



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO E DESIGN
CURSO DE GRADUAÇÃO EM DESIGN

KERGINALDO LIMA DE MATTOS NETO

**DESIGN DE MOBILIÁRIO: DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO DE
MONTAGEM PARA MÓVEIS**

FORTALEZA

2019

KERGINALDO LIMA DE MATTOS NETO

DESIGN DE MOBILIÁRIO: DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO DE
MONTAGEM PARA MÓVEIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Design do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Design.

Orientadora: Prof^a. M^a. Aura Celeste Santana Cunha

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Mariana Monteiro Xavier de Lima

FORTALEZA

2019

KERGINALDO LIMA DE MATTOS NETO

DESIGN DE MOBILIÁRIO: DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO DE
MONTAGEM PARA MÓVEIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Design do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Design.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. M^a. Aura Celeste Santana
Cunha (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Dr^a. Mariana Monteiro Xavier de
Lima (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Ma. Lia Alcântara Rodrigues
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Emiliano Cavalcante Teixeira Lima
Membro Convidado

“O sonho é que leva a gente para frente. Se a gente for seguir a razão, fica aquietado, acomodado.”

(Ariano Suassuna)

RESUMO

Há uma tendência de crescimento do número de pessoas interessadas em produzir seus próprios produtos, ou personalizá-los. O chamado movimento "*maker*" e o "faça você mesmo" tem indivíduos com interesse em projetar e montar seus próprios móveis. No entanto, para que o resultado apresente uma aparência mais profissional, são necessárias ferramentas e processos que vão desde o corte, passando pela união das peças e acabamento. O trabalho em questão apresenta formas de construção de mobiliário, mostra as possibilidades de matéria prima e os tipos de união que podem ser executadas entre as peças de mobiliário. É apresentado também um sistema de furação que padroniza ferragens e posicionamento dos painéis ao estruturar o móvel. Em sequência, foi feita uma listagem de produtos similares que estão disponíveis no mercado. A partir das informações colocadas foram elaboradas diretrizes projetuais para o desenvolvimento de um dispositivo de montagem de mobiliário, objetivo principal desta pesquisa. Por fim, desenvolvemos um produto e apresentamos suas características, forma de produção e criamos uma linha de dispositivos que podem ser utilizados para montagem de móveis, tanto de forma amadora quanto industrialmente.

Palavras-chave: Design de Produto; Mobiliário; Conectores; Dispositivo de Montagem; Marcenaria

ABSTRACT

There is a growing number of people interested in producing their own products, or customizing them. The so-called "maker" movement and the "do-it-yourself" movement have individuals interested in design and build their own furniture. However, to present a more professional appearance, you need tools and processes that range from cutting, joining parts and finishing. The work in question presents forms of furniture construction, possibilities of raw material and the types of union that can be executed with pieces of furniture. There is also a drilling system that standardizes hardware and positioning of panels when structuring the furniture. Following is a list of similar products which are available on the market. Based on the information provided, design guidelines were developed for the development of a furniture assembly device, the main objective of this research. Finally, we created a product and presented its characteristics, form of production and a line of devices that can be used for assembling furniture, both amateurally and industrially.

Palavras-chave: Product Design; Furniture; Furniture Joints; Woodworking; MDF

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Cadeira 214 | 15 |
| Figura 2 – Mesa Lövét, da IKEA. | 15 |
| Figura 3 – Cadeira Peg-Lev. | 16 |
| Figura 4 – Construção compensado | 19 |
| Figura 5 – Chapas de Fibra | 20 |
| Figura 6 – Estrutura painéis de MDP | 20 |
| Figura 7 – Estrutura painéis de MDF | 21 |
| Figura 8 – Exemplos de revestimento em MDF que simulam a madeira natural | 21 |
| Figura 9 – Exemplos de colagem simples | 22 |
| Figura 10 – Junção com espigas | 23 |
| Figura 11 – Formas de união com cavilhas | 23 |
| Figura 12 – Uso da união usando "biscoitos" | 24 |
| Figura 13 – Uso de rasgo a meio fio | 24 |
| Figura 14 – União usando malhetes | 25 |
| Figura 15 – Utilização de parafusos para junção de peças | 25 |
| Figura 16 – Conexão realizada com corte computadorizado | 26 |
| Figura 17 – Dispositivo Minifix usado para união das peças | 26 |
| Figura 18 – Uso de ferragem externa para junção | 27 |
| Figura 19 – Sistema de furações System 32 | 28 |
| Figura 20 – Aplicações de ferragens em painéis com furação System 32 | 29 |
| Figura 21 – Cálculo do tamanho dos painéis seguindo o sistema 32 | 29 |
| Figura 22 – Exemplos de dispositivos de princípio excêntrico | 35 |
| Figura 23 – Análise de produtos similares | 37 |
| Figura 24 – Desenho projeto cabeceira | 39 |
| Figura 25 – Uso do gabarito para furação de topo e lateral | 40 |
| Figura 26 – Furação do dispositivo VB | 42 |
| Figura 27 – Primeira impressão dos protótipos | 45 |
| Figura 28 – Segunda versão dos protótipos para testes no painel | 46 |
| Figura 29 – Indicação topo e lateral do painel | 47 |
| Figura 30 – Modelos de perfis com indicação do encaixe e parafusos | 49 |
| Figura 31 – Posição das furações no perfil T1 | 50 |

| | |
|---|----|
| Figura 32 – Esquema de corte do perfil para diversos tamanhos de peças | 50 |
| Figura 33 – Exemplos de cores de fabricação do PVC | 51 |
| Figura 34 – Vista frontal perfil T1 | 52 |
| Figura 35 – Vista frontal perfil T2 | 52 |
| Figura 36 – Vista frontal perfil L1 | 53 |
| Figura 37 – Vista frontal perfil L2 e vistas frontal e esquerda do Suporte L2 . . . | 53 |
| Figura 38 – Aplicação dos perfis em um criado mudo | 54 |
| Figura 39 – Perfis usados em estantes infantis | 55 |
| Figura 40 – Perfis usados em um roupeiro | 55 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Tamanhos de madeira maciça serrada | 18 |
| Tabela 2 – Listagem de peças para plano de corte | 39 |
| Tabela 3 – Tolerância dimensional de espessura dos painéis por fabricante . . | 46 |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 10 |
| 1.1 | Pergunta de Pesquisa | 11 |
| 1.2 | Objetivos | 11 |
| 1.3 | Justificativa | 12 |
| 1.4 | Metodologia de Pesquisa | 13 |
| 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 14 |
| 2.1 | Mobiliário em kit | 14 |
| 2.2 | Tecnologias de construção de móveis | 17 |
| 2.3 | Matéria prima para construção de mobiliário | 18 |
| 2.4 | Formas de união entre elementos de mobiliário | 22 |
| 2.5 | Princípio de construção System 32 | 27 |
| 2.6 | Processos de fabricação | 29 |
| 2.7 | Fabricação pessoal | 31 |
| 3 | MÉTODO DO PROJETO | 33 |
| 3.1 | Pesquisa de Similares | 34 |
| 3.2 | Levantamento de Necessidades | 38 |
| 4 | DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO | 43 |
| 4.1 | Diretrizes projetuais | 43 |
| 4.2 | Geração e avaliação das alternativas | 43 |
| 4.3 | Realização | 44 |
| 5 | CONCLUSÃO | 56 |
| | REFERÊNCIAS | 57 |

1 INTRODUÇÃO

Os projetos de móveis me acompanham há anos, quando minha mãe encomendava móveis de angelim e eu fazia o desenho para a marcenaria. Meu pai, sempre cheio de ferramentas, fazia alguns brinquedos de madeira. Desde então ver os móveis e como são projetados se tornou um hábito.

Ao comprar um móvel opto por montar em casa, analisar o manual, ver as conexões e acabamentos. Portanto esta pesquisa tem como inspiração meu envolvimento com mobiliário e madeira e o desejo de fazer por conta própria.

Os móveis das grandes lojas de varejo refletem bastante o processo vindo da segunda revolução industrial, como conceitua Heloisa Neves, baseado num sistema vertical e de propriedade privada. O movimento *maker* faz parte da terceira revolução industrial, caracterizado por um sistema horizontal, aberto à colaboração e personalização. (NEVES, 2014)

A opção de construção de móveis de madeira maciça tem custo elevado, necessita de mão de obra e ferramentas especializadas, além de atualmente ter um viés menos ecológico. Em substituição a este modelo tem-se os painéis de fibra de madeira e aglomerados, produzidos com madeiras de reflorestamento, uniformes, lisos e podem ser adquiridos pintados e com acabamentos diversos. Porém os painéis mais vendidos são fabricados com tamanho aproximado de 2,75m por 1,85m e necessitam de ferramentas de corte precisas para manuseio e acabamento, como serras circulares, seccionadoras, discos de serra especiais e furadeiras (Manual Duratex, 2018).

O surgimento e popularização de tecnologias de fabricação digital como a CNC (Comando Numérico Computadorizado) permitiu que madeireiras entreguem ao cliente, seja marceneiro ou hobista, peças cortadas e dimensionadas perfeitamente, facilitando o manuseio e diminuindo o esforço de corte, armazenamento e transporte. Além de que as CNC facilitam o corte de formas livres e mais variadas, o que reduz a necessidade de um padrão dimensional das peças.

Assim, a presente pesquisa pretende analisar as formas de construção de mobiliário com painéis de derivados de madeira, gerando documentação com dispositivos existentes para união de painéis, estruturação e organização das peças, além de propor um novo produto para ser usado pelos adeptos dessa nova revolução industrial, que desejam construir e montar os próprios móveis.

1.1 Pergunta de Pesquisa

O processo de construção de um mobiliário com painéis de madeira envolve o corte, acabamento, estruturação e união das partes. Com as opções disponíveis no mercado é possível adquirir as peças cortadas e com acabamento feito, porém a furação e fixação destas peças exige precisão e ferramental técnico, nem sempre disponível para hobistas e clientes que desejam personalizar seu móvel.

Dispositivos de montagem e união de peças são pouco conhecidos até por marceneiros profissionais, com catálogos pouco explicativos e itens diferentes do mesmo fabricante que parecem ter a mesma função.

Surge então o questionamento da pesquisa: quais as formas de projetar e estruturar uma peça de mobiliário que permitem montagem pelo cliente, ou hobista, com utilização de ferramentas mais acessíveis?

1.2 Objetivos

Objetivo Geral

Desenvolver um dispositivo de montagem de mobiliário para união de peças e construção de móveis, que possa ser utilizado sem a necessidade de ferramentas profissionais.

Objetivos Específicos

- Identificar como é estruturada (organização dos painéis) uma peça de mobiliário construída com painéis de madeira.
- Apresentar as formas de junção entre peças de mobiliário e as vantagens e desvantagens de cada uma delas.
- Catalogar opções de dispositivos de montagem (união) existentes no mercado brasileiro.

1.3 Justificativa

A motivação desta pesquisa parte inicialmente de um olhar pessoal sobre os projetos de marcenaria em casa, onde há vários questionamentos sobre processo de fabricação, formas de construção e principalmente viabilidade. Seria possível tornar viável ao hobista a construção de móveis mais funcionais?

Academicamente a pesquisa tenta suprir uma lacuna existente quanto à documentação dos processos e dispositivos usados na fabricação dos mobiliários com painéis de derivados de madeira. Questões construtivas e de estrutura dos móveis, que nos projetos de design de interiores não são normalmente detalhadas, ficando a cargo da equipe que vai produzir.

Dessa forma, espero contribuir com uma geração atual de *makers*, que colocam em prática a produção pessoal e personalização de seus mobiliários. Auxiliar também profissionais de design que necessitam de informações e detalhamento sobre os dispositivos que podem ser usados na construção dos móveis.

1.4 Metodologia de Pesquisa

Devido à falta de publicações específicas sobre o objetivo de estudo, o trabalho será um estudo exploratório, com observação direta e intensiva através de análise de mobiliários disponíveis no mercado. Como descreve Carlos Gil (2007), a pesquisa exploratória proporciona mais familiaridade com o problema e tem como objetivo o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições.

Ainda seguindo os conceitos de Carlos Gil (2007) a pesquisa terá um procedimento documental, pois há uma lacuna de publicações sobre o assunto. Utilizaremos catálogos e manuais das empresas que produzem dispositivos de montagem, catálogo dos maiores fabricantes de painéis de madeira brasileiros e também sites de produtos destinados a marcenaria, chamados “*jigs*”, ferragens e ferramentas.

O mesmo autor caracteriza o estudo de caso como uma modalidade de pesquisa mais usada nas ciências biomédicas e sociais, porém vamos adaptar a definição para o design de produto, quando diz: o estudo de caso consiste no estudo profundo e exaustivo de um objeto, que permita seu amplo e detalhado conhecimento. Será feita então a análise de móveis encontrados em lojas de varejo e também a construção de uma peça de mobiliário projetada a partir da encomenda dos cortes de MDF.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A seguir são apresentados assuntos pertinentes à pesquisa, que fundamentam a base do projeto e servirão de insumo para a fase projetual. Inicialmente é definido o conceito e uma breve história do mobiliário em kit e são apresentados estudos sobre as matérias primas utilizadas na fabricação de mobiliário, além das tecnologias utilizadas para a união das peças que estruturam os móveis e do apresentação do de um sistema de furação bastante difundido na Europa e que pode orientar as diretrizes projetuais.

Como base para a escolha de matéria-prima do produto final analisamos perfis de alumínio no setor moveleiro e a possibilidade da utilização dos perfis de PVC, hoje bem difundidos em esquadrias na construção civil. Apresentamos adicionalmente conceitos do movimento *maker* e *do-it-yourself* e a mudança cultural da relação de consumo e da produção pessoal.

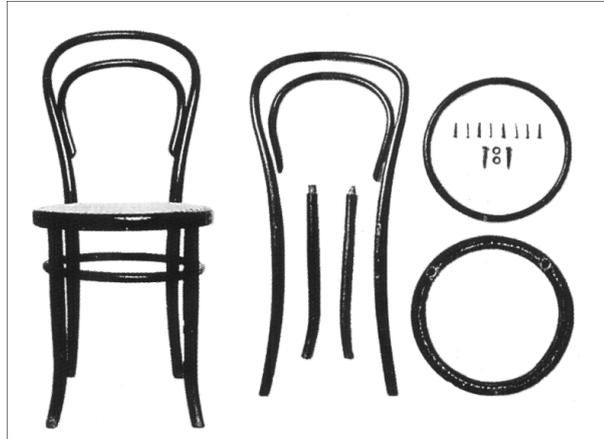
2.1 Mobiliário em kit

Mobiliário de uma forma geral pode ser definido como um conjunto de peças alongadas e planas que são ligadas entre si de diversas formas, como cola, pregos, dobradiças ou parafusos (SILVA, 2017). O móvel é um objeto material que possibilita e dá suporte à execução de diferentes tarefas, quando inserido num ambiente transforma sua função, facilitando o uso do local e melhorando a qualidade de vida naquele espaço, como em uma cozinha, quarto, sala ou banheiro (MARÇAL, 2009).

