizar a técnica estudada e suas possibilidades de aplicação.	Obrigatório	Fundamentação teórica
2	Madeira	A madeira compensada é considerada como melhor material para a utilização da técnica.	Obrigatório	Fundamentação teórica
3	Fácil montagem	Utilizar poucas junções e encaixes.	Desejável	Fundamentação teórica
4	Fácil transporte	Ser possível de separar em poucas peças, sem não ser espaçoso.	Desejável	Fundamentação teórica
5	Resistência	Resistir às forças realizadas sobre o material e os cortes.	Obrigatório	Fundamentação teórica
6	Design atraente	Estilo contemporâneo para atender às preferências dos consumidores.	Desejável	Questionário
7	Open Design	Ser compartilhado em plataformas <i>CopyLeft</i> .	Obrigatório	Fundamentação teórica
8	Móvel para trabalho e organização	Ser utilizado em um ambiente de trabalho ou estudo.	Desejável	Questionário
9	Dimensões máximas: 972 x 500 (l x p)	Conforto do usuário	Obrigatório	Análise antropométrica
10	Baixo Custo	Utilizar material barato e poucas peças.	Desejável	Questionário

Fonte: Da autora (2017).

A partir da análise dos requisitos é iniciada a etapa de ideação do projeto, onde ocorre a criação e o desenvolvimento do produto, que

nesse caso deverá ser um móvel de madeira, utilizando a técnica de *kerf bending*, que seja resistente, possua as dimensões requisitadas e seja compartilhado em plataformas *CopyLeft*.

3.3 IDEACÃO

Na fase de ideação busca-se gerar ideias inovadoras por meio da criatividade para contemplar os critérios definidos. Nessa fase todas as ideias são aceitas durante a primeira fase de criação. Para Vianna et al. (2012) perspectivas ousadas podem gerar soluções inovadoras.

Para iniciar essa etapa foi definido o conceito do produto, que servirá como guia para a geração de alternativas.

3.3.1 Definição de conceito

O conceito exprime os significados que descrevem o produto, os quais foram explorados durante a fase de imersão do projeto. Nesta etapa, foram escolhidas três palavras-chave para descrever o conceito do móvel, são elas: Prático, Acessível e Contemporâneo. A praticidade deverá estar presente na funcionalidade do móvel e também no seu transporte e montagem, já que será um móvel fabricado diretamente pelo usuário. A acessibilidade representa o fácil acesso ao projeto, que poderá ser encontrado online para fabricação, e também a acessibilidade financeira (baixo custo). E, guiado pela pesquisa com o público alvo, o conceito de contemporaneidade estará presente pois é o estilo que mais atrai os consumidores.

Imagens que simbolizam essas palavras-chave foram reunidas em um painel semântico (Figura 32) para expressar melhor os significados do produto.

Figura 32 - Painel de conceito

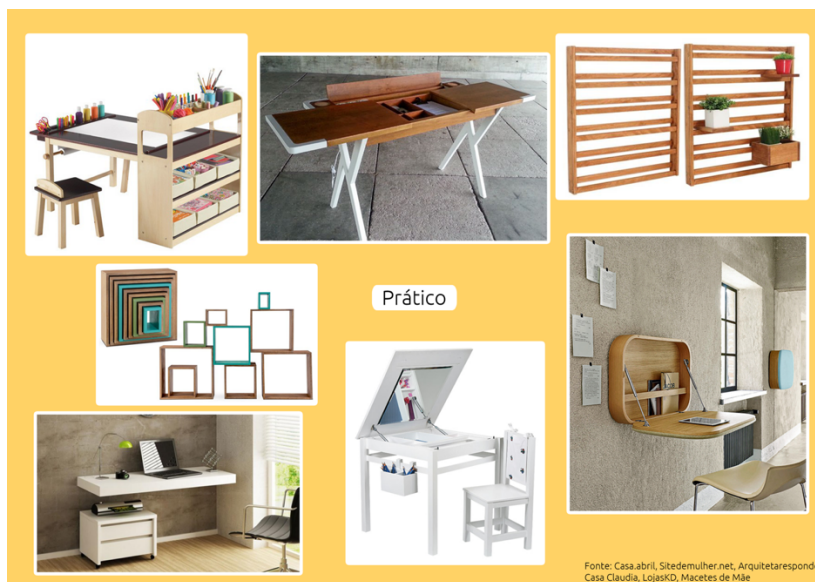


Fonte: Da autora (2017).

Para auxiliar no processo de criação, também foram elaborados painéis visuais com imagens e produtos associadas à cada palavra-chave conceitual. Esses painéis permitem a visualização de objetos para inspiração de formas, funções, contextos, entre outros.

No painel semântico que representa a praticidade (Figura 33), ela pode ser observada na funcionalidade dos produtos apresentados. Eles possuem diversas funções, acessórios e mecanismos úteis para o trabalho e a organização. Alguns também se caracterizam por serem compactos, facilitando sua instalação por alguém que trabalha em casa.

Figura 33 - Pannel visual: Prático



Fonte: Da autora (2017).

Para representar a acessibilidade (Figura 34) foram escolhidas imagens que representam o *CopyLeft* e também móveis acessíveis às pessoas no dia a dia, que podem ser facilmente encontrados ou criados, sem gerar grandes despesas.

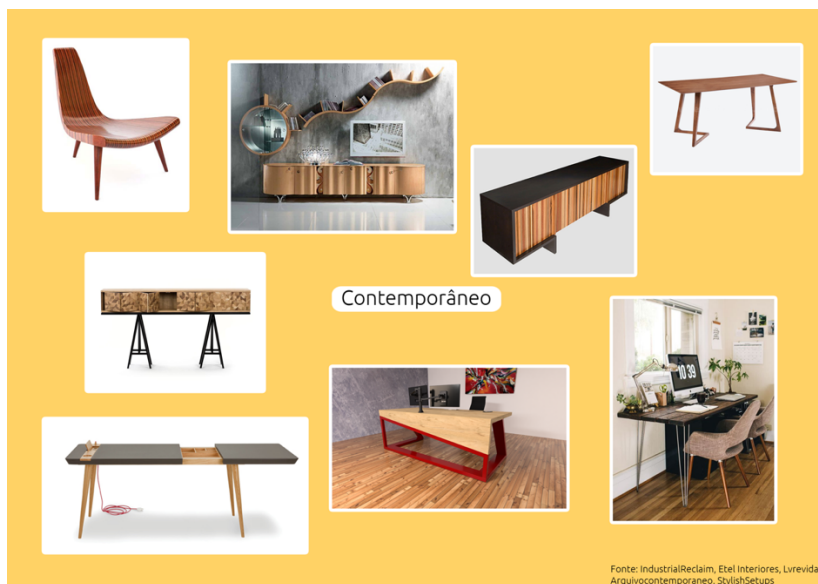
Figura 34 - Painel visual: Acessível



Fonte: Da autora (2017).

No painel da contemporaneidade (Figura 35) estão objetos e ambientes que representam esse estilo, conceituados por livros, revistas ou blogs de design e decoração.

Figura 35 - Painel visual: Contemporâneo



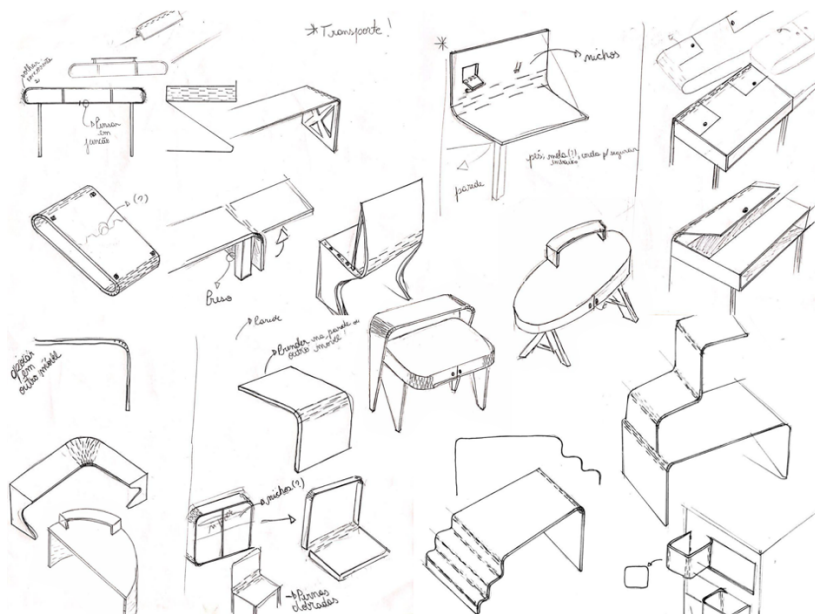
Fonte: Da autora (2017).