O conceito de mobiliário em kit é aquele em que o consumidor é envolvido na montagem final do produto, que tem as peças embaladas separadas, acompanhadas de manuais e ferragens para serem montados (MARÇAL, 2009). A primeira referência a este conceito foi criada em Viena por Michael Thonet em 1859, a Cadeira 214. Muito popular desde seu lançamento e bastante comum atualmente, a cadeira 214 usava novas técnicas de produção para curvar a madeira, juntando várias camadas de madeira, aquecidas no vapor e dobradas em um molde. Além disto, Thonet criou o que seria o primeiro móvel montável. A Cadeira 214 tem no total seis peças de madeira, dez parafusos e duas porcas, que vinham acompanhadas de um manual de instruções para montagem. Dessa forma tinha o transporte facilitado e permitia a produção em

massa com um preço acessível. Em 1930 já haviam sido vendidas cinquenta milhões de unidades, que são produzidas até hoje (Design Museum, 2019).

Figura 1 – Cadeira 214



Fonte: (Design Museum, 2019)

Idéias de mobiliário em Kit também foram introduzidas na empresa IKEA, em 1956, pelo designer Gillis Lundgren. O designer precisava transportar uma mesa em um carro e teve a idéia de separar as pernas e o tampo e levá-las separadamente. O móvel era a mesa Lövet, que foi relançada em 2013 em homenagem ao lançamento da época (Figura 2). Em 1965 a modalidade de auto-serviço foi oficializada na empresa, nesse formato o cliente compra na loja o móvel, com as peças embaladas de forma plana, para montar em casa (MARÇAL, 2009).

Figura 2 – Mesa Lövet, da IKEA.

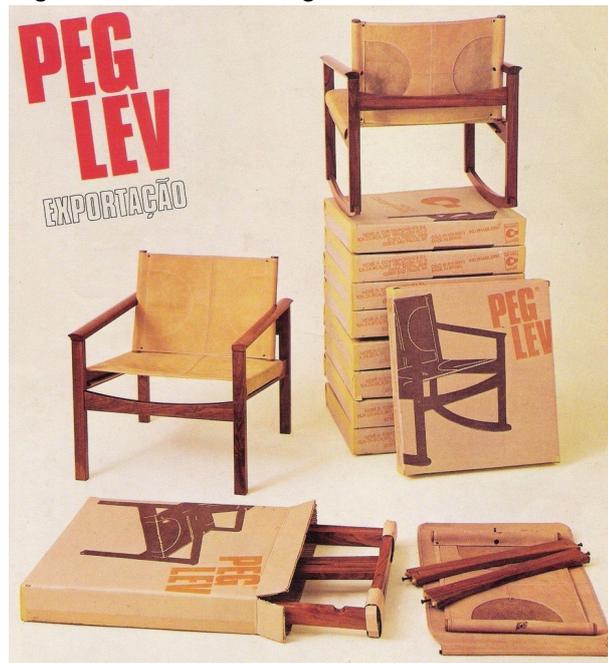


Fonte: (DEZEEN.COM, 2013)

No Brasil a produção de mobiliário embalado inicia projetos de Michel Arnoult, um francês que trilhou sua carreira no Brasil. O designer defendia que as todas as

peças mereciam um móvel bem desenhado e de qualidade. Acreditava que o design deveria ser acessível a todos e para isto sempre investiu em processos industriais e de montagem que poderiam baratear o custo dos produtos. Em 1955 fundou a Mobília Contemporânea e desenvolveu o conceito da cadeira desmontável Peg-Lev. O cliente poderia passar na estante do supermercado, comprar as peças e montar em sua própria casa (ITAU, 2015).

Figura 3 – Cadeira Peg-Lev.



Fonte: Itaú Cultural (2015)

Ao longo dos anos as mudanças ocorridas nesta indústria tornaram-se visíveis e mais complexas, em países em desenvolvimento e nos mais avançados, pois o mobiliário introduziu mudanças substanciais no cotidiano das pessoas, trazendo conforto e importância esta peça, acompanhando mudanças sociais, políticas e econômicas. Essa indústria é altamente competitiva e tem evoluído bastante, com mudanças estratégicas, principalmente na conceituação do que seria o mobiliário contemporâneo (MARÇAL, 2009).

O desafio das empresas, principalmente para este tipo de produto, é manter o nível da produção a ponto de compensar os altos investimentos, continuando a oferecer produtos de qualidade, para uma gama grande de clientes. Assim, grandes empresas do setor procuram desenvolver produtos distintos mas que compartilham as mesmas tecnologias, como formas de produção e ferragens (MARÇAL, 2009).

2.2 Tecnologias de construção de móveis

Há dois tipos básicos de construção de mobiliários utilizando madeira, os com madeira maciça e os com painéis derivados de madeira (MARÇAL, 2009).

- **Madeira Maciça:** tem a vantagem estética, da beleza da própria madeira, além de poder desbastar a superfície e realizar adornos. Como desvantagens há o preço mais elevado, há limitação de largura e há risco de empenos e dilatações que ocorrem com a variação de umidade e tipo de secagem.
- **Painéis:** é um material homogêneo e com mais liberdade de tamanhos de corte, por ter uma placa maior na fabricação industrial. Pode ser já preparado com pintura ou texturas simulando outros materiais. Como desvantagens é menos denso e menos resistente, necessita de revestimento na superfície quando cru, e nas bordas, pois normalmente absorve muita umidade, inchando a madeira. São painéis de derivados de madeira as placas de MDF (*Medium Density Fiberboard*), o MDP (*Medium Density Particleboard*) e o OSB (*Oriented Strand Board*), além dos compensados.

Os dois tipos de construção se distinguem em conceito e processo de fabricação. A versatilidade, design e funcionalidade são características marcantes dos móveis construídos com painéis. Estes são normalmente produzidos com linhas retas, puras e mais contemporâneos, refletindo um estilo com linhas minimalistas e pouco conceituais. A fabricação normalmente é em série e com limitações que o sistema de produção impõe (MARÇAL, 2009). Em termos estéticos os móveis com painéis vão se diferenciar com a variedade de acabamentos, cores, texturas e pinturas possíveis.

Na construção com madeira maciça o conceito e a influência do tempo passado está incorporado em muitas peças. Muitas vezes remetem a uma estética mais clássica. Formas curvas e objetos rebuscados estão muito presentes (MARÇAL, 2009). Móveis com madeira maciça permitem uma maior exploração de conceitos de design, com variação de formas e disposição das peças. Na atualidade a produção com madeira maciça e de reflorestamento vem evoluindo e produzindo também móveis mais contemporâneos.

2.3 Matéria prima para construção de mobiliário

Entre Uma das principais matérias primas utilizada na construção de móveis, a madeira é o mais antigo material utilizado pelo homem, devido à grande facilidade de obtenção e à flexibilidade com que permite ser trabalhado. Este grupo de materiais pode ser considerado praticamente inesgotável, se explorado de forma consciente, pois há grande renovação das reservas florestais usando as técnicas de manejo adequadas (LIMA, 2006).

A madeira maciça, obtida de troncos de árvores de florestas nativas ou de reflorestamento, passa por um processo longo até que possa ser disponibilizada para a venda ao consumidor final. Ela é obtida a partir da derrubada para obtenção do tronco (ou lenho), passam por serragem, faqueamento e desdobro e, na maioria das vezes, são submetidas ao aparelhamento, que deixa as peças em tamanhos padrão para serem comercializadas. A tabela 1 mostra as nomenclaturas e tamanhos dos tipos de peças mais encontradas (LIMA, 2006).

Tabela 1 – Tamanhos de madeira maciça serrada

| Nome da Peça | Espessura | Largura |
|--------------|-----------|-----------|
| Pranchão | > 70 | > 200 |
| Prancha | 40 a 70 | > 200 |
| Viga | > 40 | 110 a 200 |
| Tábua | 10 a 40 | > 100 |
| Sarrafo | 20 a 40 | 20 a 100 |
| Ripa | > 20 | > 100 |

Fonte: (LIMA, 2006)

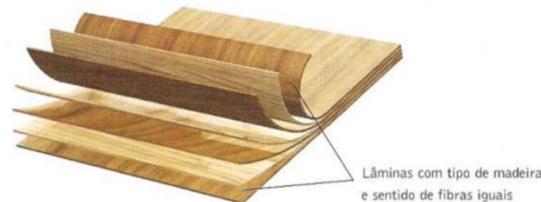
Nota: Medidas em milímetros.

O foco deste trabalho será a construção de mobiliário utilizando painéis derivados de madeira como principal matéria prima. Nesta seção faremos uma breve descrição dos tipos mais conhecidos, com base no relatório do BNDES: Panorama de Mercado: painéis de madeira (2014). Os painéis dividem-se em dois grupos, os de madeira processados mecanicamente e os de madeira reconstituída (ou industrializada).

Os painéis de derivados de madeira são obtidos a partir de madeira maciça e o produto mais difundido é o compensado, um conjunto de folhas descascadas, faqueadas ou serradas, e coladas, em número ímpar, uma sobre a outra (Figura 4) de

forma que as fibras fiquem cruzadas (MARCELLINI DOMINGOS; SPRINGMANN, 1999). Essa estrutura garante grande resistência e leveza. Há diversos tipos de compensados, a depender da sua composição.

Figura 4 – Construção compensado



Fonte: (LIMA, 2006)

O outro grupo, bastante utilizado na indústria moveleira atualmente, é formado pelos PMR (Painéis de Madeira Reconstituída). Os PMR são produtos cuja demanda vem crescendo a taxas mais elevadas no país, sobretudo o MDF (*Medium Density Fiberboard*), mas também o MDP (*Medium Density Particleboard*) (HORA, 2014). O processo produtivo constitui-se em reduzir a madeira a pequenos pedaços, mesclá-los com resinas e, depois, com a ação de pressão e temperatura, formar os colchões de madeira. Os pedaços podem ser partículas ou fibras de madeira, dependendo no nível de desagregação utilizado.

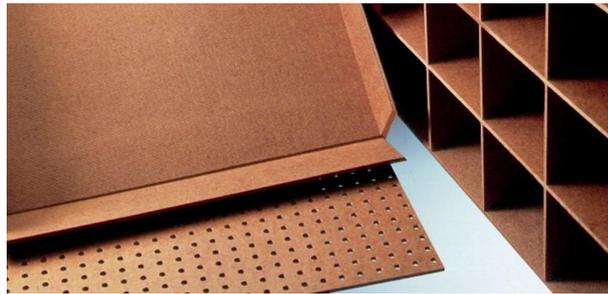
Os PMR apresentam várias vantagens em relação à madeira maciça e até mesmo aos compensados, como:

- Aproveitar quase integralmente as toras
- É possível trabalhar com resíduos, usando toras de menor diâmetro
- Permite produzir painéis de grandes dimensões
- Disposição aleatória das partículas, que minimiza o fator anisotrópico que a madeira maciça possui
- Facilidade de impregnação com produtos repelentes a insetos (como cupins ou vespas), umidade e retardantes de fogo (os chamados aditivos).

Os tipos de PMR mais utilizados para construção de móveis são o MDF, o MDP e a Chapa de Fibra:

- **Chapa de fibra:** também conhecida como chapa dura (*hardboard*), é uma chapa de espessura fina, que resulta da prensagem a quente de fibras de madeira. É utilizada principalmente em fundo de gavetas e fundo de armários. (Figura 5)

Figura 5 – Chapas de Fibra



Fonte: Catálogo DURATEX (2018)

- **MDP**: painel de partículas de média densidade. É mais utilizado na fabricação de móveis retilíneos como tampos de mesas, laterais e portas de armários, estantes e divisórias. (Figura 6)

Figura 6 – Estrutura painéis de MDP



Fonte: Catálogo Duratex (2018)

- **MDF**: similar ao MDP, com a diferença de que as partículas são cozidas no processo produtivo, levando a um maior grau de desagregação (fibras), como visto na Figura 7. Como possui maior consumo de madeira e resina por metro cúbico do que o MDP, seu valor é mais elevado. Uma das principais vantagens do MDF em relação ao MDP é que suas características mecânicas o aproximam da madeira maciça, permitindo grande capacidade de usinagem, usos e aplicações mais versáteis (HORA, 2014). A possibilidade de corte deste material em máquinas de corte a laser e a facilidade de usinagem CNC são características que evidenciam o MDF como um material bastante versátil para a construção de mobiliário (MAGRI, 2015).

Como forma de acabamento os painéis reconstituídos podem ser produzidos crus, pintados ou revestidos. O revestimento tem a função de proteger e decorar o painel, podendo ser aplicado em ambas as faces ou em uma só, com padrões madeirados (Figura 8) ou em cores e com texturas lisas ou rugosas. As duas formas

Figura 7 – Estrutura painéis de MDF



Fonte: Catálogo Duratex ((DURATEX, 2018))

de aplicação de revestimento mais comuns utilizam películas de papel pintadas. A mais simples, *Finish Foil* (FF) tem o papel colado com resina UF ao painel e depois é aplicado verniz para manter o brilho; o revestimento por baixa pressão (BP) tem o papel pintado e impregnado com resina melamínica e depois aplicado ao painel com ação de temperatura e pressão. O BP apresenta um fechamento de alta resistência a riscos e manchas nas superfícies e reduz a proliferação de micro-organismos. Em relação ao FF, é mais resistente, tem melhor aparência e maior valor no mercado (HORA, 2014).

Figura 8 – Exemplos de revestimento em MDF que simulam a madeira natural



Fonte: Catálogo Duratex ((DURATEX, 2018))

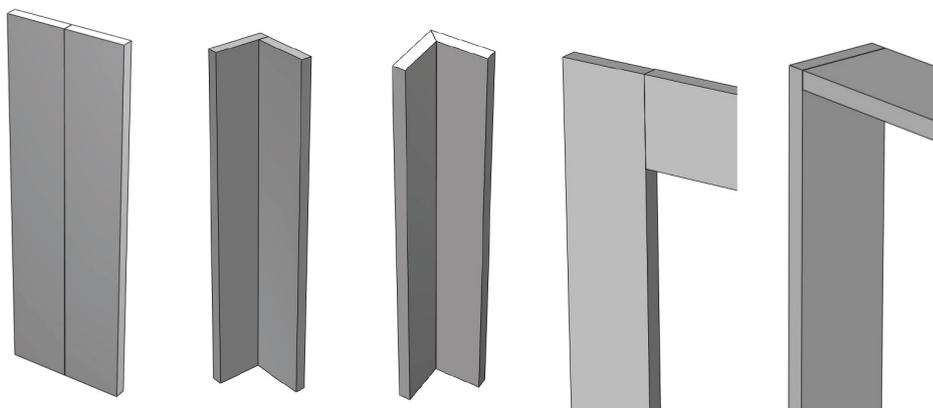
2.4 Formas de união entre elementos de mobiliário

Na construção do mobiliário é sempre necessário que seja feita a união entre as peças de madeira ou painéis, para compor a estrutura do móvel. As técnicas podem ser divididas em dois grandes grupos, as junções que usam madeira com madeira diretamente e as que usam ferragens ou dispositivos de união. O uso de dispositivos de montagem permite montar o móvel depois de feitos os acabamentos, usualmente são realizados pré-furos para posicionamento destas ferragens. Para os móveis comprados em varejo, é a solução mais utilizada pelos fabricantes, possibilitando montagem rápida e sem erros. Alguns dispositivos também são usados para eliminar o uso de parafusos visíveis externamente, agregando valor ao móvel (MARÇAL, 2009).

O tipos de junção entre partes do mobiliário podem ser realizadas usando:

- **Colagem simples:** mais comum com o uso de madeira maciça ou compensados. Quando bem executada a colagem simples forma uma ligação muito forte, quando há rompimento ela acontece fora da zona de colagem. É necessário manter o alinhamento das peças usando guias e grampos, para que não desalinhem durante a secagem da cola. Na figura 9 tem-se diversos posicionamentos possíveis para colagem de peças (MARÇAL, 2009). Para a fixação os adesivos mais comuns são a cola branca, à base de PVA (Poliacetado de Vinila) e a cola de contato, à base de borracha de policloropreno, ambas tem custo acessível, são amplamente distribuídos e funcionam em colagens a frio e a quente (LIMA, 2006).

Figura 9 – Exemplos de colagem simples

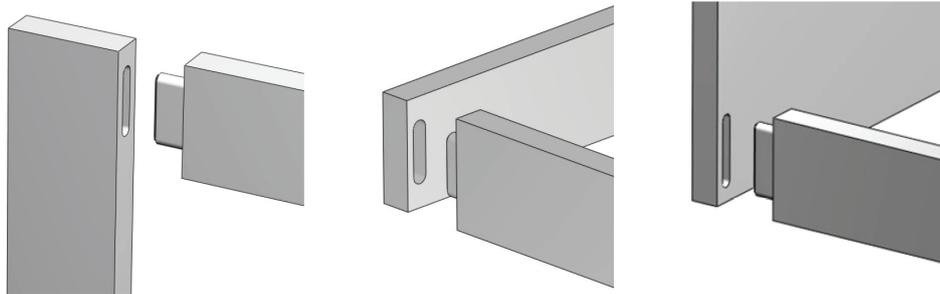


Fonte: (MARÇAL, 2009)

- **Espigas:** uma técnica bastante antiga, utilizada com madeiras maciças e compensados. Uma peça tem o formato macho, com uma projeção usinada, e a outra

peça, fêmea, tem um rebaixo. O encaixe é feito com leve pressão (LIMA, 2006). Devido à alta resistência é aconselhada para uso entre topos e travessas. Podem ser executados manualmente ou com ferramentas como uma tupa, em ambas formas requerem muita precisão para que o encaixe fique perfeito e sem folgas. (Figura 10)

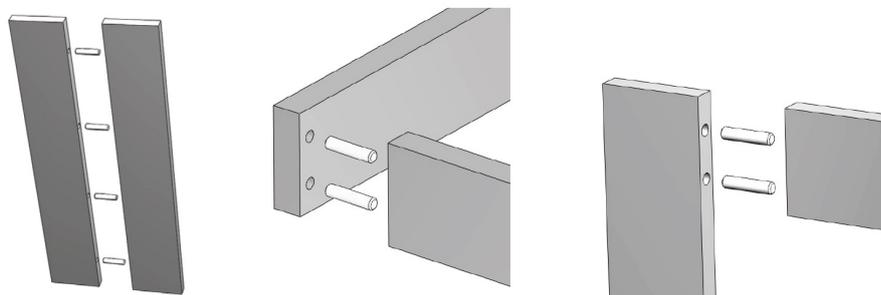
Figura 10 – Junção com espigas



Fonte: (MARÇAL, 2009)

- **Cavilhas:** peças de madeira (ou plástico) de pequenas dimensões, cilíndricas e com estrias (LIMA, 2006). Essa é a técnica mais comum, tanto em painéis como madeira maciça. Tem alta produtividade pois é rápido de ser implementado. As duas peças são furadas e é utilizada uma cavilha de madeira ou ferragem para uni-las. Essa forma de união deixa as peças alinhadas e bastante firmes. Podem ser aplicadas usando apenas uma furadeira e brocas, apesar de simples, o processo requer precisão para que as peças alinhem perfeitamente. (11)

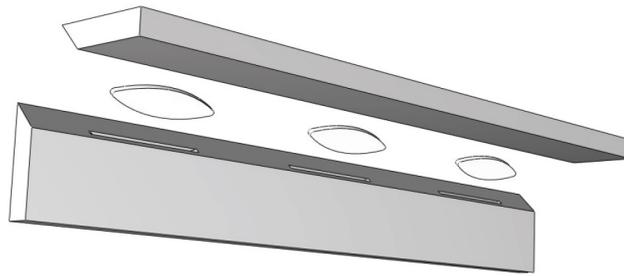
Figura 11 – Formas de união com cavilhas



Fonte: (MARÇAL, 2009)

- **Biscoitos (Biscout Joint):** os chamados biscoitos são alternativas às cavilhas, usados principalmente para alinhar peças, não necessitam de precisão nos furos, porém é imprescindível o uso de ferramenta especial para furação. (12)

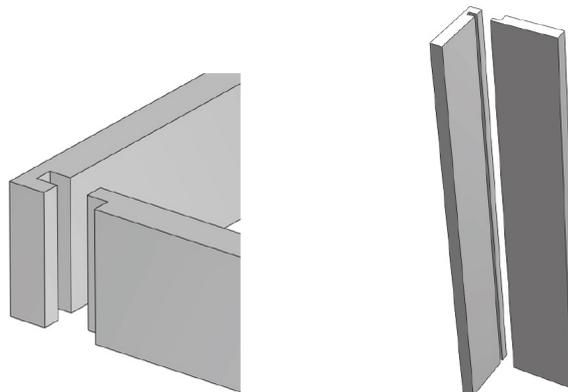
Figura 12 – Uso da união usando "biscoitos"



Fonte: (MARÇAL, 2009)

- **Junção com rasgos:** são diversas opções de encaixe onde é feito um rasgo em uma das peças para encaixe, ou um rasgo em ambas e uma tala para união. Pode ser realizado automatizado ou manual, dependendo da precisão e também do uso de fresas para realizar o encaixe. A figura 13 traz um exemplo de uso de rasgo a meio fio.

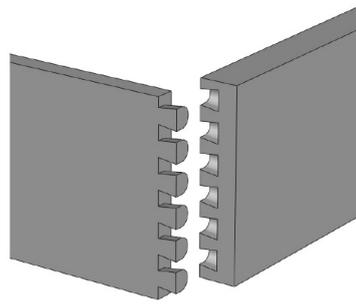
Figura 13 – Uso de rasgo a meio fio



Fonte: (MARÇAL, 2009)

- **Malhetes:** uma união mais sofisticada e que necessita de grande precisão. Os malhetes são conjuntos de cortes em uma sequência de uma espiga e uma depressão, realizados nas duas peças. (Figura 14). É união bastante forte e segura, sendo realizada tanto reta como em ângulo (um exemplo é a junção rabo de andorinha). Quando realizado utilizando o corte computadorizado na CNC, este tipo de união é simples de ser realizado.
- **Parafusos:** muito comum e de fácil execução, tem o inconveniente de deixar a cabeça do parafuso exposta. A furação aparente pode ser aproveitada como um ponto de design do móvel ou pode ser escondida com tampas plásticas ou

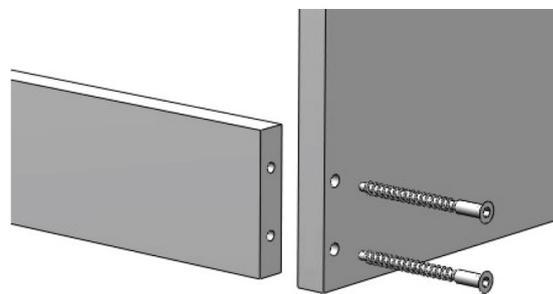
Figura 14 – União usando malhetes



Fonte: (MARÇAL, 2009)

pedaços de madeira. Os parafusos utilizados em painéis normalmente devem ter o pré-furo para que a madeira não rache (MARÇAL, 2009). Nos painéis de MDF e MDP, o indicado é usar parafusos de haste reta (paralela), com rosca do tipo soberba por ter um maior espaçamento entre os seus filetes, conhecidas como auto atarraxantes. É recomendado que sejam feitas pré-furações antes de colocar os parafusos (DURATEX, 2018). A figura 15 exemplifica a utilização.

Figura 15 – Utilização de parafusos para junção de peças



Fonte: (MARÇAL, 2009)

- **Encaixes em fabricação digital:** com as técnicas de fabricação digital como a CNC e cortes a laser há novas formas de encaixe que usam o conceito dos malhetes e espigas, fazendo a união entre as peças de forma precisa, já no momento do corte computadorizado. A figura 16 exemplifica a utilização de uma conexão que faz uso também da estética como forma de caracterização do design do mobiliário.
- **Dispositivos excêntricos:** são ferragens que permitem união entre chapas usando um parafuso especial, que ao ser apertado faz o travamento entre as duas peças. Estes dispositivos são conhecidos por marceneiros como castanhas

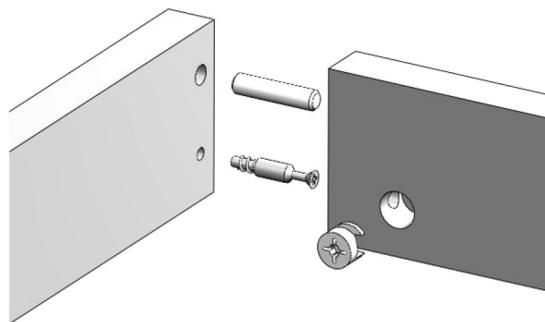
Figura 16 – Conexão realizada com corte computadorizado



Fonte: (MARÇAL, 2009)

ou minifix (Figura 17), porém há uma grande variedade de nomes a depender do fabricante. A mesma técnica pode ser aplicada com dispositivos de tamanhos variados, a depender da necessidade de resistência e força utilizada entre as peças. Nestes casos as ferragens normalmente ficam aparentes apenas na parte interna do móvel e permite montagem fácil, por isso é muito utilizado no mercado de móveis em kit para montagem na casa do cliente. Porém, a furação necessita de precisão e ferramentas adequadas como brocas forstner ou fresas.

Figura 17 – Dispositivo Minifix usado para união das peças

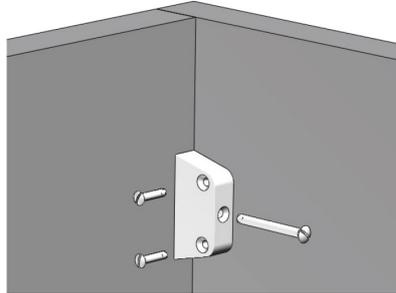


Fonte: (MARÇAL, 2009)

- **Junção com cubos e cantoneiras:** utiliza uma ferragem externa normalmente em forma de cubo ou retângulo e cantoneiras. São usadas para fixar duas peças perpendicularmente. A ferragem é parafusada nas duas peças fazendo a união. Além de ficar muito aparente internamente, não permite alinhamento perfeito

entre as peças e é muito usado em bricolagem. (Figura 18

Figura 18 – Uso de ferragem externa para junção



Fonte: (MARÇAL, 2009)

- **Outros dispositivos:** considerando o uso da fabricação digital e acompanhando portfólios de empresas online podemos considerar que há uma categoria de dispositivos desenvolvidos para unir duas peças de um móvel que são desenvolvidos para serem encaixados entre as duas peças e, por pressão, ajudam a criar a estrutura do móvel. Analisaremos alguns destes dispositivos como resultado da pesquisa de similares.

2.5 Princípio de construção System 32

Segundo informações do catálogo da fabricante de ferragens Hettich 2014 o System 32 cria uma unidade construtiva quando define uma sequência de furações e permite o posicionamento de componentes do móvel e das ferragens, ganhando tempo de montagem e construção. Processo ideal para acabamentos com CNC, máquinas automáticas de furação e criação de gabaritos de furação.

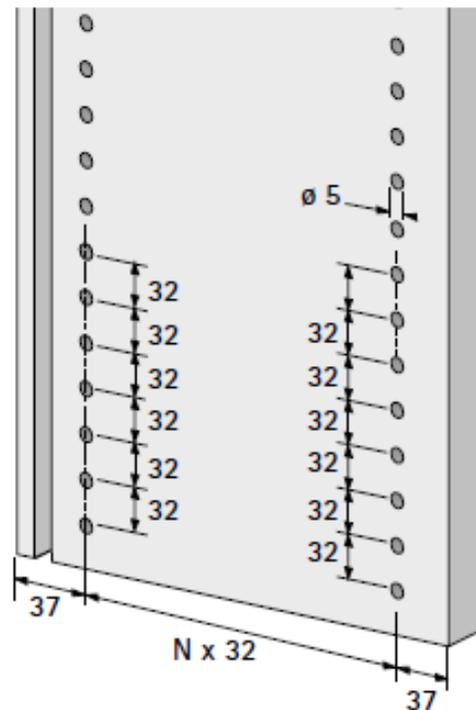
Muito difundido na Europa, o sistema de furação e construção de móveis System 32 é um padrão internacional. No Brasil apenas grandes indústrias detêm essa tecnologia, devido às máquinas de furação serem padronizada múltiplas de 32 mm. O sistema proporciona maior rapidez na fabricação e garante mais qualidade e resistência tanto no móvel modulado como no sob medida (VALE, 2011).

O System 32 considera os princípios (Figura 19):

- Diâmetro de furo de 5mm.
- Distância axial entre a fila de furos e a borda dianteira do painel lateral de 37 mm, considerando batentes ou fitas de borda nesta medição.

- Distância axial entre as filas de furos verticais: divisível por 32.