Estabelecidos os conceitos do projeto, o processo de criação é iniciado através da geração de alternativas para o móvel.

3.3.2 Geração de alternativas

Durante a geração de alternativas as ideias foram concebidas sem julgamento prévio, de forma que a criatividade não fosse bloqueada, permitindo que alternativas diferentes surgissem no processo. Essas ideias foram retratadas através de desenhos manuais, exibidos na figura 36.

Figura 36 - Processo de criação



Fonte: Da autora (2017).

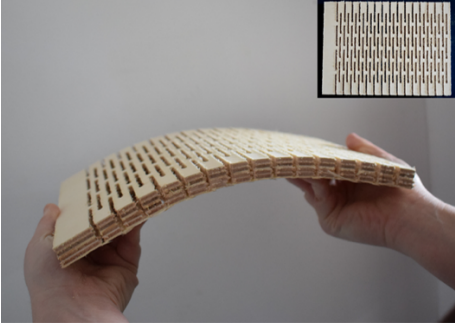
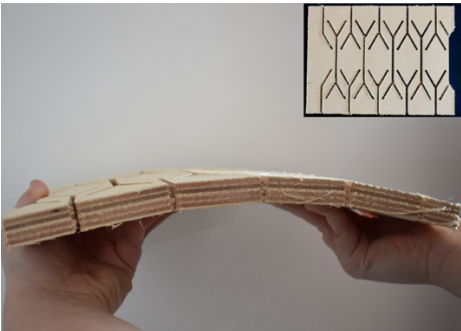
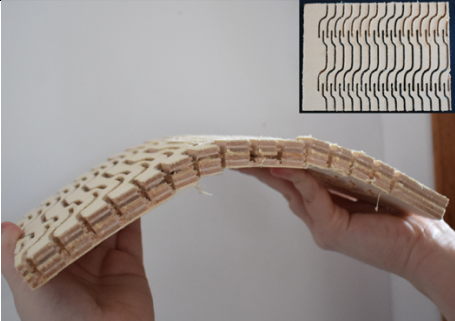
Concomitante à geração de alternativas, foram realizados testes em madeira compensada para averiguar os padrões de corte e suas características.

3.3.3 Testes em madeira

Para validar a técnica de flexão da madeira e examinar os diferentes padrões disponibilizados, foram realizados testes em chapas de madeira compensada que foram cortadas em equipamento CNC.

Os primeiros testes foram executados com os padrões disponibilizados online apresentados na figura 14, em uma chapa de compensado com 15 milímetros de espessura por uma fresa de 4 milímetros de diâmetro. Os padrões foram cortados em placas de 250x200mm de dimensão, as quais foram analisadas pela qualidade dos cortes, como elas se comportam quando torcionadas, e a resistência da madeira conforme o padrão cortado, como pode ser observado no Quadro 8.

Quadro 8 - Processo de criação

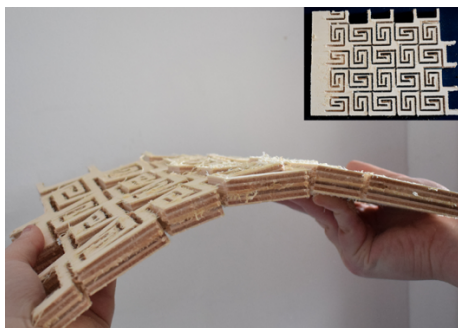
Corte Padrão Reto	
	<p>O mais comum nos objetos encontrados na internet, é composto por linhas retas intercaladas que nesse caso foram afastadas a uma distância 1x1, cada milímetro de espessura dos cortes corresponde a um milímetro de distância entre eles. Esse padrão apresentou um corte sem falhas, e bastante rigidez, o que diminuiu a curvatura quando torcionado.</p>
Corte Padrão Cross	
	<p>Composto por linhas retas em formato de “Y”, intercaladas, que unidas formam uma espécie de colmeia. Esse padrão possui mais área rígida – sem cortes – e por isso não é muito flexível, porém apresenta uma resistência grande à força aplicada.</p>
Corte Padrão Onda	
	<p>O padrão em formato de onda também intercala os cortes. Apesar de ser bastante rígida, essa forma permite uma grande flexão da chapa, possibilitando a criação de um ângulo maior do que 90° até o início do rompimento.</p>

Corte Padrão Diamante



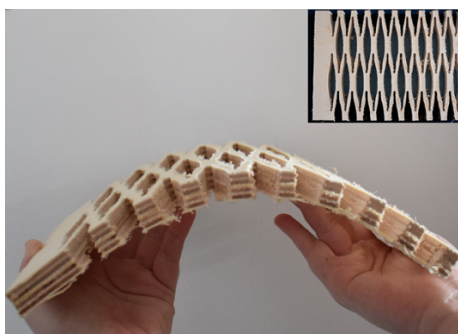
É formado por losangos intercalados. Também é um formato muito flexível, mas por causa da sua grande área de corte não possui tanta resistência às forças exercidas sobre ele.

Corte Padrão *Fabric*



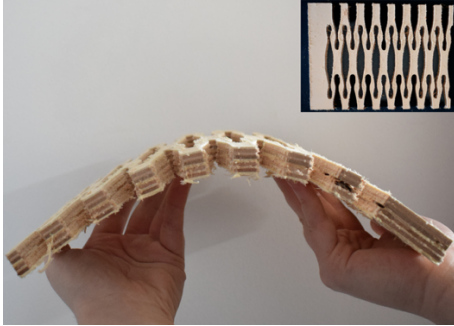
Constituído por linhas retas que formam uma espécie de labirinto, apresentou dificuldades na realização dos cortes. Para solucionar isso em um projeto deve ser observado onde o corte externo será feito, o que dificulta no momento de dimensionar o produto. Quando torcido esse padrão reage formando uma curva fragmentada e bastante frágil à rompimentos.

Corte Padrão *Brackets*



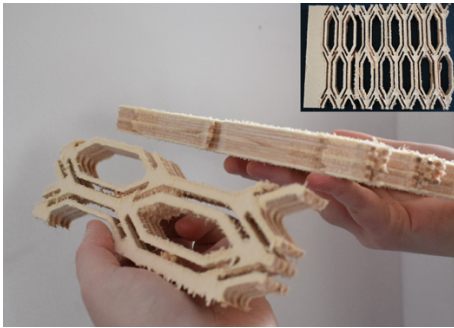
É constituído por linhas curvas que formam uma folha, essa forma é disposta intercaladamente na placa e é removida após o corte. Esse padrão apresentou grande flexibilidade e resistência à torção apesar de possuir pouca área rígida.

Corte Padrão Pino de Boliche



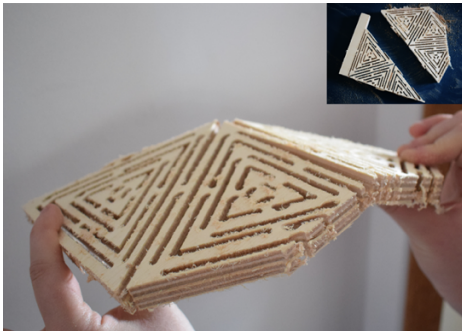
O padrão com formato de pinos de boliche intercalados apesar de possuir bastante área livre mostrou uma alta resistência às forças aplicadas sobre ele e um grau de torção razoável.

Corte Padrão Hexágono

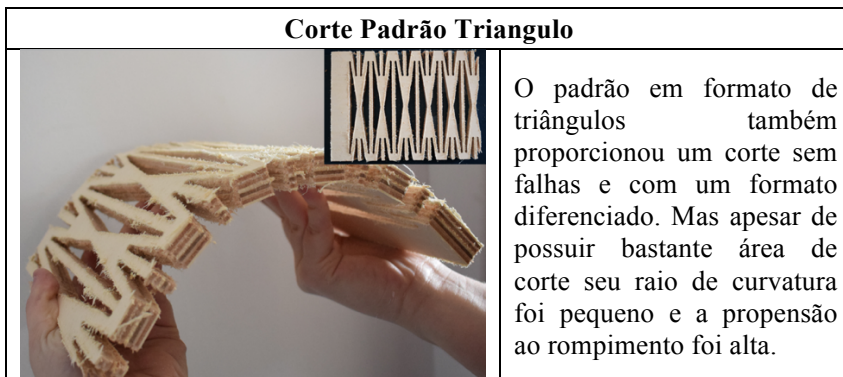


Formado por hexágonos alinhados, esse padrão se tornou muito delicado devido à proximidade de alguns cortes. A madeira rompeu no momento da retirada da placa e outros pontos de tensão ficaram muito frágeis, impossibilitando a torção da placa.