Figura 19 – Sistema de furações System 32



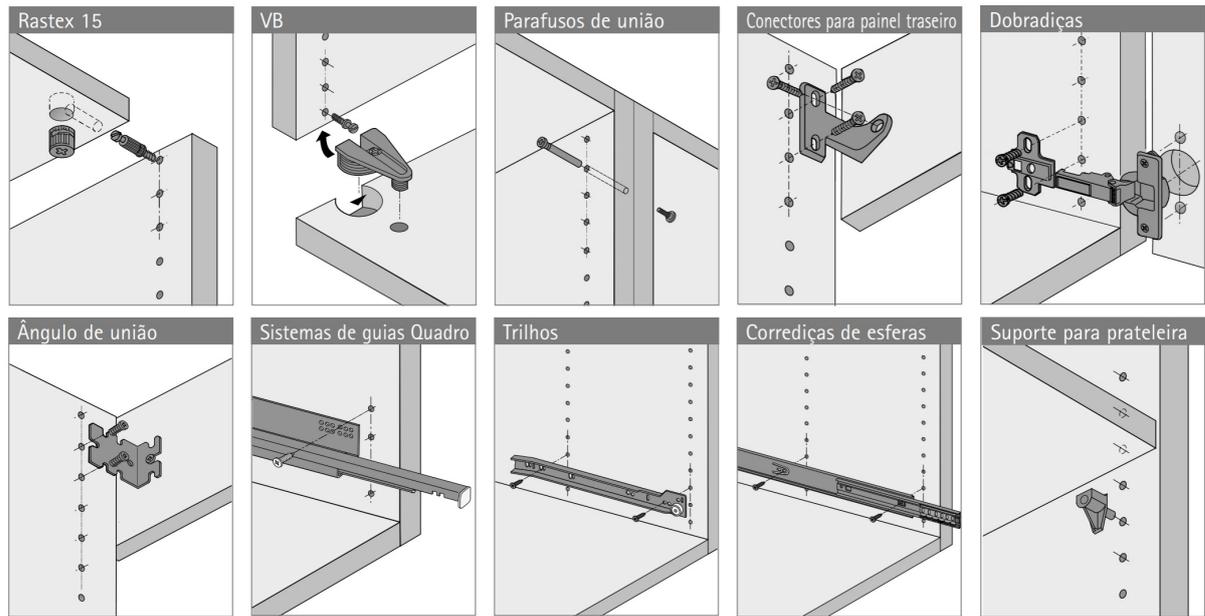
Fonte: (HETTICH, 2014)

Como vantagens da implementação deste sistema tem-se sempre a mesma distância entre os furos da parte superior e da parte inferior de um painel lateral e também mantém mesma distância entre a borda traseira e a coluna de furos do painel lateral. O padrão é aplicável também no cálculo do tamanho do móvel, das frentes das gavetas, posição das dobradiças e demais ferragens. (Figura 20

A figura 21 apresenta um exemplo prático de cálculo de dimensões dos painéis seguindo esse padrão de furação, considerando um móvel com os requisitos:

- Altura desejada de aproximadamente 2000mm.
- Profundidade de aproximadamente 600mm
- Espessura dos painéis de 19mm

Figura 20 – Aplicações de ferragens em painéis com furação System 32



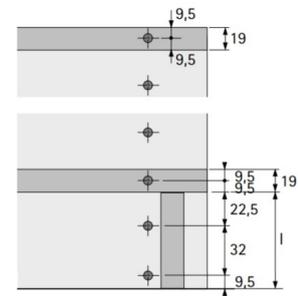
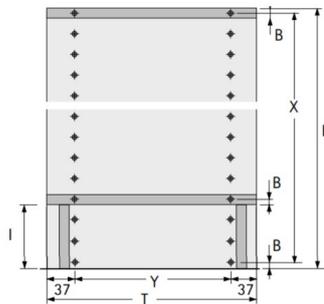
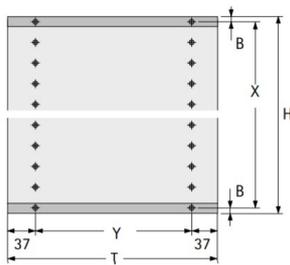
Fonte: (HETTICH, 2014)

Figura 21 – Cálculo do tamanho dos painéis seguindo o sistema 32

- ▶ X / Y = Múltiplos de 32 mm
- ▶ B = Distância entre furos da borda superior ou inferior do painel lateral até o centro da bucha por ex., com uma espessura do painel de 19 mm
B = 9,5 mm

Cálculo do painel lateral do corpo do móvel:

- ▶ Altura (H) = X + (2 x B)
- ▶ Largura (T) = Y + (2 x 37 mm)
- ▶ Altura do rodapé = I (Múltiplos de 32 mm)



2 $H = 1984 + (2 \times 9,5) = 2003 \text{ mm}$

- 2** Para a medida X, é escolhido 1984 mm a partir da tabela de distâncias de separação. A altura do armário é, por isso, de $1984 + (2 \times 9,5) = 2003 \text{ mm}$.

1 $T = 512 + (2 \times 37) = 586 \text{ mm}$

- 1** Para a medida Y (600 - 2 x 37), é escolhido 512 mm a partir da tabela de distâncias de separação. Por isso, a profundidade do armário é de $512 + (2 \times 37) = 586 \text{ mm}$.

Fonte: (HETTICH, 2014)

2.6 Processos de fabricação

O autor e designer Richard Morris 2010 descreve que há quatro formas gerais de fabricação de produtos: extrair material de pedações sólidos maiores (usina-gem), unir peças para obter uma segunda forma (montagem), acrescentar materiais não sólidos para chegar em uma nova forma (moldagem) ou forçando materiais sólidos a assumir a forma desejada (conformação).

Conformação consiste em dar forma a materiais sólidos, seja a quente ou a frio. Inclui processos manuais como a forjaria e serralheria, mas também industrializados como laminação, extrusão, prensagem e cunhagem. Sendo facilmente automatizado, este processo pode atender a uma produção em grande quantidade, envolvendo pouco desperdício. Produtos como pregos, manivelas, dobradiças, latas de bebidas e lâminas são produzidos por conformação (MORRIS, 2010).

Extrusão

Em termos mais simples a extrusão consiste em espremer um material através de um furo em uma matriz. Como saída deste processo temos um material com comprimento contínuo no perfil (formato) definido pela matriz utilizada (LAFTERI, 2013).

A extrusão é um processo de conformação que em metais é realizada com o material em estado plástico, onde barras ou peças metálicas pré-formadas são aquecidas a temperaturas inferiores ao ponto de fusão, facilitando a conformação do material. É um processo relativamente barato e produz formas quase acabadas que podem ser projetadas para montagem fácil (LESKO, 2012).

Na extrusão direta uma barra redonda e aquecida é colocada na câmara de uma grande prensa e então empurrada através de uma matriz por um pistão hidráulico, formando um longo perfilado. O processo pode resultar em formas cheias, ocas ou semiocas, sendo possível produzir qualquer perfil, atendendo a diversos requisitos de projetos. Os extrudados têm revolucionado o projeto e a fabricação de muitos produtos, em parte porque a maioria dos materiais extrudados é de baixo custo (LESKO, 2012).

DFM e DFA

A técnica de fabricação do produto é tarefa essencial no processo de criação, para tanto o designer deve ter certeza de qual técnica se aplica melhor ao seu projeto e aos requisitos desejados. Por exemplo, um produto mais macio e com menos curvas pode ser mais adequado ao processo de usinagem, assim como um item com laterais curvas e ângulos arredondados tem mais facilidade de ser removido do molde em um processo de moldagem (MORRIS, 2010).

Características de design como estas não estão diretamente ligadas às

especificações dos produtos, mas são importantes para ter controle de custos e produção. Tais decisões devem ser levadas em conta nas primeiras etapas do processo de projeto, antecipando riscos na etapa de fabricação. Este conceito é chamado de Design Orientado à Fabricação ou na sigla em inglês DFM (*Design for Manufacture*) (MORRIS, 2010).

Visando também o maior planejamento da produção há o Design Orientado à Montagem ou DFA (*Design for Assembly*). O DFA também é importante no controle de custos, incluindo soluções que facilitem a montagem do produto na linha de produção, como pontos de fixação para manter peças paradas ou a utilização de um tamanho padrão de parafusos (MORRIS, 2010).

O desenvolvimento do produto objetivo do trabalho levou em questão os conceitos chave de DFA e DFM na produção do dispositivo, já que ele pode ser usado como uma das partes a ser aplicada na montagem de um produto mais complexo.

2.7 Fabricação pessoal

O termo "Terceira Revolução Industrial" ou "Nova Revolução Industrial" vem sendo utilizado por teóricos e futurólogos para conceituar uma evolução nos processos alternativos de manufatura. Estes processos fazem uso de princípios da era digital como colaboração, compartilhamento e *co-design* e utilizam técnicas produtivas como a fabricação digital, produção em rede e a atitude "faça você mesmo" (NEVES, 2014).

A primeira fase da era colaborativa é esta chamada "Terceira Revolução Industrial". Enquanto a "Segunda Revolução Industrial" trazia um sistema vertical, baseado na propriedade privada e na importância do capital financeiro, a "Terceira Revolução Industrial" está associada à criatividade e utiliza uma estrutura menos hierarquizada, horizontal e colaborativa, onde o capital social supera o financeiro e as relações são movidas para uma participação coletiva (RIFKIN, 2012).

Com a recente popularização da tecnologia CNC e dos processos de impressão tridimensional, podemos constatar o surgimento de uma nova categoria de produtores de móveis, que na maior parte dos casos se denominam *makers*. São designers engajados nas questões da fabricação digital e na atuação com *Open Design*. A fabricação digital permite a personalização do produto e o retorno do produtor de móveis de bairro, em oficinas de garagem (MAGRI, 2015) e traz também a opção do

faça você mesmo, entusiastas que desejam produzir suas próprias peças.

O termo *maker* e o movimento faça-você-mesmo tem princípios originados do movimento *Arts & Craft*, do final do século XIX, que se opôs à produção em massa que cresceu após a revolução industrial, quando o espaço do trabalho manual foi reduzido e ocupado pelas fábricas. As premissas do *maker* são a criação, modificação e reparo de bens de consumo sem a ajuda de um profissional na técnica em questão. Neste sentido, a atividade apresenta-se como agente democratizador, dando independência, e permitindo maior identificação com os produtos criados (SILVA, 2017).

Essa cultura do fazer é defendida por Sudjic (2010) quando cita que a relação produção-consumo, ao chegar um ponto de exaustão, tenderá a alterar-se dramaticamente, propiciando o surgimento de nova lógica econômica. Isto ocorrerá pela própria transformação da economia e também em função do apelo social crescente de conscientização no uso de recursos naturais às organizações produtivas.

Bastante relacionado ao movimento *maker* estão os métodos de fabricação digital. Nos modelos digitais de fabricação, a informação é retirada de geometrias virtuais para alimentar processos de produção. Assim, é possível criar um objeto ou produto através de processos de prototipagem rápida e em linhas de produção menores. A prototipagem pode envolver a impressão 3d, o corte à laser, a usinagem com controle CNC , entre outros (SILVA, 2017).

Neste projeto fizemos o uso das técnicas de impressão 3D para a fabricação de protótipos e avaliação do projeto e as peças utilizadas na experimentação empírica foram encomendadas e cortadas em uma seccionadora CNC.

3 MÉTODO DO PROJETO

Para realização do projeto que é objetivo desta pesquisa será utilizada a metodologia adaptada de Löbach (2001), ele assume que o elemento criativo deve passar por quatro fases diferentes e desenvolver um produto inovador, com características valorizadas pelos usuários. Como fundamentação metodológica o autor sugere quatro fases distintas:

- **Preparação:** etapa de partida onde será detalhado o problema a ser tratado, através de coleta de informações e análise destes dados o problema é conhecido por completo, permitindo descrever ao final as características necessárias ao novo produto que se deseja construir. Esta primeira etapa compõe o pré-projeto de design e será detalhada adiante.
- **Geração:** produção de idéias baseado-se nas análises realizadas na preparação. Nesta fase serão propostas alternativas para a solução do problema. Aqui espera-se apresentar esboços ou modelos preliminares de dispositivos de montagem ou adaptações aos que já existem, além de alguma ferramenta ou método que facilite a montagem e encaixe dos painéis de madeira.
- **Avaliação:** aqui serão avaliados as alternativas propostas, com base nos critérios escolhidos na etapa de preparação.
- **Realização:** onde é feita a materialização da solução escolhida, através de um protótipo ou especificação. Esta é a última fase antes do produto entrar na linha de produção.

Para a etapa de preparação, que será a fundamentação deste pré-projeto, ainda usando as referência de Löbach (2001), descrevemos as atividades realizadas na coleta de informações:

1. Definição da estrutura do mobiliário com painéis: através de estudo empírico, analisamos como é feito o posicionamento entre dois painéis, para montagem de prateleiras, topo, base e gavetas. Vamos considerar também a estudo dos dispositivos usados em portas de abrir e basculantes.
2. Dispositivos de união: usando catálogos de fabricantes de ferragens e consulta ao mercado, listamos dispositivos que estão disponíveis, qual o conceito utilizado na união e sua principal funcionalidade. Listaremos também protótipos e dispositivos encontrados em outras pesquisas acadêmicas e em consultas a portfólios online.

3. Experimentação: foi desenvolvido um projeto de mobiliário, criado um plano de cortes, encomendadas as peças de MDF para montagem de uma cabeceira de cama. Através dessa experimentação foi testado um processo de marcação e furação das peças para posterior montagem. A montagem fez uso de gabaritos e de furações livres. O resultado do processo será usado para elencar os requisitos do produto que será desenvolvido.

3.1 Pesquisa de Similares

Como resultado inicial do trabalho apresentamos uma pesquisa de similares que compreende ferragens usadas como dispositivos de união, produtos de mercado com aplicação semelhante e também produtos que facilitam a montagem ou furação dos painéis.

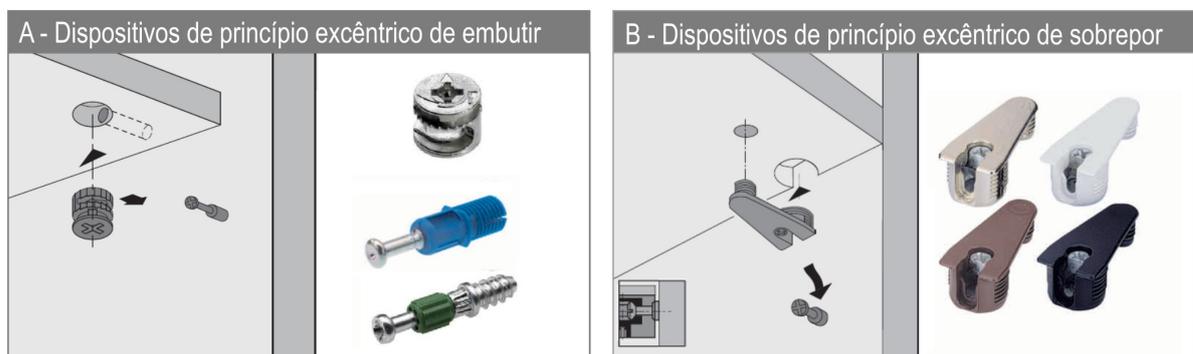
Ferragens

Os dispositivos de união, conhecidos também por dispositivos de montagem, são replicados com as mesmas funções por diversos fabricantes, recebendo nomenclaturas específicas em cada um deles. Os principais fabricantes são Hettich, Rafele, FGVTN, Wurth e Blum. Fabricantes de menor expressão também estão disponíveis. Em Fortaleza os próprios fornecedores não conhecem bem o produto, pois não há um nome para especificar esse tipo de ferragem. Foram pesquisadas as lojas Madeireira Rio Branco, Madeireira Geovanie, Madeireira Santos Dumont, Madeireira João Pessoa e loja Leroy Merlin. As ferragens abaixo, apesar de serem produzidas por empresas estrangeiras, são todas comercializadas no Brasil. Agrupamos os tipos de ferragem a seguir.

- **Princípio Excêntrico de embutir:** o movimento excêntrico transforma um movimento circular em um movimento retilíneo. São ferragens utilizadas em conjunto com parafusos especiais que fazem o travamento entre os dois painéis quando um deles é apertado. Nestes dispositivos o parafuso principal fica totalmente embutido no painel. Estes dispositivos devem ser comprados para a espessura do painel em que serão inseridos, pois há variação entre os modelos. (Figura 22.A).