Corte Padrão Geodésico



Mostrou-se o mais frágil de todos. Constituído por linhas que formam triângulos circunscritos, ele se rompeu durante o corte devido à proximidade das linhas. O padrão possui muitas linhas de cortes em diferentes direções, ficando quebradiço à menor força aplicada.



Fonte: Da autora (2017).

Após a análise de todos os cortes foram selecionados para novos testes os padrões Reto, Onda e Pino de Boliche, os quais mais agradaram por sua resistência e elasticidade.

O Padrão Reto (Figura 37) foi o corte que apresentou mais resistência, mas pouca maleabilidade, o que torna possível utilizá-lo apenas em grandes escalas ou curvas com maior ângulo.

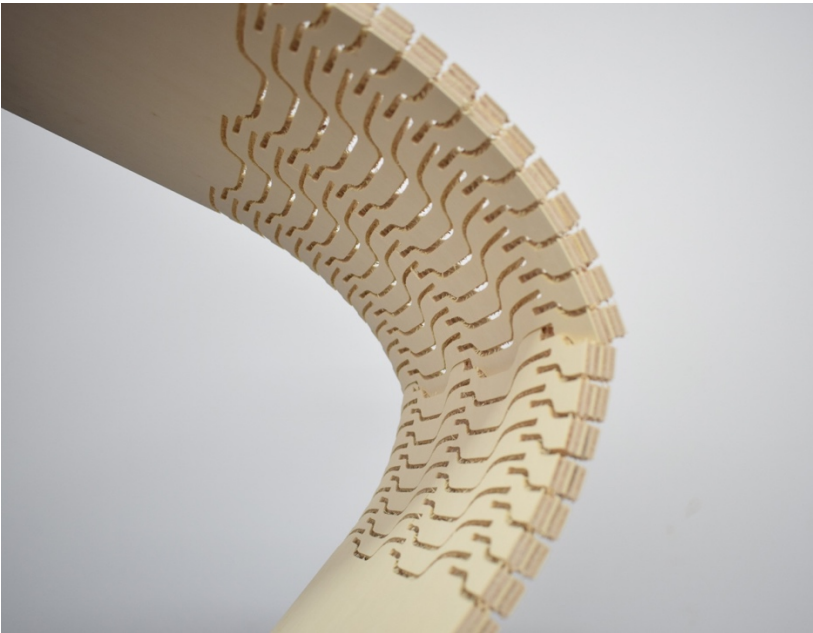
Figura 37 - Padrão Reto



Fonte: Da autora (2017).

O Padrão Onda (Figura 38), apresentou média resistência e média maleabilidade, com um corte de 30 cm de comprimento foi possível realizar uma curvatura de 90°.

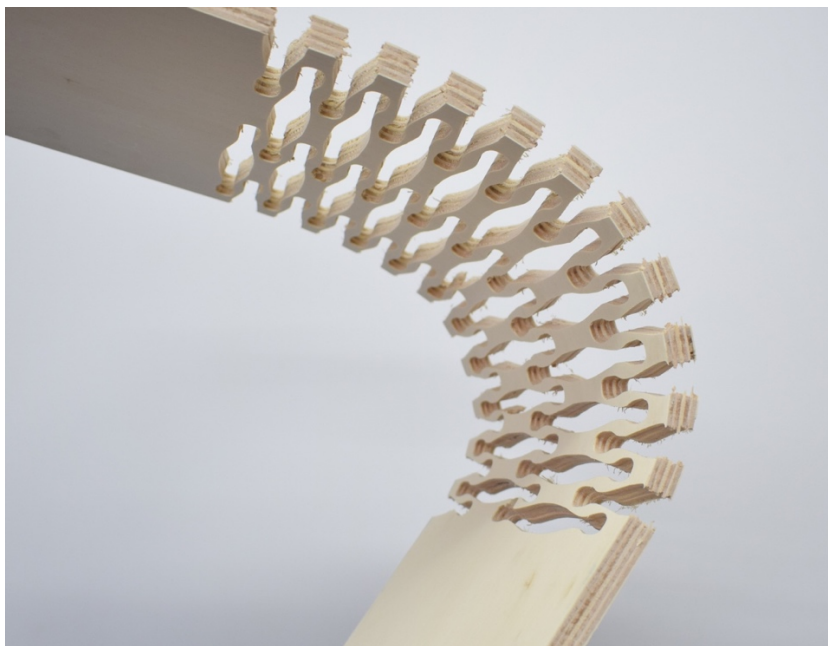
Figura 38 - Padrão Onda



Fonte: Da autora (2017).

O Padrão Pino de Boliche (Figura 39) mostrou-se o mais maleável, no corte de 30 cm foi possível curva-lo em um ângulo de aproximadamente 270°, porém sua resistência é a mais baixa entre os três padrões testados. Nesse caso há a necessidade de utilizar outras formas de garantir a resistência da superfície conforme a aplicação do corte.

Figura 39 - Padrão Pino de Boliche



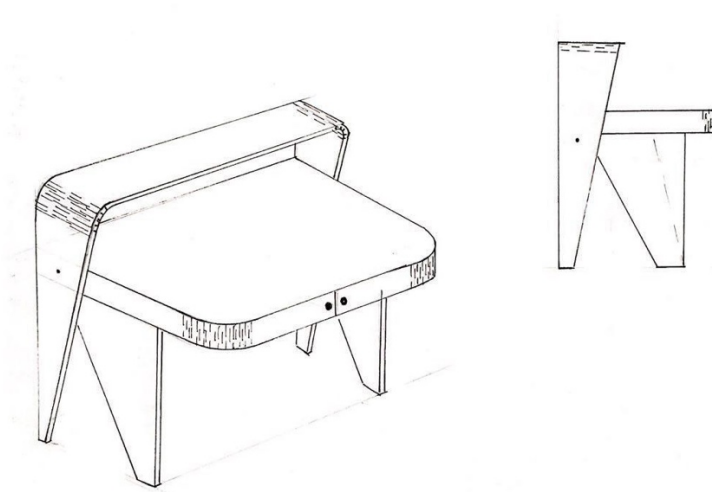
Fonte: Da autora (2017).

A partir dessa análise foi possível ter noção das possibilidades de utilização de cada padrão e como ele seria aplicado nas alternativas.

3.3.4 Refinamento das alternativas

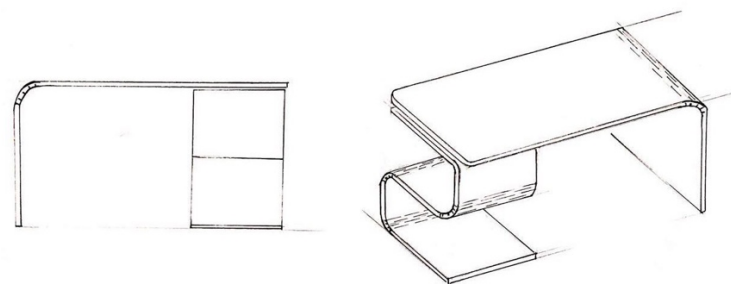
Com um conhecimento aprofundado sobre o emprego do Kerf Bending e suas possíveis aplicações, foram criadas 6 alternativas a partir das ideias geradas anteriormente para serem testadas e analisadas. Essas alternativas são apresentadas nas Figuras 40 a 45.

Figura 40 - Alternativa 1



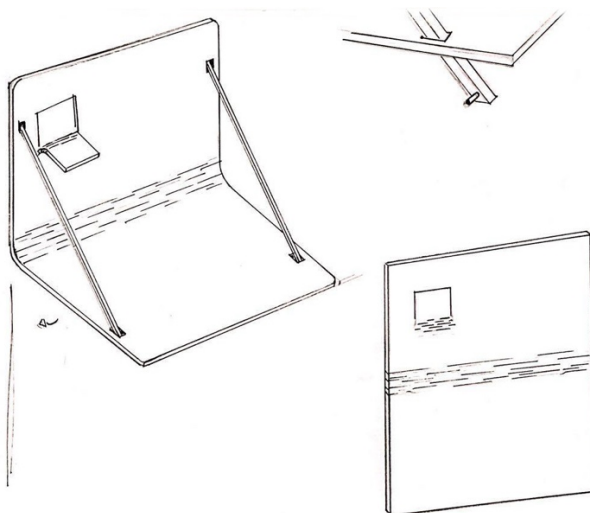
Fonte: Da autora (2017).

Figura 41 - Alternativa 2



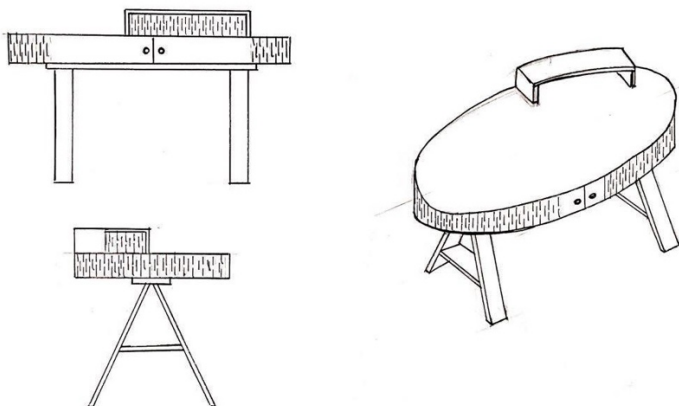
Fonte: Da autora (2017).

Figura 42 - Alternativa 3



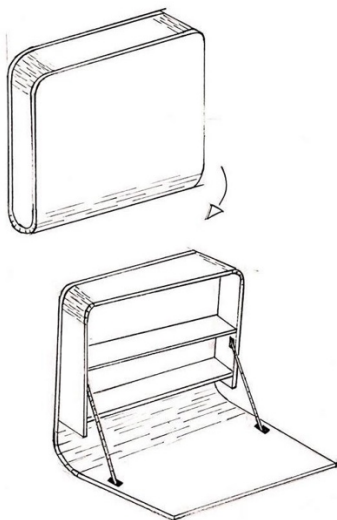
Fonte: Da autora (2017).

Figura 43 - Alternativa 4



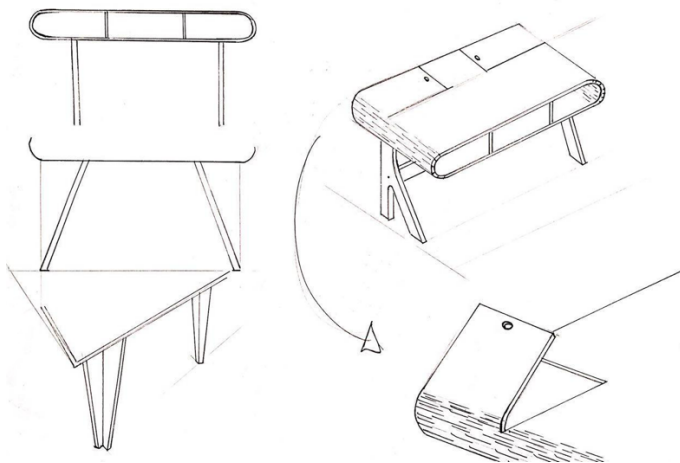
Fonte: Da autora (2017).

Figura 44 - Alternativa 5



Fonte: Da autora (2017).

Figura 45 - Alternativa 6



Fonte: Da autora (2017).

Com o intuito de selecionar a melhor solução para o projeto, as alternativas passaram por várias análises, dentre elas o teste de resistência ao peso. Para avaliar as ideias criadas, foram realizados testes de força nas seis alternativas.

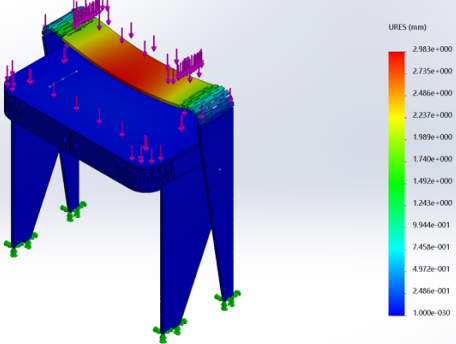
3.3.5 Estudos de resistência

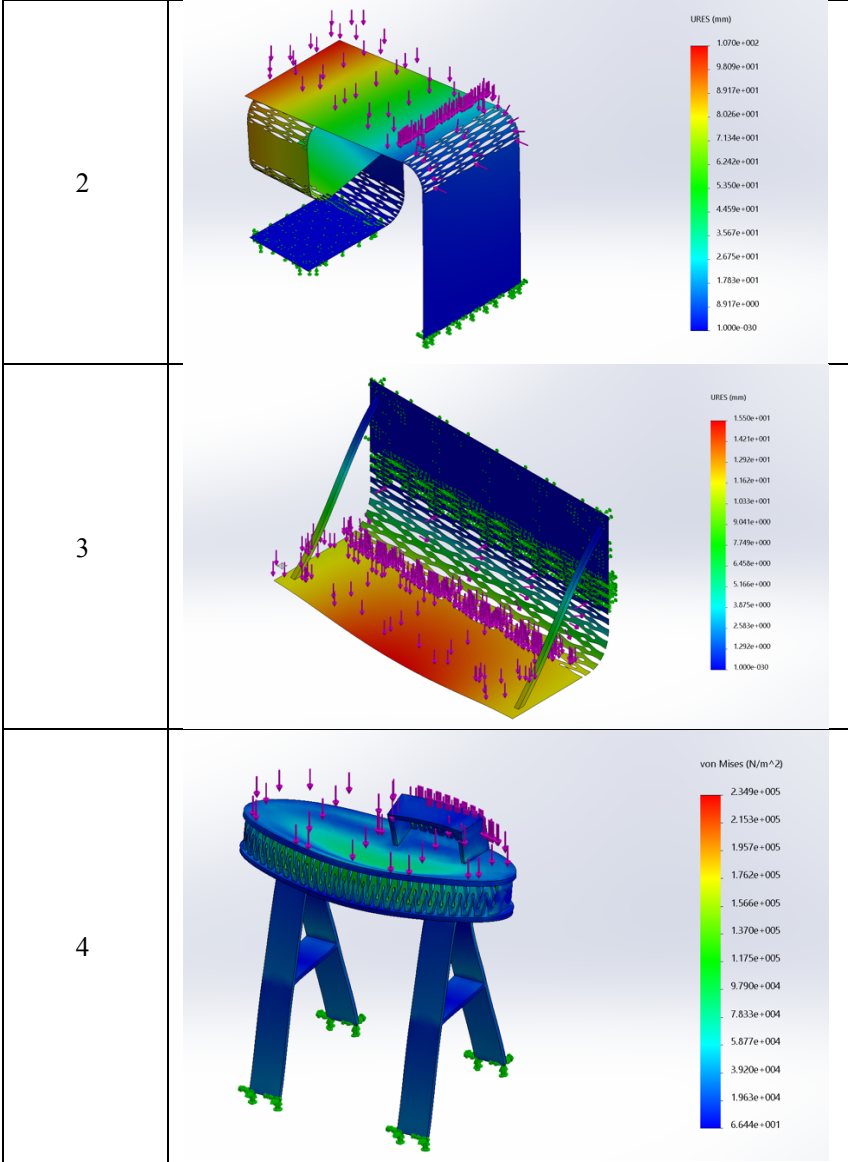
Para a realização dos testes de resistência, as seis alternativas foram modeladas digitalmente no software *SolidWorks* 2015. A partir desses modelos foram realizados os testes de resistência no próprio software, que permite a simulação de uma força aplicada sobre determinada superfície do modelo, e a visualização de como o objeto reagiria a essa força, com suas deformações e áreas de maior tensão.