- Nomenclatura Popular: tambor ou castanha
 - Nomenclatura nos fabricantes: Rastex, Minifix, Tamborfix e Girofix
 - Material: zamac (liga metálica) ou zinco.
- **Princípio Excêntrico de sobrepor:** com o mesmo princípio de pressão, mas com parte do dispositivo sobreposto ao painel. Há um modelo para cada espessura de painel, portanto devem ser aplicados após a definição das espessuras do móvel. (Figura 22.B)
 - Nomenclatura Popular: VB
 - Nomenclatura nos fabricantes: VB, Rafix, FA, FB
 - Material: Zamac (liga metálica), plástico e níquel.
 - **Cubos:** os chamados cubos são ferragens que ficam totalmente sobrepostas aos painéis e são fixadas com parafusos tradicionais. Indicados para a parte interna do móvel, pois se destacam bastante visualmente.
 - Nomenclatura Popular: cubo
 - Nomenclatura nos fabricantes: TZ 4, C01, Conector RV
 - Material: plástico ou metálico
 - **Cantoneiras:** as cantoneiras são os dispositivos mais simples e também os mais conhecidos. Utilizam parafusos simples nas duas fases que serão unidas.
 - Nomenclatura Popular: cantoneiras, canto, triângulo
 - Material: plástico ou metálico

Figura 22 – Exemplos de dispositivos de princípio excêntrico



Fonte: Catálogo Hettich (2014)

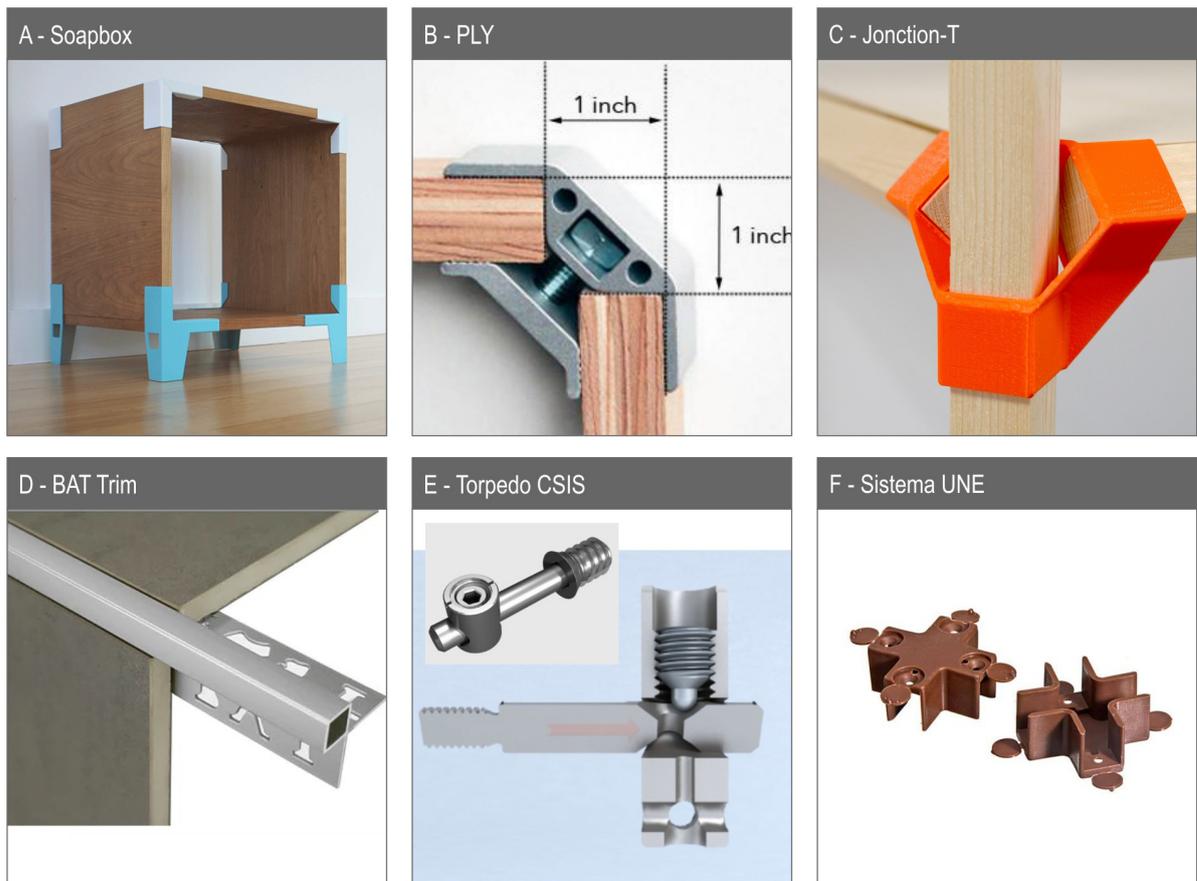
Produtos com função similar

Encontramos no mercado, principalmente internacional, projetos de mobiliário que utilizam dispositivos de união diferentes das tradicionais ferragens. Listamos abaixo alguns deles.

- **Soapbox:** empresa que vende mobiliários como mesas, caixas e prateleiras. A conexão entre os painéis é feita usando um conector metálico, fixado apenas por pressão. O mesmo princípio da conexão é utilizado para a mesa, mas neste caso ele é estendido e forma também as pernas no móvel. (Figura 23.A)
 - Material: os dispositivos são de alumínio e recebem pinturas de várias cores.
 - Onde encontrar: <<https://www.soapboxhome.com/>>
- **Ply Products:** desenvolveu o produto PLY90, um conector metálico para união de painéis utilizando um sistema com duas partes que quando parafusadas pressionam o painel como um sanduíche, mantendo a estrutura. (Figura 23.B)
 - Material: metal
 - Onde encontrar: <www.plyproducts.com>
- **Jonction-T:** é um sistema cenográfico de baixo custo que utiliza impressão 3D para criar os conectores, que são presos a sarrafos de madeira. É modular e empilhável, foram usados para expor produtos em uma exposição. (Figura 23.C)
 - Material: ABS (Impressão 3d)
 - Onde encontrar: <<https://www.behance.net/gallery/28961121/Jonction-T>>
- **Bat Trims:** empresa que fornece aparas de alumínio para serem usados em quinas de móveis ou junções. A função final é apenas estética e de proteção para os painéis, mas sua estrutura e estética podem ser usados no desenvolvimento de outros produtos. (Figura 23.D)
 - Material: alumínio
 - Onde encontrar: <<http://www.battrims.com>>
- **Torpedo CSIS:** conector semelhante aos dispositivos com princípio excêntrico, com um parafuso no topo do painel e outro em um furo na face perpendicular. Aqui a pressão é feita ao apertar o parafuso, que tem uma ponta especial e pressiona a junção. (Figura 23.E)
 - Material: metal
 - Onde encontrar: <https://www.glaserbolt.com/torpedo>

- **Sistema UNE:** são conectores de plástico que são sobrepostos sobre painéis posicionados a 90 graus. São fixados com parafusos e ficam sobrepostos aos topos dos painéis. Solução de fácil montagem e que tem diversos tamanhos para adaptar-se à espessura da madeira. (Figura 23.F)
 - Material: Polipropileno, com cores variadas
 - Onde encontrar: lojas Leroy Merlin

Figura 23 – Análise de produtos similares



Fonte: Fabricantes

3.2 Levantamento de Necessidades

O objetivo do estudo é identificar dificuldades e pontos de possível criação de produto neste processo, que é comumente utilizado por hobistas e pequenas empresas de marcenaria. Como aplicação de um processo de construção de mobiliário, para avaliação de necessidades, foi projetada e montada uma cabeceira de cama, utilizando os passos abaixo:

1. Projeto do móvel
2. Plano de corte e encomenda das peças
3. Montagem

O material definido para o móvel foi o painel de MDF com espessura de 15mm, com revestimento melamínico na cor branca em ambos os lados. Neste processo experimentamos algumas formas de conexão entre os painéis que foram encomendados para montar o móvel, como o uso de cavilhas, *minifix*, VB, parafusos tradicionais e cantoneiras.

Projeto do móvel

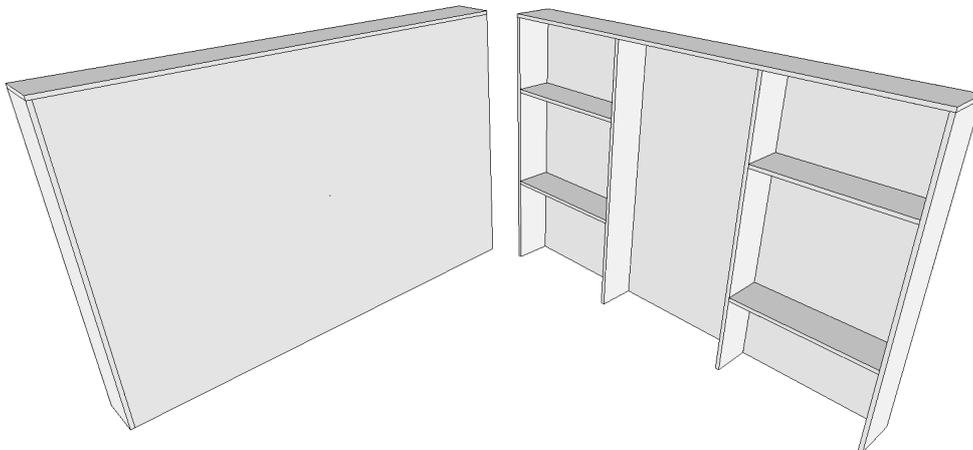
O móvel foi desenhado como uma cabeceira de cama, afim de preencher o espaço gerado com uma coluna de alvenaria em uma das paredes do quarto. A cabeceira é formada por um grande painel na parte dianteira, com travessas verticais e horizontais para dar sustentação interna. A parte traseira é fixada diretamente na parede. Os pontos onde foram previstos dispositivos de conexão entre os painéis foram unidos com cavilhas, cantoneiras e parafusos.

Para o desenho, exibido na Figura 24, utilizamos o software *Sketchup Make 2017*. Todos os dispositivos de montagem foram planejados para ficarem na parte interna do móvel evitando o uso de parafusos que transpassem qualquer um dos painéis.

Plano de Corte

Utilizamos o *plug-in Cutlist* para geração da listagem das partes do móvel que foram projetadas, que está detalhada na Tabela 2. A listagem foi levada à Marcenaria Geovane e foi montado um plano de corte para um único painel de MDF, que tem

Figura 24 – Desenho projeto cabeceira



Fonte: Elaborada pelo autor

medidas de 2,57m por 1,83m. Algumas das peças receberam indicação de aplicação de fita de borda, em uma ou mais bordas.

As peças foram recebidas cortadas, identificadas e com as fitas de borda coladas nas laterais, conforme indicadas no plano de corte. A última coluna indica qual face da peça vai receber a fita de borda, "C" para comprimento e "L" para largura.

Tabela 2 – Listagem de peças para plano de corte

| Item | Quantidade | Descrição | Comprimento | Largura | Fita Borda |
|-------|------------|----------------|-------------|---------|------------|
| C-001 | 4 | Divisória | 550mm | 165mm | - |
| C-002 | 1 | Frente | 1735mm | 1185mm | L |
| C-003 | 3 | Lateral Parede | 1185mm | 165mm | - |
| C-004 | 1 | Lateral Porta | 1185mm | 180mm | CL |
| C-005 | 1 | Tampa | 1750mm | 180mm | CLCL |

Fonte: Elaborada pelo autor

Montagem

Inicialmente foram furados os locais para as cavilhas. Este tipo de dispositivo funciona alinhando os painéis e fixando-os, um em topo e outro na lateral. A fixação pode ser permanente usando cola, porém, no cenário proposto, o móvel poderia ser desmontado e essa solução não pôde ser utilizada, foram utilizados em conjunto os

parafusos para fixação.

A furação das cavilhas requer um posicionamento perfeito da broca para que os painéis fiquem alinhados sem desvios. Na montagem foi utilizado um gabarito para furação, da marca Zinni. Este gabarito usa também um limitador de profundidade para a broca, um furo guia para manter a broca em 90 graus e uma régua com fixação de distância entre o furo e a borda do painel. A Figura 25 mostra a utilização do gabarito para furação de topo e lateral.

Figura 25 – Uso do gabarito para furação de topo e lateral



Fonte: Manual Zinni (2018)

Também foram testados outros dois tipos de conectores: minifix e VB. Apesar da especificação do fabricante indicar que esses conectores podem ser usados em painéis de 15mm, a margem de erro é muito baixa, pois o furo deve ser realizado com 13mm de profundidade. A furação foi feita utilizando o modelo de brocas indicado, modelo *forstner* e realizada com o mesmo gabarito da marca Zinni, usando os acessórios indicados para este propósito.

Os painéis foram posicionados com cavilhas e a fixação das peças foi realizada com cantoneiras, em dois modelos diferentes: fabricadas em cobre com dois parafusos e outro modelo de metal pintado, com dois e com três parafusos.

Resultados do Estudo

O presente estudo alcançou o objetivo de avaliar as necessidades na montagem de um móvel usando painéis de MDF, realizado por apenas uma pessoa. A seguir são descritas as observações sobre o estudo e apontados os principais problemas encontrados.

Tamanho das peças: no painel projetado há uma peça com tamanho de 1,185m x 1,735m e pesando cerca de 23kg. O MDF de 15mm tem densidade aproximada de 750 kg/m³ (DURATEX, 2018). Isso dificultou o manuseio do material, tanto no transporte, mas principalmente nas furações e montagem. Portanto, é indicado limitar o tamanho das peças projetadas para uma fabricação e montagem com menos riscos e mais rápida.

Posicionamento das peças para montagem: a utilização de dispositivos de montagem como as cavilhas, minifix e VB ajudam a posicionar as peças, mas requer que sejam feitas pelo duas furações precisas, uma em cada peça. Caso fossem utilizados parafusos, também seria preciso a furação prévia, as peças teriam que ser posicionadas, fixadas com algum grampo ou seguras por uma outra pessoa, para então realizar o furo guia. Daí a importância de um dispositivo que melhore esse processo.

Cavilhas: a furação das cavilhas necessita de precisão e é recomendado o uso de um gabarito ou no mínimo um furo guia após a marcação. Mesmo com a utilização do gabarito alguns furos não ficaram perfeitamente alinhados, pois há variação da posição da broca com furadeira de mão e em algumas situações não foi possível fixar o gabarito com grampos. O gabarito usado tem um limite de distância, como o móvel era muito longo, não foi possível furar com mais de 40cm.

Furação Minifix e VB: esta categoria de dispositivos requer precisão no posicionamento da furação e também necessita de um limitador de profundidade. São necessárias três furações para o minifix, e duas para o VB. Como requisito para o furo são definidas distâncias mínimas das bordas do painel e profundidade do furo, conforme indicado o catálogo do fabricante Zinni (2018). Aqui um gabarito é essencial, assim como brocas específicas e limitadores de profundidade. O minifix e VB não foi utilizado no painel de 15mm pois a broca disponível não atendeu ao requisito da profundidade do furo, deixando pouca margem de erro. Nos testes um dos furos danificou o revestimento do painel, registrado na Figura 26. A broca do tipo *forstner*

tem uma ponta guia que ultrapassa o limite exigido da profundidade do furo.

Figura 26 – Furação do dispositivo VB



Fonte: Elaborada pelo autor

Fixação das cantoneiras: inicialmente foi realizada tentativa de colocação dos parafusos nas cantoneiras sem um furo guia. Mesmo utilizando uma furadeira elétrica o procedimento não foi bem sucedido. O revestimento melamínico dificulta a entrada do parafuso e a pouca distância entre a posição do furo e o painel perpendicular não permite que a furadeira ou chave de fenda fique em um ângulo de 90 graus. Assim, fizemos um furo guia e depois a colocação dos parafusos se tornou mais fácil e precisa.

Acabamento: devido à grande porosidade dos painéis de MDF recomenda-se utilizar uma camada isolante nos topos dos painéis, evitando o contato com a umidade e preservando a peça. Essa impermeabilização pode ser feita colando fitas de borda ou folhas de madeira natural. Hoje no mercado há fitas dupla face adesivas e podem ser aplicadas diretamente (produto FastFix), porém é comum ser usada a cola de contato. A aplicação desta cola requer ambiente aberto e cuidados no manuseio, por ser produto tóxico. Após coladas, as fitas ou folhas de madeira devem ser refiladas para ficarem da espessura do painel. O serviço de colocação das fitas de borda pode ser contratado na madeireira junto do corte dos painéis de madeira, como fizemos com algumas partes do projeto.