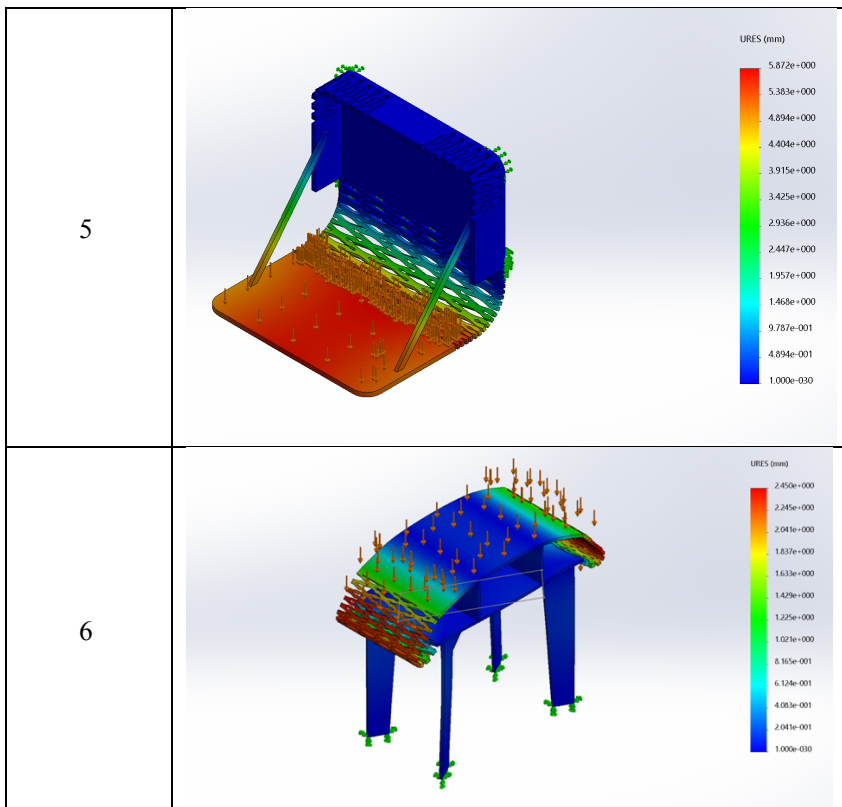
Nessas simulações foi aplicada uma força de 15 quilos (kg), que corresponde a uma média do peso suportado por mesas de escritório no mercado. O material utilizado foi madeira e as forças agem perpendicularmente ao tampo da mesa.

O quadro 9 representa esses testes. As áreas em tons de azul são as áreas mais resistentes, onde praticamente não ocorrem deformações, onde aparecem tons de verde, amarelo e vermelho há a diminuição da resistência, nessa ordem, sendo vermelha a indicação de maior propensão a deformações.

Quadro 9 - Estudos de resistência

Alternativa	Resultado
1	 <p>A simulação mostra uma mesa com um tampo e quatro pernas. O tampo está sob carga, com uma distribuição de tensão colorida. A escala de cores indica a magnitude da tensão em URIS (mm), variando de 1,000e-030 (azul) a 2,983e-000 (vermelho). As áreas de maior tensão (vermelho) estão localizadas no centro do tampo e nas junções das pernas com o tampo. As áreas de menor tensão (azul) são as partes laterais do tampo e as pernas.</p>





Fonte: Da autora (2017).

As alternativas 1 e 4 apresentaram os melhores resultados nos testes, pois o *Kerf bending* apresenta-se de forma perpendicular ao sentido da força. Na alternativa 1 apenas a parte superior demonstrou elasticidade devido a falta de sustentação. A alternativa 2 foi considerada a mais frágil pois não há sustentação da parte lateral e a alteração dela alteraria a intenção estética. As alternativas 3 e 4 são semelhantes por serem presas à parede, e ambas possuem fragilidade já que não há pés para sustentação. A alternativa 6 apresentou uma boa resistência na quase totalidade, porém a parte lateral que recebe os cortes padronizados se mostrou frágil e muito propensa ao rompimento.

A partir dos estudos, foi possível analisar quais alternativas seriam mais resistentes ao peso e onde seria necessário realizar

melhorias para aumentar a resistência do móvel. As informações foram utilizadas na realização de uma lista de verificação com alternativas.

3.3.3 Lista de verificação

Visando selecionar as melhores alternativas entre as criadas, foi realizada uma lista de verificação (Quadro 10) referente aos requisitos do projeto. Foi verificado se a alternativa cumpria ou não o requisito, se positivo, ela recebia um “x” na célula correspondente, se negativo, sua célula ficava em branco. Alguns requisitos básicos como utilizar o *Kerf bending*, ser um móvel para organização e o open design foram contemplados por todas as alternativas. A utilização de madeira não foi cumprida pela alternativa 5, que possui correntes de metal. As alternativas que apresentaram claramente fácil montagem e transporte, e os melhores resultados nos estudos de resistência foram pontuadas. E a análise de custo foi baseada na quantidade de madeira utilizada e na necessidade de uso de junções terceirizadas, como parafusos.

Quadro 10 - Lista de verificação

Requisito	Alternativa					
	1	2	3	4	5	6
<i>Kerf bending</i>	x	x	x	x	x	x
Madeira	x	x	x	x		x
Fácil montagem		x				x
Fácil transporte	x		x	x	x	
Resistência	x			x	x	
Design atraente	x	x		x	x	x
Open Design	x	x	x	x	x	x
Móvel para trabalho e organização	x	x	x	x	x	x
Dimensões máximas: 900 x 500 (l x p)	x	x	x	x	x	x
Baixo custo		x	x			x

TOTAL	8	8	7	8	7	8
-------	---	---	---	---	---	---

Fonte: Da autora (2017).

Com o resultado da lista de verificação, as alternativas 1, 2, 4 e 6, que cumpriram mais requisitos, foram escolhidas para uma modelagem de baixa fidelidade em pequena escala.

3.3.4 Modelo de baixa fidelidade

As alternativas foram planejadas em uma escala 1:5 e cortadas em MDF de 3 milímetros de espessura, utilizando corte a laser. Elas foram montadas e coladas pois ainda não estavam bem refinadas. Os quatro modelos foram analisados seguindo os critérios de coerência com o conceito e resistência.

O primeiro modelo (Figura 46) apresentou uma boa resistência no tampo e nos pés, porém foram percebidas deficiências na prateleira superior, que além da baixa resistência ao peso também pode sofrer deformações no nivelamento.

Outro ponto negativo é o comprimento da madeira para produzir o pé traseiro, que necessita de 3000 milímetros de comprimento enquanto a chapa de compensado disponível possui dimensões de 2840x1750 milímetros.

As junções do móvel também podem dificultar a produção, já que possui diversas superfícies de contato. Apesar disso, o fato de possuir diversos compartimentos para organização é uma característica relevante nesse projeto.

Figura 46 - Modelo 1



Fonte: Da autora (2017).

O segundo modelo (Figura 47) apresentou dificuldades para permanecer em pé na montagem, a perna na vertical não possui estabilidade. O lado onde a perna é em formato de “S” também apresentou fragilidade e pouca resistência ao peso. Essa alternativa necessitaria de muitas alterações durante o refinamento.

Figura 47 - Modelo 2



Fonte: Da autora (2017).

O terceiro modelo (Figura 48), referente à alternativa 4 apresentou boa resistência já que o *kerf bending* é utilizado verticalmente, ou seja, a força aplicada é perpendicular à curvatura.

Este modelo também possui diversos nichos para organização, mas sua fabricação é prejudicada devido à dificuldade de realizar as junções dos elementos do móvel. O modelo também dificulta a colocação das pernas.

Figura 48 - Modelo 3



Fonte: Da autora (2017).

O quarto modelo (Figura 49), referente à alternativa 6, agradou pela estética, mas gera incerteza quanto à resistência de seu tampo. Outro problema seria o encaixe da chapa de madeira para formar a mesa que precisa resistir à força para não desmontar. Outro ponto questionado foi quanto ao uso sem desperdício da madeira ao cortar a chapa e também a quantidade de madeira necessária para produzir esse modelo. Apesar dos obstáculos, esse é o modelo mais fácil de ser montado.

Figura 49 - Modelo 4



Fonte: Da autora (2017).

Pelas análises dos modelos foi possível avaliar diversos fatores positivos e negativos que não foram percebidos no desenho e na modelagem digital. A ergonomia e a montagem ficaram mais claras o que facilitou a avaliação das alternativas, que aconteceu através de uma Matriz de decisão.

3.3.5 Matriz de decisão

Para avaliar as alternativas modeladas, foi feita uma matriz de decisão relacionando-as com os requisitos do projeto que apresentaram diferenças na lista de verificação. Cada alternativa recebeu uma nota de 0, 5 ou 10 conforme sua concordância com o requisito, sendo 0 para não condiz, 10 para condiz totalmente e 5 para intermediário. Os resultados podem ser observados no Quadro 11.

Quadro 11 - Matriz de decisão

Requisito	Modelo			
	1	2	3	4
Fácil montagem	0	10	10	10
Fácil transporte	5	5	5	5
Resistência	10	0	10	5
Design atraente	5	10	5	10
Baixo custo	5	10	5	10
SOMA	25	35	35	40

Fonte: Da autora (2017).

Considerando a matriz de decisão, o Modelo 4 foi o que melhor atendeu aos requisitos do projeto, somando 40 pontos na avaliação. Assim, ele foi selecionado como o que mais se adequa ao conceito e aos requisitos projeto, sendo considerado a solução final ao projeto.

A fim de refinar a alternativa escolhida e adequá-la ao uso, foi iniciada a etapa de análise e prototipação do projeto.