4 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

Como resultado da etapa inicial de preparação listamos as definições das diretrizes projetuais que vão guiar o desenvolvimento do produto.

4.1 Diretrizes projetuais

Com as informações consultadas e o resultado das experimentações empíricas, podemos elencar as seguintes diretrizes projetuais, que vão nortear o processo de desenvolvimento de um dispositivo de montagem de mobiliário:

- Permitir a união de peças de forma provisória, possibilitando montagem e desmontagem do móvel.
- Seja fabricado em série ou individualmente usando fabricação digital
- Capacidade para suportar painéis de espessuras e tamanhos variados
- Dependem apenas de ferramentas portáteis para que o dispositivo seja fixado, como furadeiras e chaves de fenda.
- Deve integrar-se esteticamente ao mobiliário, ficando embutido ou fazendo parte de uma proposição estética.
- Ser compatível com o padrão de furações System 32

4.2 Geração e avaliação das alternativas

Para a segunda fase que fundamentou o desenvolvimento de projeto, Löbach (2001) cita que a geração de alternativas é a fase da produção de ideias baseando-se nas análises realizadas. É uma etapa livre que requer exercício de criatividade. Na fase de avaliação de alternativas, ocorreu a seleção da opção mais viável ao desenvolvimento do projeto, conforme descrito a seguir, atendendo da melhor forma os requisitos de produto que foram definidos após a etapa de preparação.

Durante a pesquisa inicial e com base a experimentação, buscamos inicialmente atacar os problemas encontrados nos dispositivos estudados. Analisando todas as proposições identificamos que a necessidade de precisão é a que está mais presente. Apenas os parafusos simples não precisam de precisão milimétrica para serem aplicados, porém os painéis precisam estar bem fixados para realizar as furações.

A necessidade de posicionamento das peças para montagem guiaram a

geração de alternativas para uma solução que alinhasse os painéis perpendicularmente, trazendo dois encaixes ortogonais com opção de fixação dos painéis com parafusos.

O requisito do uso de ferramentas simples tornaria o produto aplicável a uma maior quantidade de usuários, assim, as alternativas que necessitavam de gabaritos de alinhamento e posicionamento, ou uso de brocas especiais de furação, foram desconsideradas.

Como resultado adicional do estudo empírico propomos, em algumas versões do produto, uma opção que protege os topos dos painéis contra a água e umidade, substituindo o uso de fita de borda no topo do painel.

Portanto, dentre as soluções propostas, escolhemos o desenvolvimento de perfis para serem aplicados como dispositivos de montagem. Os perfis são bastante utilizados na indústria moveleira, desde pequenas marcenarias a grandes lojas de varejo, porém seu uso é aplicado à puxadores, guias de portas ou acabamentos. Aqui optamos por um uso inovador de um produto comum e barato, que pretende facilitar a montagem e trazer uma mudança estética para os móveis.

4.3 Realização

Esta etapa do processo de design foi a materialização da solução definida. “Ela deve ser revista mais uma vez, retocada e aperfeiçoada. Muitas vezes, ela não é nenhuma das alternativas, isoladamente, mas uma combinação das características boas encontradas em várias alternativas” (LÖBACH, 2001).

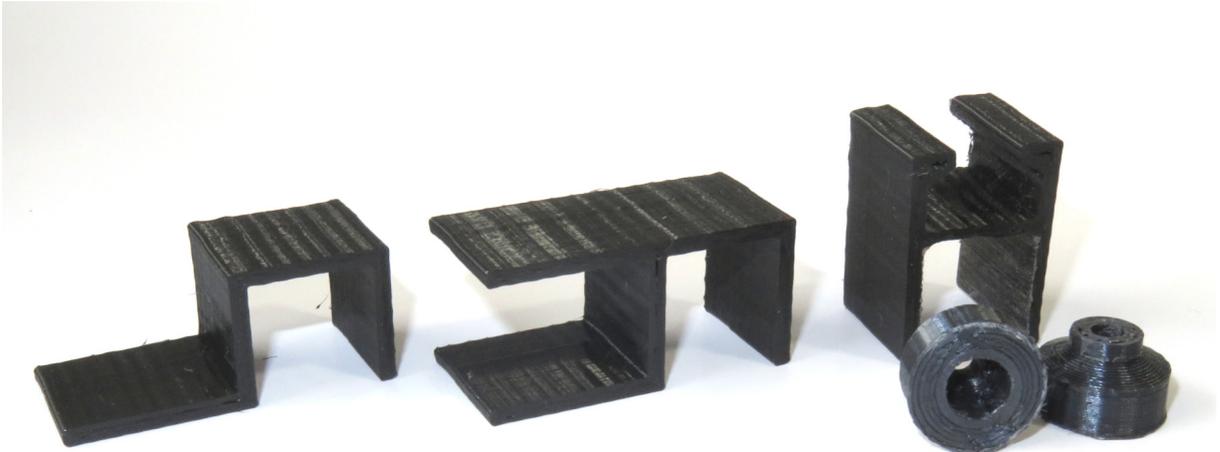
O desenvolvimento do produto foi realizado através de modelagem 3D, prototipação rápida, desenhos técnicos e simulação de aplicações do produto. Após definição das peças a serem desenvolvidas, realizamos a modelagem de alguns perfis e simulações de tamanhos e posicionamento do perfil em relação aos painéis de madeira. Um protótipo foi criado para validar a solução. Finalmente o produto foi refinado e foram definidos os modelos da versão a ser lançada como objetivo deste trabalho.

Prototipação

Com a tecnologia atual de computadores e polímeros é possível produzir em questão de horas um protótipo funcional de produto. A prototipação rápida traz uma redução radical no tempo de desenvolvimento do produto pois permite testes e mudanças em um curto prazo de tempo, com economia de recursos (LESKO, 2012).

Nesta etapa fazemos uso de processos bem difundidos entre a cultura *maker*: a fabricação digital aplicada à prototipação rápida. Utilizamos a impressão 3D com filamentos de PLA (poliácido láctico) para realizar a prototipação de alguns modelos de produtos. As peças impressas (Figura 27) foram então montadas sobre painéis de MDF de 15mm de espessura e compensado, depois testados quanto ao tipo de encaixe, posição de montagem e também quanto à resistência do dispositivo, de forma empírica.

Figura 27 – Primeira impressão dos protótipos

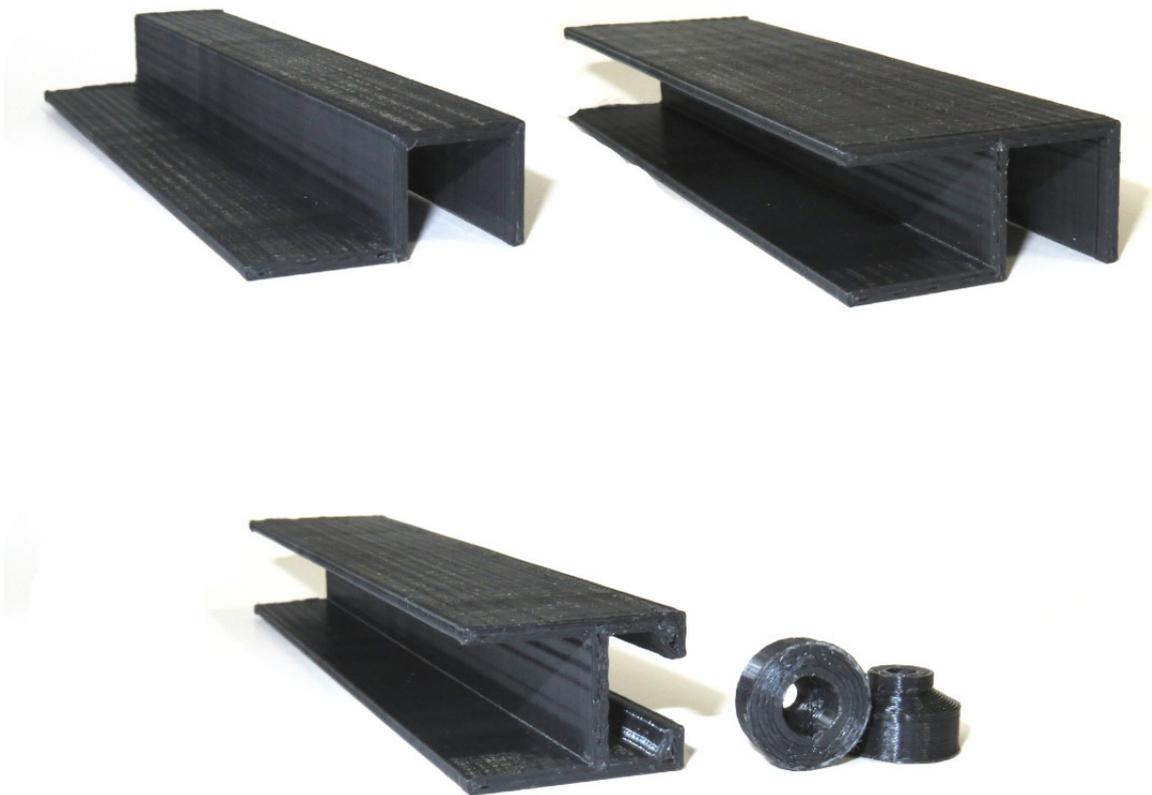


Fonte: Elaborada pelo autor

O teste com o segundo grupo de protótipos (Figura 28) indicou uma pequena adaptação nos encaixes dos perfis. As bordas que são diretamente encaixadas no MDF foram arredondadas para facilitar o posicionamento e gerar menos risco de danificar o acabamento do MDF nas quinas.

Após o protótipo aumentamos o dimensionamento interno do encaixe das peças, criando uma tolerância dimensional de 0,3mm na área de encaixe, baseado

Figura 28 – Segunda versão dos protótipos para testes no painel



Fonte: Elaborada pelo autor

nas variações indicadas dos painéis produzidos pelas principais marcas do mercado brasileiro (Tabela 3), seguindo dados do Manual do Gabarito Zinni (2018).

Tabela 3 – Tolerância dimensional de espessura dos painéis por fabricante

| Espessura | Berneck | Duratex | Somapil | Eucatex |
|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 15mm | 0,2mm | 0,3mm | 0,3mm | 0,2mm |
| 18mm | 0,2mm | 0,3mm | 0,3mm | 0,2mm |
| 25mm | 0,3mm | 0,3mm | 0,3mm | 0,3mm |

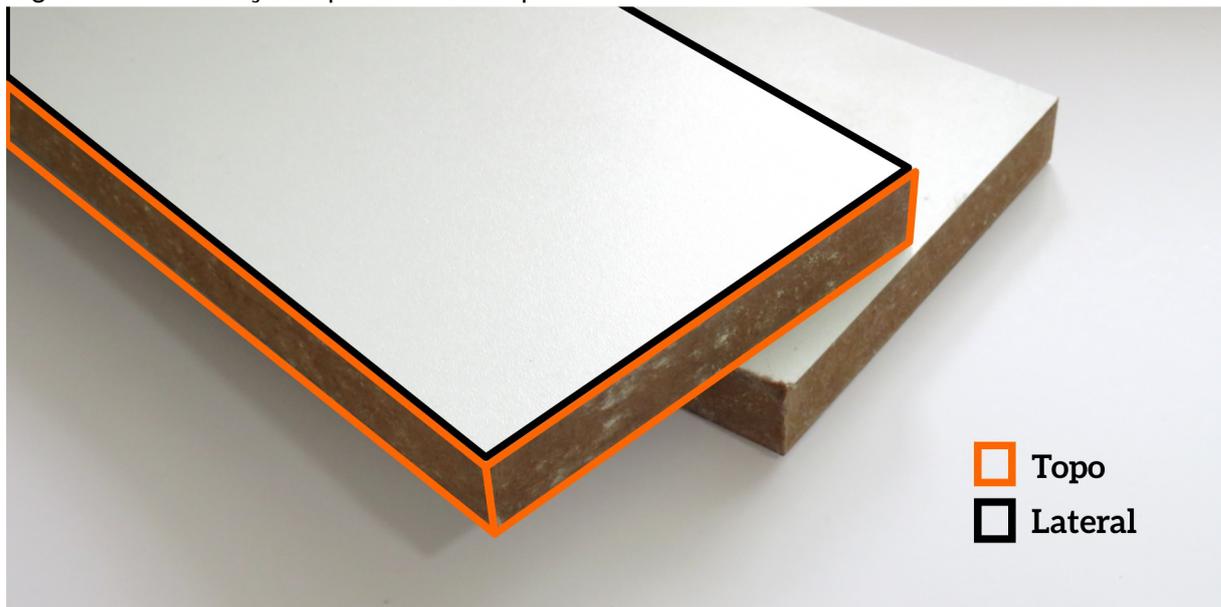
Fonte: Manual Gabarito Zinni (2018)

Mesmo com a espessura de 2mm o produto impresso em PLA mostrou-se bastante resistente ao peso do painel, abrindo uma nova opção de material para o produto proposto nesta pesquisa, considerando, claro, variações na espessura e adaptações do produto em um projeto futuro. Assim poderíamos ter uma versão reduzida do perfil que possa ser impressa em PLA por *makers*.

Produto

Inicialmente vamos definir uma nomenclatura para identificar a conexão entre os painéis que é apresentada na sequencia: consideramos um topo do painel a área menor, onde não há revestimento. Consideramos a lateral a seção de maior área e onde comumente está o revestimento melamínico, conforme Figura 29.

Figura 29 – Indicação topo e lateral do painel



Fonte: Elaborada pelo autor

Como solução para os requisitos de projeto elencados propomos uma linha de perfis para atender situações de montagem de móveis com painéis, onde há junção entre dois topos e entre um topo e a lateral. O produto faz a junção entre painéis a 90 graus e já disponibiliza furações para fixação dos parafusos. Os perfis são todos simétricos, sendo possível a utilização na lateral esquerda ou direita, superior ou inferior, diminuindo o custo e a complexidade na montagem. A linha de produtos mantém variações de encaixes para cada espessura do painel que for utilizado, respeitando suas variações de dimensões, usualmente 15mm, 18mm e 20mm. Para limitar o escopo do projeto apresentaremos o produto para uso com painéis de 15mm.

A Figura 30 traz uma ilustração dos modelos aplicados na conexão entre duas peças de madeira. Foram desenvolvidas duas linhas de produtos. A linha de perfis T fará a junção entre dois topos e possui três versões, a seguir:

- Modelo T1: faz a junção entre os topos e tem função de fita de borda em uma

das peças.

- Modelo T2: tem característica semelhante ao modelo T1 e adiciona proteção de borda nas duas peças.
- Modelo T3: mais robusto, permite fixação sem necessidade de impermeabilização prévia na borda das duas peças. As quinas tem um ângulo bastante suavizado, ideal para ambientes com crianças e idosos pois previne acidentes.

Para as junções de um topo com uma lateral, com função de prateleira interna ou divisória, foram desenvolvidos os perfis da linha L. Nesta linha todos os topos ficam protegidos da umidade e não necessitam de fita de borda. O modelo L pode ser aplicado também em divisórias verticais do móvel, como em um guarda-roupas de duas portas que precisa de uma divisão interna.