3.4 PROTOTIPAÇÃO

A etapa de prototipação tem grande importância na metodologia do *Design Thinking* pois é nela que as ideias são validadas. O projeto vai do abstrato para o físico, proporcionando avaliações realistas sobre ele. Segundo Vianna (2012) um protótipo pode ser uma representação conceitual da ideia, representar aspectos da ideia, ou ser algo o mais próximo possível da solução final. Neste projeto serão desenvolvidos modelos de baixa, média e alta fidelidade.

3.4.1 Aperfeiçoamento da alternativa final

Para realizar melhorias na solução final do projeto foram criados modelos de média fidelidade (Figura 50) em escala 1:5 cortados em MDF com 3 milímetros de espessura em uma máquina de corte a laser. Esses modelos foram montados e as melhorias necessárias eram realizadas. Esse trabalho aconteceu consecutivas vezes, com alterações nas junções do móvel, nas pernas e em algumas dimensões.

Figura 50 - Modelos de média fidelidade



Fonte: Da autora (2017).

Através desse processo de refinamento e estudos de modelos, chegou-se a um projeto de móvel satisfatório que recebeu o detalhamento final para produção. Uma mesa de trabalho constituída por uma única chapa de madeira de 2840x1750 milímetros de dimensão que é curvada e encaixada na parte inferior.

O padrão de corte escolhido para o projeto foi o Pino de Boliche devido a sua elevada possibilidade de curvatura, necessária nesse projeto. A fragilidade do modelo foi suprida pelas divisórias que também auxiliam na sustentação do tampo, removendo grande parte da carga aplicada sobre as laterais. As pernas são encaixadas no tampo e possuem uma saia com encaixe *intelocking*¹⁵ que auxilia na estabilidade do tampo.

O móvel foi modelado digitalmente no software SolidWorks 2015 e renderizado no software Keyshot 5, para representar seu material e suas características de forma realística. O resultado final do render pode ser observado na Figura 51.

Figura 51 - *Render* da solução Final



Fonte: Da autora (2017).

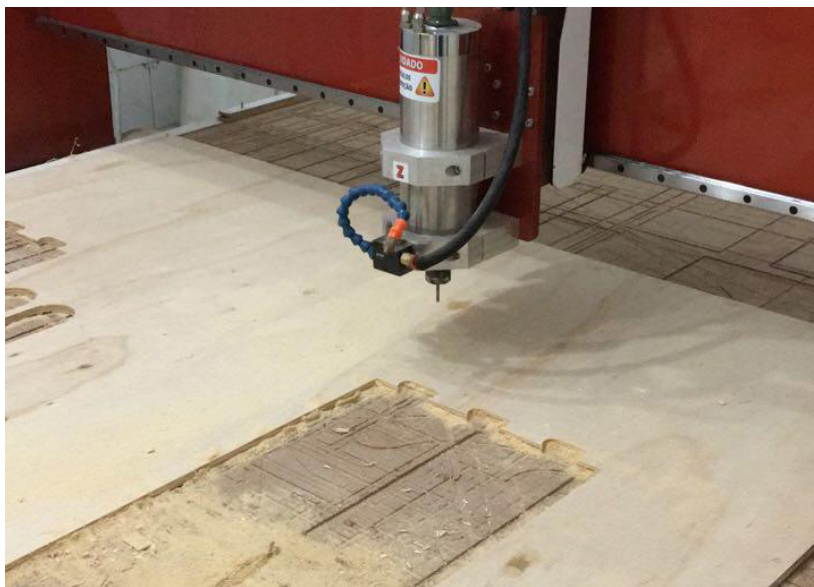
¹⁵ Encaixe perpendicular de duas peças cortadas em superfícies opostas.

3.4.2 Modelo Final

Com o intuito de validar o projeto desenvolvido, além de verificar possíveis mudanças no projeto, foi produzido um modelo do móvel em escala 1:1,5. Essa escala foi utilizada para garantir as proporções das dimensões ao se utilizar uma chapa de compensado comercial de 10 milímetros de espessura.

O modelo foi cortado em uma máquina de corte CNC (Figura 52), com uma fresa de 4 milímetros de diâmetro. Como o modelo estava em uma escala reduzida, foi necessário realizar algumas alterações no desenho do projeto para que o corte dos padrões não sofresse prejuízos, porém essas alterações não se aplicam em um modelo em escala 1:1.

Figura 52 - Corte do modelo final



Fonte: Da autora (2017).

Após a finalização dos cortes, as peças foram retiradas da chapa e lixadas, para facilitar o encaixe das mesmas. Depois desse processo, o móvel foi montado, e o modelo final pode ser observado na figura 53.

Figura 53 – Modelo Final



Fonte: Da autora (2017).

O modelo resistiu ao peso colocado sobre ele sem sofrer danos, também apresentou boa estabilidade em seus pés e tampo. A madeira se curvou como esperado e responder razoavelmente bem aos cortes.

A produção do modelo foi importante para verificar detalhes do projeto como a precisão dos encaixes e a qualidade do compensado utilizado. Foi averiguado nesse processo a necessidade de adaptação das dimensões do projeto às chapas comerciais de compensado, para que suas características não sejam lesadas na produção.

Para mostrar o móvel sendo utilizado no contexto para o qual ele foi projetado, é realizada a etapa de ambientação do produto. Nessa etapa, o móvel é apresentado em uma simulação do ambiente onde ele estará inserido.

3.4.3 Ambientação

Na ambientação do projeto, foram criadas cenas de ambientes tridimensionais que simulam a utilização do móvel pelas personas geradas na fase de pesquisa de público alvo. Para essa etapa também foi

utilizado o *software* Keyshot 5, nele foram inseridos objetos que compõem os ambientes para a geração de cenários realísticos.

A primeira ambientação (Figura 54) produzida foi a simulação de onde trabalha a persona de Simone, na sala de sua casa, um ambiente pequeno mas aconchegante, que fica melhor organizado com a utilização do móvel.

Figura 54 - Ambientação do móvel para a persona Simone



Fonte: Da autora (2017).

O segundo ambiente criado (Figura 55) foi simulando o quarto da persona de Gustavo, jovem que mora com os pais e passa a maior parte do tempo em seu quarto, onde ele estuda e trabalha. Por isso, produziu seu próprio móvel para ter mais conforto ao trabalhar, sem precisar dispendir de uma grande quantidade de dinheiro.

Figura 55 - Ambientação do móvel para a persona Gustavo



Fonte: Da autora (2017).

O detalhamento do projeto pode ser conferido no Memorial Descritivo do produto, onde é relatado em texto todos os itens relacionados à produção do móvel.

4 MEMORIAL DESCRITIVO

O Memorial Descritivo tem como objetivo descrever de forma clara e objetiva as características do projeto como seu conceito, funções e componentes. Com a finalidade de esclarecer o projeto além de auxiliar no processo de produção.

Neste trabalho o Memorial Descritivo foi desenvolvido por meio de textos e representações gráficas que representam o conceito do produto, fator estrutural e funcional, fator técnico construtivo, fator ambiental e fator estético e simbólico.

4.1 CONCEITO DO PRODUTO

O móvel foi criado baseado no conceito de contemporaneidade, utilizando tecnologias atuais na sua produção que facilitam a acessibilidade ao produto. Sua principal característica é o uso de cortes padronizados no painel de madeira que o tornam flexível e permitem a criação de um formato diferenciado no móvel, além de tornar a sua montagem mais prática, atrelada aos encaixes e a inexistência de parafusos ou pregos.

O nome do produto foi criado pensando nas curvas que os cortes na madeira permitem fazer, e também no tipo de padrão utilizado para o corte, que é constituído por curvas suaves. Assim o projeto recebe o nome de móvel Curvas.

É um projeto *Open Source* disponibilizado online o qual pode ser reproduzido livremente, sendo acessível às pessoas interessadas em produzi-lo ou utilizá-lo com alguma alteração.

4.2 FATOR ESTRUTURAL E FUNCIONAL

O móvel de trabalho Curvas possui a praticidade como uma de suas características. É constituído de uma mesa de trabalho com um espaço inferior para organização dividido em três nichos, esses espaços são abertos o que os torna mais acessíveis, as peças que compõem o móvel podem ser observadas na Figura 56.

Figura 56 - Estrutura do Móvel



Fonte: Da autora (2017).