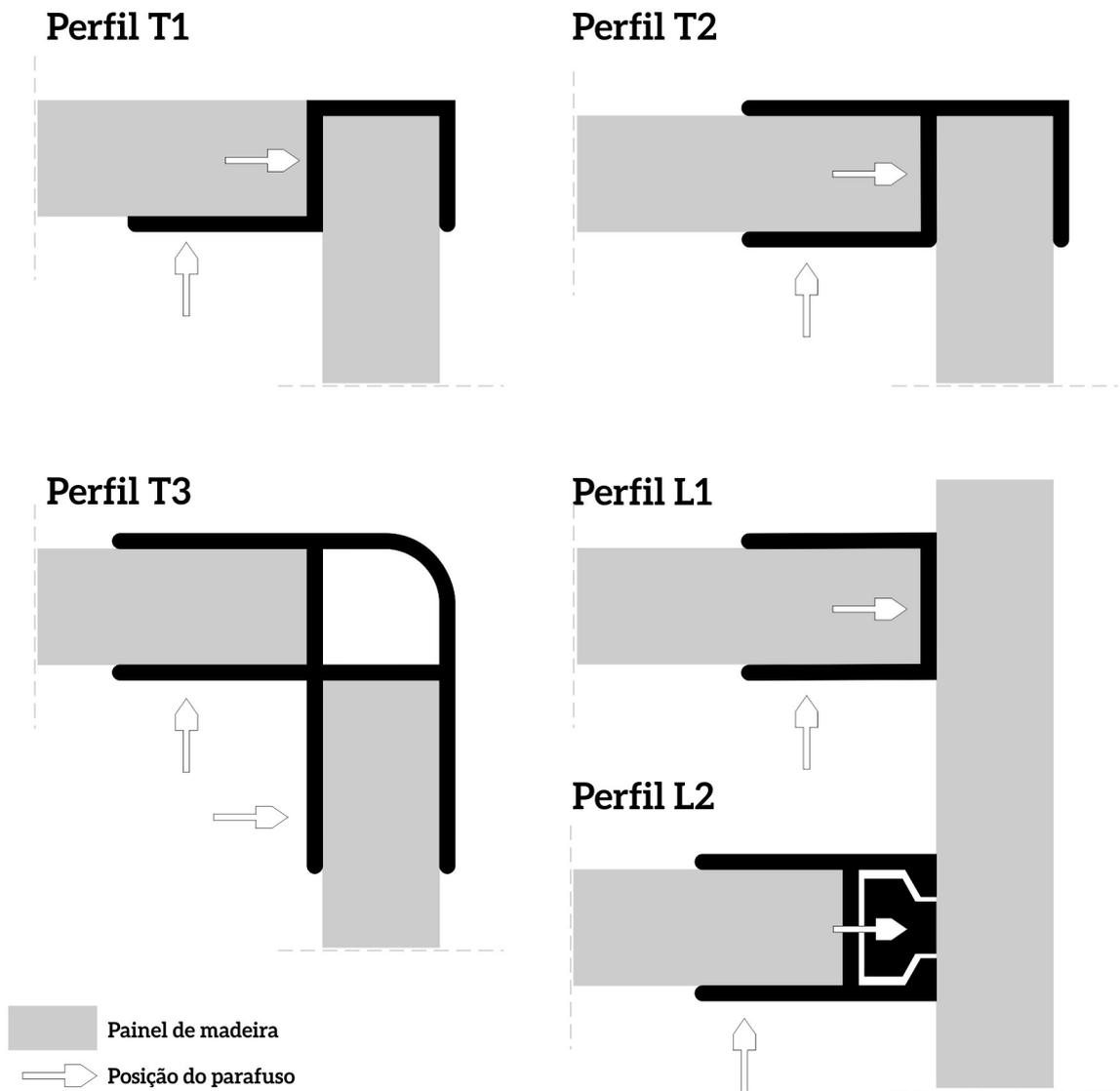
- Modelo L1: perfil com finalidade estrutural, dando sustentação interna ao móvel com fixação por parafusos nas duas peças.
- Modelo L2: criado como um sistema de encaixe fácil, onde o perfil forma um trilho fixado ao topo de um painel. O trilho corre sobre suportes que são parafusados na lateral do painel oposto. Os suportes são circulares e fixados com um único parafuso, facilitando o posicionamento e medição.

Todas as furações nos perfis ficam voltadas para a parte interna do mobiliário. A área destinada à aplicação de parafusos tem 25mm, deixando espaço confortável para uso de furadeira ou chave de fenda.

A posição dos parafusos de fixação dos perfis é previamente estabelecida na fabricação, tendo furos escariados para receber parafusos do tipo cabeça chata. O parafuso mais adequado deve ter cabeça com raio de 3,5mm e altura máxima da cabeça em 2,1mm. As furações iniciam em 32mm e estão distribuídas a cada 128mm, permitindo a distribuição dos furos em variados tamanhos de painéis, com mínima perda de material (Figura 31).

O intervalo definido entre os furos permite que os perfis sejam utilizados em peças de diversas larguras, sem necessidade de furação adicional. Por exemplo, para um nicho com 30cm de profundidade, o perfil cortado terá 3 furos já escariados. Uma caixa externa de gaveta, com 15cm de altura, também pode ser montada sem que seja necessário adicionar furações. A Figura 32 demonstra como podem ser divididos os cortes do perfil para encaixar em larguras variadas de peças.

Figura 30 – Modelos de perfis com indicação do encaixe e parafusos



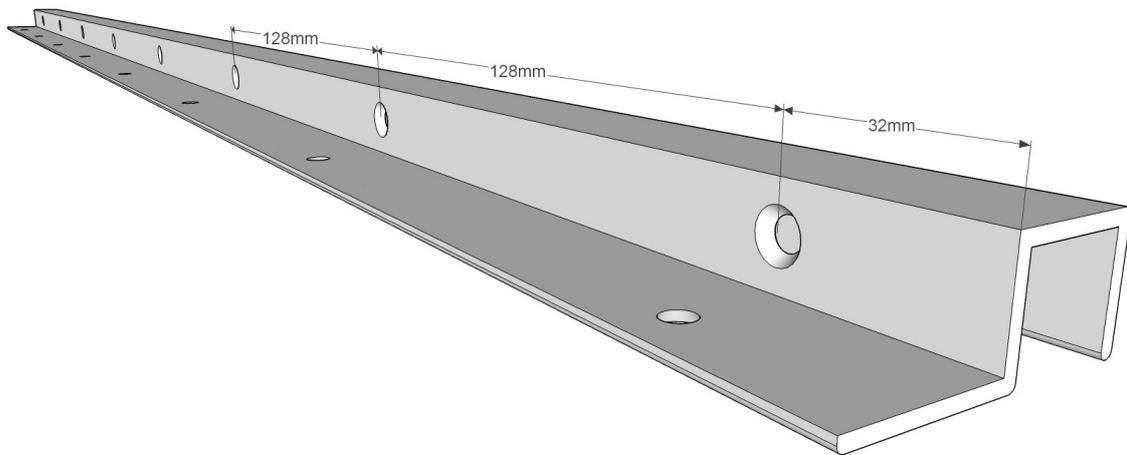
Fonte: Elaborada pelo autor

Material

Os perfis podem ser produzidos tanto em alumínio como em PVC, gerando versões e aplicações diferentes, além de custos associados.

A produção do alumínio é mais barata que o PVC, pode ser reciclado, mas o acabamento depende de um processo de pintura (anodização ou eletrostática), que, mesmo industrializada, mantém a camada da pintura apenas na parte externa. Quando pensamos em uma montagem em casa, para o *do-it-yourself*, ambos permitem que sejam lixados e pintados com tintas específicas para o PVC e alumínio, permitindo personalização.

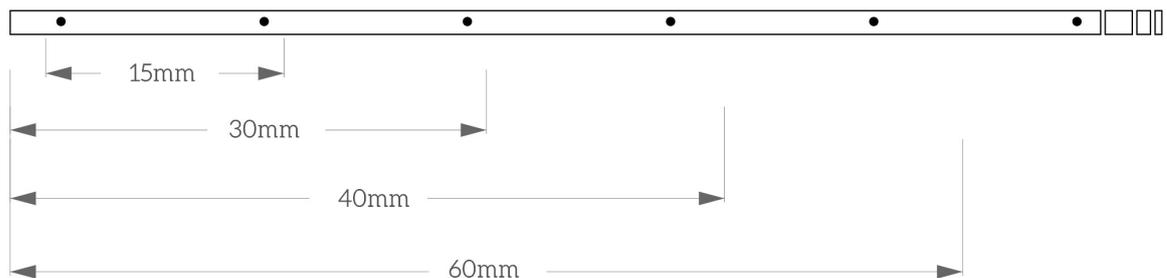
Figura 31 – Posição das furações no perfil T1



Fonte: Elaborada pelo autor

Nota: A imagem representa um corte de 1m de comprimento total

Figura 32 – Esquema de corte do perfil para diversos tamanhos de peças



Fonte: Elaborada pelo autor

Nota: A barra representa o início do perfil e os pontos as furações.

O PVC pode ser fabricado já em uma cor sólida e com preenchimento no próprio material, deixando a seção do corte também colorida, como exemplificado na Figura 33.

Novas tecnologias de adesivagem e pintura computadorizada tornam disponíveis no mercado acabamentos de pintura amadeirada, com técnicas como a sublimação e pintura simulando os veios da madeira e texturas especiais (PRODEC, 2019). Este processo de simulação de madeira natural já é bastante difundido no mercado de esquadrias.

Figura 33 – Exemplos de cores de fabricação do PVC



Fonte: (PRODEC, 2019)

Fabricação

Os perfis são fabricados usando o processo de extrusão, gerando perfis de 6m de comprimento. Para tanto são criadas matrizes, uma para cada modelo de perfil. Independente do material, a fabricação é através do processo de extrusão.

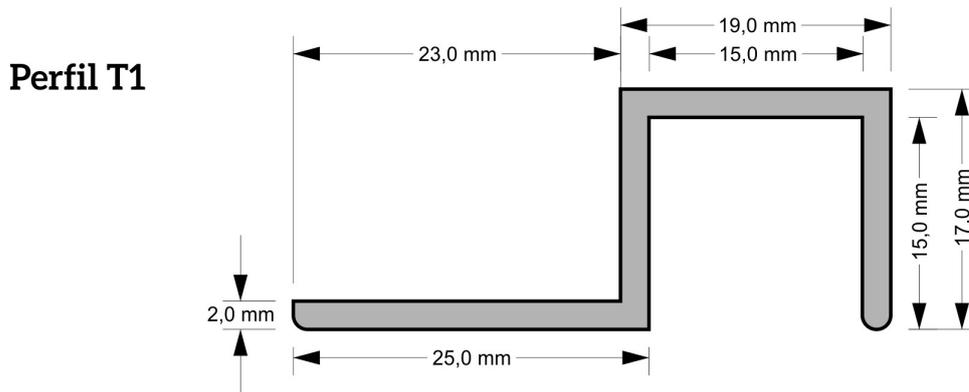
O segundo passo para a fabricação dos perfis são as furações. A cada 128mm o perfil é furado e escariado, nas laterais indicadas no projeto.

Para os suportes desenvolvidos para os perfis do tipo P2, o processo de fabricação é a injeção. Serão fabricados em polietileno de alta resistência, dessa forma não quebram com o impacto nem com o torque dos parafusos.

Desenhos Técnicos - Dimensões

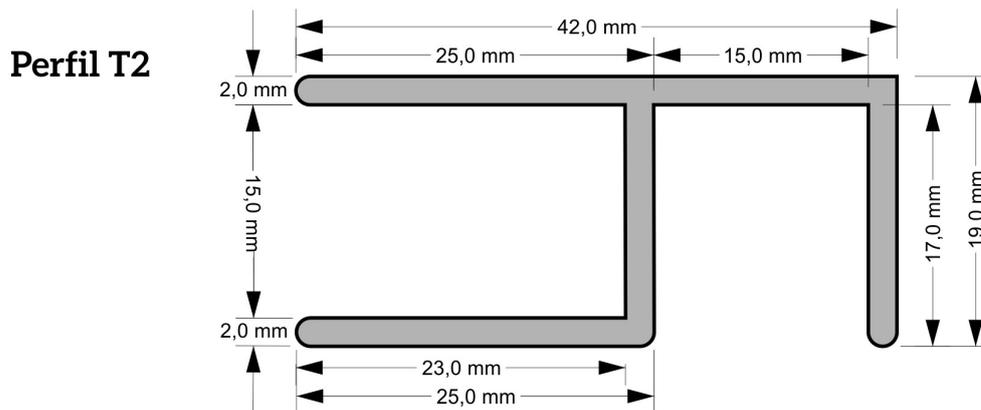
A seguir os desenhos técnicos com as dimensões dos modelos de perfis que foram desenvolvidos. No escopo deste trabalho apresentamos apenas os perfis para encaixe nos painéis de 15mm, porém a adaptação para outras espessuras de painéis é parametrizada na modelagem, podendo ser facilmente gerada.