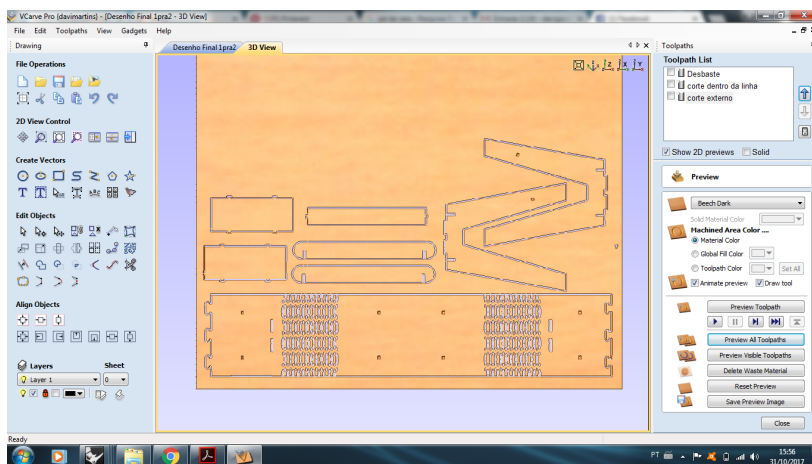
Os pés da mesa estão nas laterais o que proporciona mais espaço para o usuário, garantindo que usuários de cadeira de rodas também consigam utilizar a mesa.

A consulta do desenho técnico auxiliará na programação do corte na máquina CNC. Esse processo é detalhado na sequência.

4.3.1 Materiais e processos

A construção do móvel parte da utilização de um painel de madeira compensada com dimensões mínimas de 2840 x 1750 x 15 milímetros, que é cortado a partir da programação do *software* da máquina CNC. Para realizar essa programação, é necessário a modelagem prévia do móvel em um *software* CAD, a partir do modelo um desenho 2D é gerado e enviado ao *software* da máquina CNC para programação (Figura 58) e execução do corte.

Figura 58 - Programação do corte

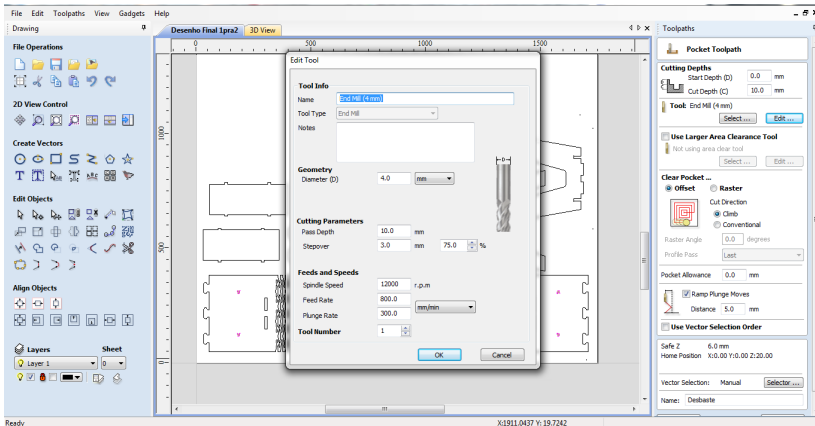


Fonte: Da autora (2017).

Para a realização do corte foram especificados diferentes caminhos para a fresa. Nos cortes externos, a fresa percorre por fora da linha de corte, nos cortes do padrão, o percurso é sobre a linha, e nos cortes de encaixes o corte acontece na parte interna das formas. Isso ocorre devido a remoção de material referente à espessura da fresa. Nesse caso a fresa utilizada é do tipo topo 2, corte reto, com 22 milímetros de comprimento e diâmetro de 4 milímetros, o que causa um desbaste dessa dimensão no material. No caso dos cortes dos padrões, o

modelo CAD foi criado baseado nessa espessura, para que essa perda de material não prejudicasse o móvel. As especificações da fresa para o corte podem ser observadas na Figura 59.

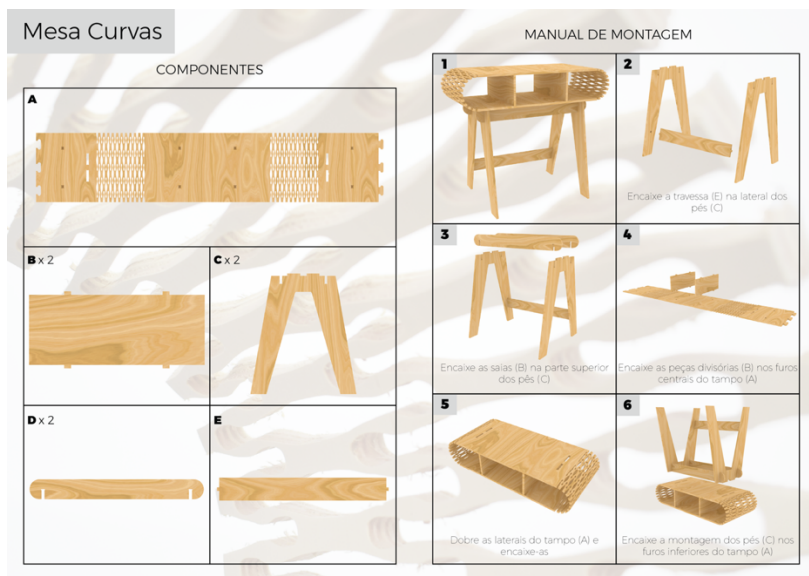
Figura 59 - Especificações da fresa para corte



Fonte: Da autora (2017).

Com as partes do móvel cortadas, ele é lixado, pode receber acabamentos de verniz ou pintura e está pronto para ser montado. A montagem segue uma sequência simples e fácil, pois não exige muitas ferramentas ou conhecimento. Para auxiliar na montagem correta, foi criado um manual de montagem do móvel que é apresentado na Figura 60.

Figura 60 - Manual de montagem



Fonte: Da autora (2017).

4.4 FATOR AMBIENTAL

Este projeto utiliza madeira compensada, que reduz o desperdício gerado na preparação de tábuas de madeira maciça. Além disso, o desenho 2d é organizado no software de maneira que não haja tanta sobra de material após o corte, e que essas sobras possam ser reutilizadas para outros projetos.

O fato de o móvel ser mono material, ou seja, que é composto unicamente por madeira, sem adição de outros materiais, facilita o reaproveitamento da madeira no final do ciclo de vida do produto, diminuindo a geração de lixo em aterros. Além do móvel ter expectativa de um longo período de vida útil.

Para além de seu material, esse projeto visa ser produzido pelo consumidor final, diminuindo os impactos causados por grandes indústrias, como o descarte de rejeitos, a poluição, e os diversos ônus de transporte. É uma nova forma de produção com impacto ambiental reduzido.

4.5 FATOR ESTÉTICO E SIMBÓLICO

A utilização da madeira crua promove um apelo visual à natureza que é muito utilizado atualmente por fabricantes de móveis. Essa aparência remete à tendência WGSN (uma das principais autoridades em tendências das indústrias da moda e criativa) para 2018 intitulada “Vida Terrena”, a qual defende que existe uma busca crescente por contato com a natureza e elementos que remetam a ela em nosso dia a dia.

A utilização de cortes na madeira que a tornam flexível é o diferencial do projeto, promovendo além de facilidade na montagem um aspecto visual incomum. O minimalismo nas formas dá ao projeto uma estética contemporânea, sem perder a praticidade de uso.

O móvel se transforma em algo além de sua funcionalidade, ele é uma forma de expressão da personalidade e de valorização dos objetos produzidos por nós mesmos.

3 CONCLUSÃO

Para a realização deste projeto de conclusão de curso foi necessário um grande período de estudo e testes, devido à complexidade de criar um objeto utilizando uma técnica ainda pouco difundida. Por ser uma técnica recente, fontes bibliográficas sobre o tema ainda são escassas, o que dificultou a pesquisa, e culminou no trabalho de verificar fontes online, cruzar os dados disponíveis e validar as informações encontradas.

Diversos testes foram realizados utilizando a técnica para confirmar os resultados da pesquisa teórica. E assim, foi possível apresentar a possibilidade de utilização de uma nova técnica de fabricação de móveis e objetos em madeira no geral, de forma simples e sem utilizar técnicas trabalhosas para curvar madeira como as mais comuns atualmente.

O projeto culminou na criação de um móvel utilizando a técnica para demonstrar sua eficiência. Também promoveu o conceito de compartilhamento entre pares e o Design aberto devido a sua forma de produção, utilizando as novas tecnologias e permeando na cultura dos *Makers*.

O móvel Curvas, assim como todo o projeto, fomenta a criação de novos objetos projetados com o *kerf bending*, além de estudos aprofundados na técnica e nas tecnologias utilizadas para a fabricação digital e física.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, Chris. **Makers: The new industrial revolution**. Nova York: Crown Business, 2012. 242 p.

BOARETO, Marcell; MANTOVANI, Matheus. **Mobiliário RTA em 8 bits**. 2012. 107 f. Trabalho de Diplomação (Tecnologia em Design de Móveis) – Departamento Acadêmico de Desenho Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

BOTSMAN, Rachel; ROGERS, Roo. **O que é meu é seu: como o consumo colaborativo vai mudar o nosso mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2011. Tradução de Rodrigo Sardenberg.

BROWN, Tim. **Design thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 11 v.

CÂNDIDO, Kariny Melo. **O COLETIVISMO NO DESIGN DE PRODUTO APLICADO À PRODUÇÃO DE CADEIRA BASEADA EM ENCAIXES**. 2016. 150 f. TCC (Graduação) - Curso de Design, Departamento de Expressão e Gráfica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/173187>>. Acesso em: 09 maio 2017.

DONZELLI, Rinaldo; MUNARI, Bruno; POLATO, Piero. **Guia de trabalhos em madeira: 838 ilustrações em branco e preto e em cores**. São Paulo: Livros Abril, c1982. 246p.

DOUGHERTY, Dale. The Maker Movement. **Innovations: Technology, Governance, Globalization**, [s.l.], v. 7, n. 3, p.11-14, jul. 2012. MIT Press - Journals. http://dx.doi.org/10.1162/inov_a_00135.

DREYFUSS, Henry. **The measure of man human factores in design**. New York: Whitney, 1967.

FENNER, Patrick. **Lattice Hinge Design: Choosing Torsional Stress**. 2012. Disponível em: <def-proc.co.uk/b/wghsx/>. Acesso em: 25 abr. 2017.

GERSHENFELD, Neil A. **Fab: The Coming Revolution on Your Desktop—from Personal Computers to Personal Fabrication**. New York: Basic Books, 2005. 278 p.

GONÇALVES, Ricardo J. Rocha. **Retorno à oficina: repercussões do Movimento Maker no ensino em design**. 2016. 132 f. Tese (Doutorado) - Curso de Design, Departamento de Comunicação e Arte, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10773/17029>>. Acesso em: 03 maio 2017.

HANLON, Michael. **Kerf Spacing**. 2016. Disponível em: <<https://www.woodworkingarchive.biz/kerf-bending/kerf-spacing.html>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

IGOE, Tom; MOTA, Catarina. A strategist's guide to digital fabrication. **strategy+ business**, v. 4, 2011.

Indústria Brasileira de Árvores (Org.). **Relatório Iba 2016**. Brasília: Studio 113, 2016. 96 p. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2017.

JUCÁ, Diego de Lima Oliveira. **O uso da Prototipagem e Fabricação Digital no ambiente Fab Lab**. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Design, Faculdade de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016

MATTOS, René Luiz Grion; CHAGAS, Flávia Barros das; GONÇALVES, Roberta Mendes. **Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 27, p. 121-156, mar. 2008

Martin, Lee (2015) "**The Promise of the Maker Movement for Education**," Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER): Vol. 5: Iss. 1, Article 4. <http://dx.doi.org/10.7771/2157-9288.1099>.

MORE: Mecanismo online para referências, versão 2.0. Florianópolis: UFSC Rexlab, 2013. Disponível em: < <http://www.more.ufsc.br/> >. Acesso em: 04 mai. 2017

PANERO, Julius; ZELNIK, Martin. **Las dimensiones humanas en los espacios interiores : estándares antropométricos**. 5. ed. Mexico: G. Gili, 1991. 320p. Apêndice: p. 311-320

PHEASANT, Stephen. **Bodyspace: anthropometry, ergonomics and the design of work**. 2nd. ed. Philadelphia: Taylor & Francis, 1998, c1996. x,244p. ISBN 0-7484-0326-4

PORTERFIELDV, Aaron. **Curved Laser Bent Wood**. Disponível em: <<http://www.instructables.com/id/Curved-laser-bent-wood/>>. Acesso em: 19 abr. 2017.

PUPPO, Regiane Trevisan. **A inserção da PROTOTIPAGEM E FABRICAÇÃO DIGITAIS no processo de projeto: um novo desafio para o ensino de arquitetura**. Campinas, 2009. 237f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas

ROSA, Sérgio Eduardo Silveira da et al. **O setor de móveis na atualidade: uma análise preliminar**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 25, p. 65-106, mar. 2007.

SASS, Lawrence. **Synthesis of design production with integrated digital fabrication**. Automation In Construction, [s.l.], v. 16, n. 3, p.298-310, maio 2007. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2006.06.002>.

SILVA, Daniel Luiz da. **UTILIZAÇÃO DA IMPRESSÃO 3D NO DESENVOLVIMENTO DE ENCAIXE PARA MESA DE HOME OFFICE**. 2016. 149 f. TCC (Graduação) - Curso de Design, Departamento de Expressão Gráfica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/173167>>. Acesso em: 10 maio 2017.

Thilmany, Jean. **"The maker movement and the U.S. economy."** Mechanical Engineering-CIME, Dec. 2014, p. 28+. AcademicOneFile, go.galegroup.com/ps/i.do?p=AONE&sw=w&u=capes&v=2.1&id=GAL E%7CA393874522&it=r&asid=c60b5c14a3cce58de3fbccf814dde0b5. Acesso em: 25 abril 2017.

VIANNA, Maurício et al. **Design thinking:** inovação em negócios. Rio de Janeiro: Mjv Press, 2012. 162 p.

VOLPATO, Neri et al. **Prototipagem Rápida: Tecnologias e aplicações.** São Paulo: ed. Blucher, 2007.

APÊNDICE A – Perguntas do questionário

Com que gênero você se identifica?

- Feminino
- Masculino
- Não binário
- Prefiro não dizer
- Outro

Qual é o seu nível de escolaridade?

- Não possui escolaridade
- Ensino fundamental incompleto
- Ensino fundamental completo
- Ensino médio incompleto
- Ensino médio completo
- Ensino superior incompleto
- Ensino superior completo
- Pós-graduação
- Mestrado
- Doutorado
- Pós-doutorado

Qual das opções abaixo melhor se encaixam com o seu momento profissional atual?

- Estudante
- Funcionário público
- Funcionário de empresa privada
- Autônomo
- Dona (o) de casa
- Dona (o) de empresa
- Desempregado
- Aposentado
- Outro

Qual o seu estado civil?

- Solteiro
- Casado
- Divorciado
- Viúvo
- Outro

Você possui filhos?

Sim

Não

Se sim, quantos?

Quanto é, aproximadamente, sua renda familiar mensal?

Até 1 salário mínimo (até R\$ 937,00)

De 1 a 5 salários mínimos (de R\$ 937,00 até R\$ 4.685,00)

De 5 a 10 salários mínimos (de R\$ 4.685,00 até R\$ 9.370,00)

De 10 a 15 salários mínimos (de R\$ 9.370,00 até R\$ 14.055,00)

Mais de 15 salários mínimos (mais de R\$ \$ 14.055,00)

Com quem você mora atualmente?

Sozinho

Com a família

Com amigos

Com cônjuge

Outro

Qual é o ambiente que você mais gosta da sua casa?

Cozinha

Sala de estar

Sala de Jantar

Quarto

Escritório

Banheiro

Outro

Qual é o ambiente que você passa a maior parte do tempo em sua casa?

Em quais ambientes você costuma trabalhar, estudar?

Por qual estilo de móveis você se sente mais atraído?

Regular



Rústico



Retrô



Clássico



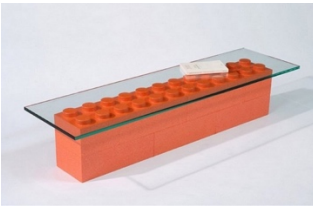
Contemporâneo



Futurista



Fun



Qual é o estilo de móveis que você costuma adquirir?

Regular

Rústico

Contemporâneo

Retrô

Clássico

Futurista

Fun

Outro

Na hora de adquirir um móvel, você valoriza mais:

O preço

O estilo

O material
A funcionalidade
Outros

Onde você costuma comprar móveis?
Grandes varejistas. Ex.: Casas Bahia, Ponto Frio
Fabricantes locais
Lojas especializadas em móveis
Lojas de decoração. Ex.: Tok&Stok, Oppa
Móveis usados
Outro

Você já fabricou algum móvel por conta própria?
Sim
Não
Outro

Que tipo de móvel você acharia interessante construir?
Cadeiras/poltronas/bancos
Mesa de jantar/mesa de centro
Estantes/prateleiras/nichos
Escritaninha/móvel de trabalho
Outro

APÊNDICE B – Desenho técnico