Figura 34 – Vista frontal perfil T1



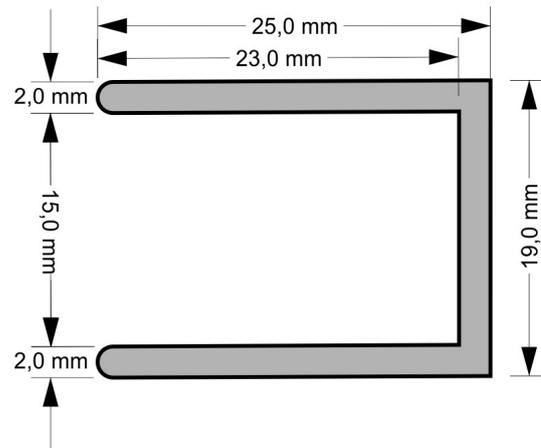
Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 35 – Vista frontal perfil T2



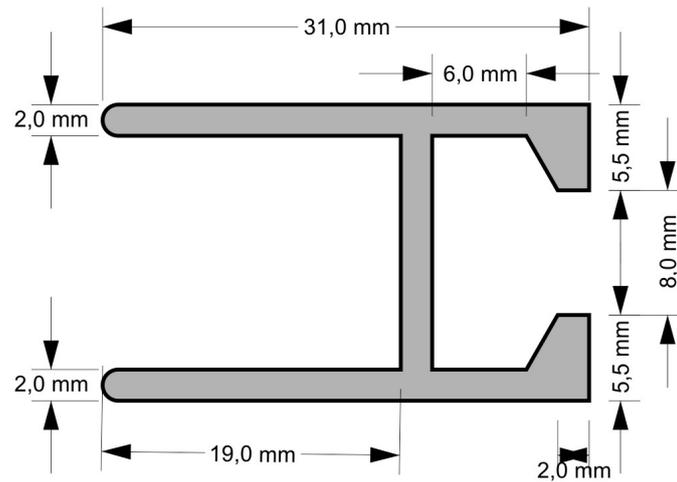
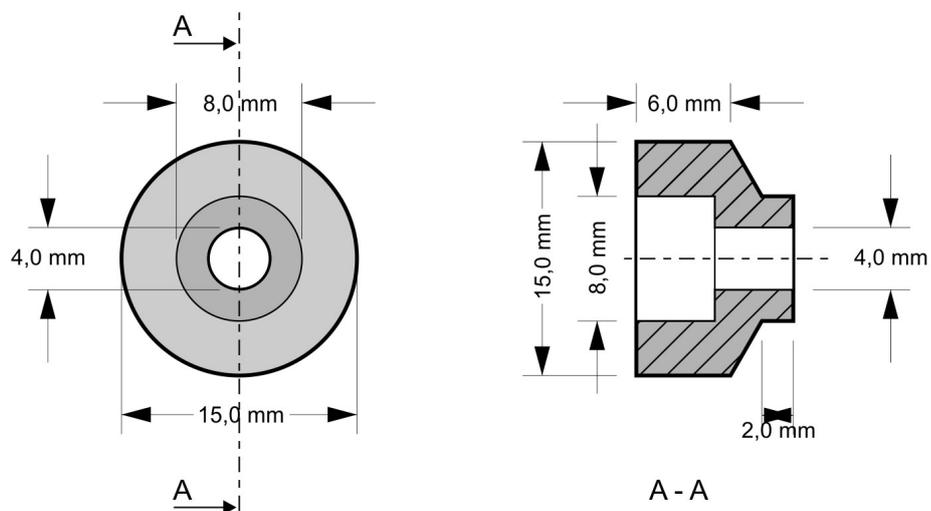
Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 36 – Vista frontal perfil L1

Perfil L1

Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 37 – Vista frontal perfil L2 e vistas frontal e esquerda do Suporte L2

Perfil L2**Suporte L2**

Fonte: Elaborada pelo autor

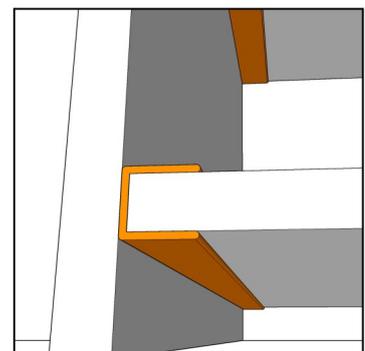
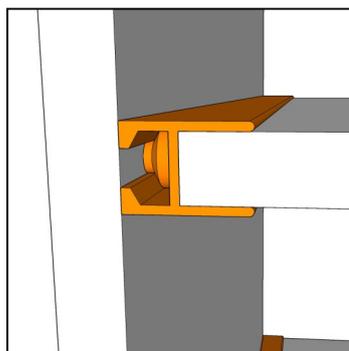
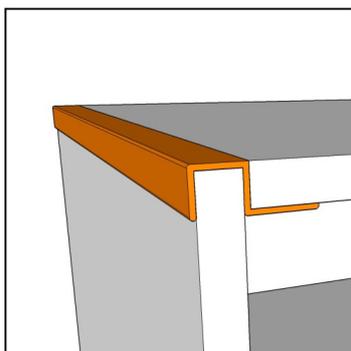
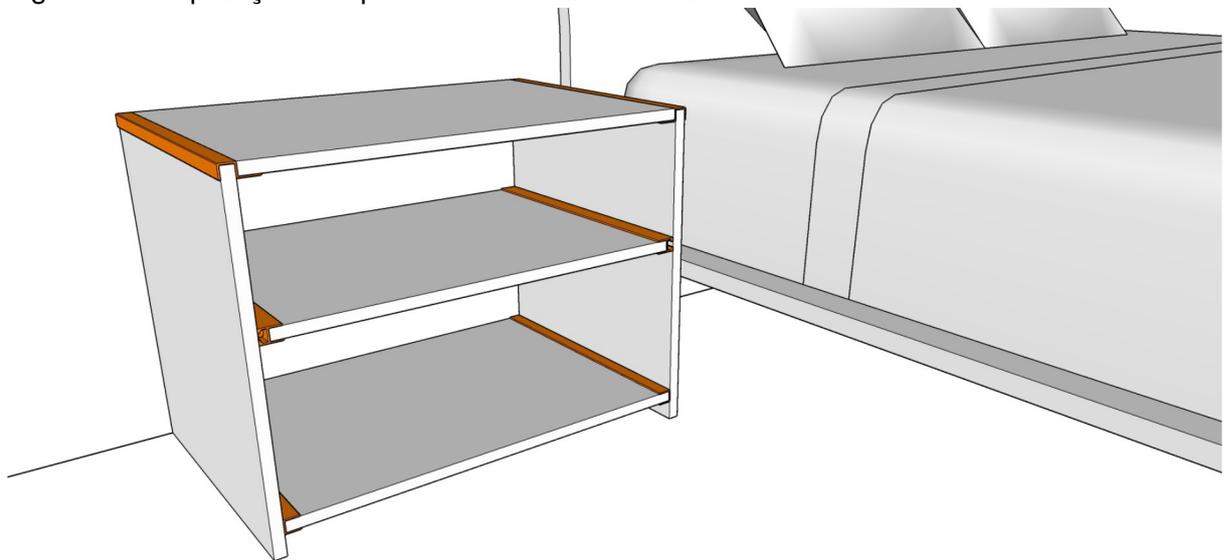
Exemplos de uso

Demonstramos nesta seção exemplos de aplicações dos perfis para montagem de mobiliário. Os perfis T1, L1 e L2 foram utilizados na montagem de um criado mudo na Figura 38.

Os perfis podem ser usados em qualquer posição, vertical ou horizontal, como demonstrado na Figura 39. Todos os perfis são simétricos fazendo com que a peça usada no lado direito possa ser usada no lado contrário ao ser rotacionada.

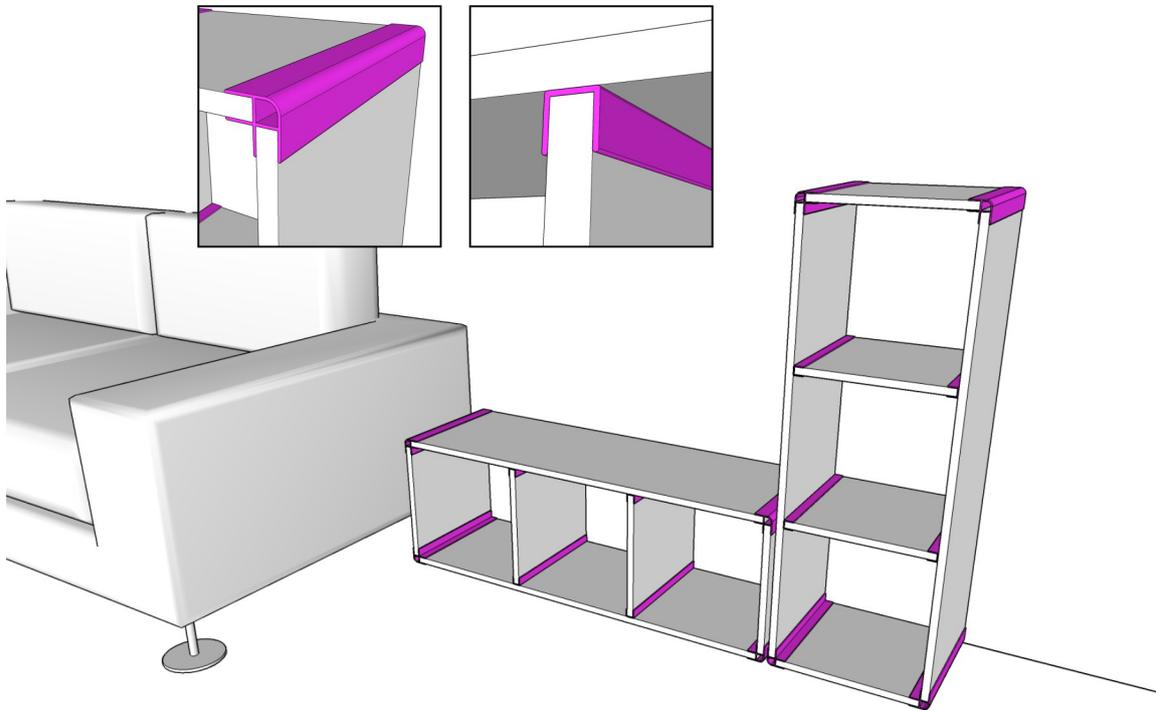
Para montagem de um móvel mais complexo, também é possível utilizar os perfis. A montagem de um roupeiro é demonstrada na Figura 40.

Figura 38 – Aplicação dos perfis em um criado mudo



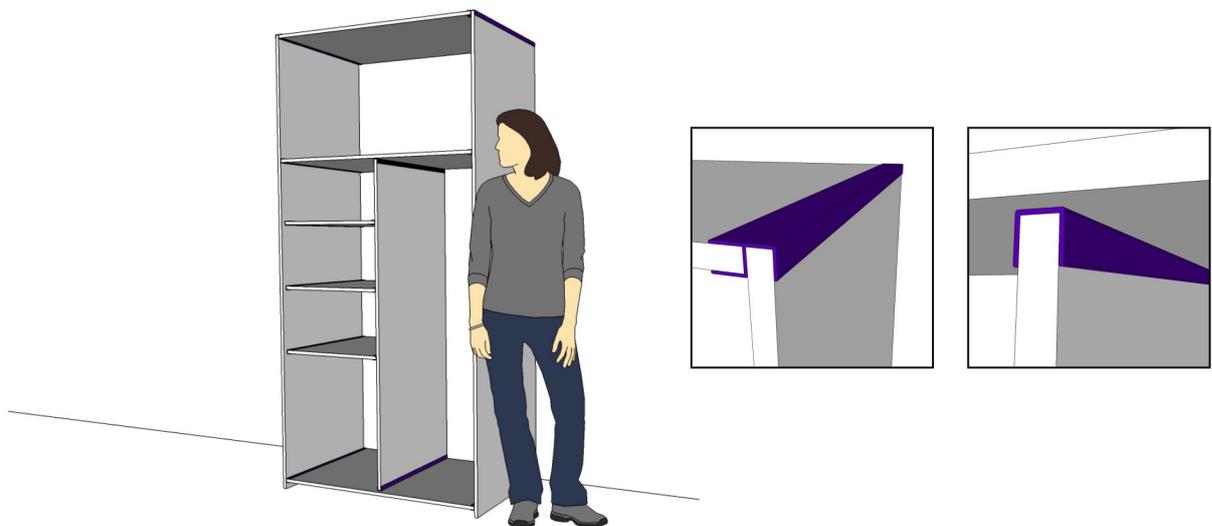
Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 39 – Perfis usados em estantes infantis



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 40 – Perfis usados em um roupeiro



Fonte: Elaborada pelo autor

5 CONCLUSÃO

Após os estudos conduzidos para esta pesquisa podemos constatar a lacuna existente na literatura técnica sobre a construção de mobiliário com painéis, as informações estão limitadas aos manuais dos fabricantes de ferragens e restritas às grandes empresas que implantam dispositivos de montagem em sua linha de produção.

A pesquisa de similares mostrou que, para a construção de móveis retilíneos, a disponibilidade no mercado de conectores que resultam em acabamento profissional exige uso de ferramental caro, com relação de custo e benefício ruim. Exigem também furações precisas, mesmo para implantar junções mais simples.

A mudança cultural quanto ao desenvolvimento de produtos e o crescimento do movimento *maker* e "faça você mesmo", aliada à popularização dos recursos de fabricação digital, permitem que produtos que auxiliam a construção e montagem de mobiliário tenham cada vez mais entrada no mercado, justificando o projeto em questão.

Com as informações pesquisadas e o resultado das experimentações realizadas definimos as diretrizes projetuais que guiaram o desenvolvimento e prototipação de uma linha de perfis para serem usados na montagem e estruturação de móveis. O sistema permite a criação da caixa externa do móvel, divisórias internas, posicionamento de prateleiras e montagem da caixa de gavetas. A solução é de baixo custo e pode ser usada tanto pelo hobista como pela indústria moveleira. A possibilidade da variação de cores e proteção contra quinas é aplicável também ao setor de móveis infantis.

REFERÊNCIAS

- DEZEEN.COM. **IKEA relaunches first flat-pack tableb**. 2013. Acessado em Abril 2019. Disponível em: <<https://www.dezeen.com/2013/07/22/ikea-revives-three-legged-diy-side-table/>>.
- DURATEX. **Duratex Madeiras Site Web**. 2018. Acessado em Junho de 2018. Disponível em: <<http://www.duratexmadeira.com.br>>.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- HETTICH. **Auxiliares de montagem e gabaritos de furação**. Alemanha, 2014. 1198 - 1199 p.
- HORA, A. C. F. V. e André Barros da. **Panorama de mercado: painéis de madeira - BNDES Setorial**. p. 323-384., 2014. [Http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/3023](http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/3023).
- ITAU. **Michel Arnoult, Arte, Cultura e Design 1952-2003**. 2015. Acessado em Abril 2019. Disponível em: <<http://www.itaucultural.org.br/rumos-2013-2014-filha-resgata-e-difunde-obra-pioneira-do-pai>>.
- LAFTERI, C. **Como se faz: 92 técnicas de fabricação para design de produtos**. São Paulo: Blucher, 2013.
- LESKO, J. **Design Industrial: guia de materiais e fabricação**. São Paulo: Blucher, 2012.
- LIMA, M. A. M. **Introdução aos materiais e processos para designers**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006.
- LÖBACH, B. **Design industrial: Bases para a configuração dos produtos industriais**. 1. ed. São Paulo: Bluscher, 2001.
- MAGRI, P. H. G. **A digitalização do design de mobiliário no Brasil: panorama e tendências**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- MARCELLINI DOMINGOS; SPRINGMANN, J. **Manual prático de marcenaria**. São Paulo: Ediouro, 1999.
- MARÇAL, R. F. **Mobiliário em kit, design embalado**. Dissertação (Mestrado em Desenho Industrial) — Universidade do Porto, Porto, 2009.
- MORRIS, R. **Fundamentos de design de produto**. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- MUSEUM, D. **Thonet Chair No. 14**. 2019. Acessado em Abril 2019. Disponível em: <<https://designmuseum.org/discover-design/all-design-objects/thonet-chair-no-14>>.
- NEVES, H. M. D. Doutorado em Arquitetura e Urbanismo, **Do open design e fab labs... às estratégias inspiradas no movimento maker**. 2014.
- PRODEC. **Efeito Madeira Sublimação**. 2019. Acessado em Junho 2019. Disponível em: <<http://www.prodecnet.com.br/Acabamentos>>.

RIFKIN, J. **A terceira revolução industrial: como o poder lateral está transformando a energia, a economia e o mundo.** São Paulo: M. Books do Brasil, 2012.

SILVA, G. C. e. a. Fabricação digital de conectores: uma forma de inovação em design mobiliário. In: BERNARDES MAURÍCIO MOREIRA E SILVA; LINDEN, J. C. d. S. v. d. O. (Ed.). **Design em Pesquisa – Vol. I.** Porto Alegre: Marcavisual, 2017. p. 309–326.

SUDJIC, D. **A linguagem das coisas.** Rio de Janeiro: Intrínseca, 2010.

VALE, R. T. do. **Furação em Móveis - Blog.** 2011. Acessado em Junho de 2018. Disponível em: <<http://tecnicasdemarcenaria.blogspot.com/2011/12/o-onde-os-fabricantes-de-moveis.html>>.

ZINNI. **Manual Gabaritos Zinni.** 2018. Acessado em Janeiro de 2018. Disponível em: <<https://zinnigabaritos.com.br/manuais/>>.