



Fernanda Brendler Oliveira

TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO

ESTRUTURA MODULAR PARA COMPOSIÇÃO DE MOBILIÁRIO

Santa Maria, RS

2018

Fernanda Brendler Oliveira

ESTRUTURA MODULAR PARA COMPOSIÇÃO DE MOBILIÁRIO,

Trabalho apresentado ao Curso de Design,
Área de Ciências Tecnológicas, da
Universidade Franciscana - UFN, como
requisito parcial para aprovação na
disciplina de Trabalho Final de Graduação II
– TFG II.

Orientadora: Profa. Dra. Daniele Dickow Ellwanger

Santa Maria, RS

2017

Fernanda Brendler Oliveira

ESTRUTURA MODULAR PARA COMPOSIÇÃO DE MOBILIÁRIO

Trabalho apresentado ao Curso de Design, Área de Ciências Tecnológicas, da Universidade Franciscana - UFN, como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho Final de Graduação II – TFG II.

Daniele Dickow Ellwanger – Orientadora (UFN)

Miguel Pelizan – (UFN)

Hélen Vanessa Kerkhoff – (UFN)

Aprovado em:.....de.....de.....

RESUMO

Este projeto contempla o desenvolvimento de uma estrutura modular para composição de mobiliário. O referencial teórico compreendeu o conhecimento de estudos referentes a design, modularidade, encaixes, semiótica, ergonomia, materiais e processos e design e sustentabilidade. A metodologia utilizada foi de Löbach (2001) com complementação de Baxter (2000), que sugere a realização da análise da tarefa. O resultado obtido foi satisfatório, tendo em vista uma estrutura modular conceituada em praticidade e funcionalidade, que compõe mesa, estante e banco, com estilo básico e arrojado, com o propósito de possibilitar a rápida e eficiente interação entre usuário e produto.

Palavras-Chave: Design de Produto; Praticidade; Funcionalidade; Modularidade; Mobiliário;

ABSTRACT

This project regards the development of a modular structure for furniture composition. The theoretical framework includes the knowledge of studies related to design, modularity, fittings, semiotics, ergonomics, materials and procedures, and 'design and sustainability'. The used methodology was Löbach (2001) and Baxter (2000), which suggests the task analysis. The obtained results were satisfactory, considering a modular structure conceptualized in practicality and functionality, that composes table, shelf and bench, with basic and bold style, with the purpose of enabling the quick and efficient interaction between user and product.

Keywords: Product Design; Practicality; Functionality; Modularity; Furniture.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: estrutura modular individual de Krisztián Griz..... | 11 |
| Figura 2: mesa..... | 11 |
| Figura 3: variedade de móveis montados por meio da estrutura modular..... | 11 |
| Figura 4: templo budista Kiyomizu-Dera..... | 12 |
| Figura 5: encaixes para madeira..... | 13 |
| Figura 6: prateleira para empilhamento, coleção Dror..... | 15 |
| Figura 7: medidas ideais para alcance masculino e feminino em estantes..... | 16 |
| Figura 8: medidas ideais para profundidade e altura de mesa de jantar. | 17 |
| Figura 9: medidas..... | 17 |
| Figura 10: medidas recomendadas para assento..... | 18 |
| Figura 11: compensado multilaminado..... | 20 |
| Figura 12: processo de injeção plástica..... | 21 |
| Figura 13: Questionamento e Gráfico de Respostas relativo à pesquisa..... | 27 |
| Figura 14: Casa “Schroder-Schrader”, 1920..... | 28 |
| Figura 15: Móveis modulares, padrão <i>Carsier</i> , 1925, de Le Corbusier..... | 28 |
| Figura 16: unidade de Armazenamento Eames, Armário, 1950..... | 29 |
| Figura 17: estofados Linha Sert Group, 1940..... | 30 |
| Figura 18: estante modular NV01..... | 32 |
| Figura 19: prateleiras construídas por meio dos Encaixes..... | 32 |
| Figura 20: princípio de montagem do módulo..... | 33 |
| Figura 21: encaixes geométricos..... | 33 |
| Figura 22: possibilidades de encaixes..... | 34 |
| Figura 23: kit de chapas e grampos <i>Modos</i> | 35 |
| Figura 24: variações e utilização da montagem para mesa de apoio para <i>notebook</i> | 35 |
| Figura 25: Mesa de pé..... | 35 |
| Figura 26: conectores de alumínio..... | 36 |
| Figura 27: encaixe sob pressão..... | 36 |
| Figura 28: painel tema visual..... | 38 |
| Figura 29: Estrutura modular com linhas retas e orgânicas..... | 39 |
| Figura 30: Estrutura com linhas retas e encaixe..... | 40 |
| Figura 31: Estrutura triangular que possibilita encaixe em suas faces laterais..... | 41 |

| | |
|--|----|
| Figura 32: Estrutura com linhas re tas para montagem de pé para mesa, estante e banco..... | 42 |
| Figura 33: Geração de alternativa. | 43 |
| Figura 34: Estrutura cúbica de encaixe circular..... | 44 |
| Figura 35: Estrutura em forma de trapézio..... | 45 |
| Figura 36: Estrutura com linhas retas e ângulos..... | 46 |
| Figura 37: Evolução do estudo da forma de estrutura modular..... | 47 |
| Figura 38: Grampo para união da estrutura modular com perfil em “Z”..... | 48 |
| Figura 39: Estrutura modular e estudo de componentes..... | 49 |
| Figura 40: Estudo de encaixes dos componentes adicionais na estrutura modular..... | 50 |
| Figura 41: Possibilidades de montagens..... | 51 |
| Figura 42: Estrutura modular selecionada..... | 52 |
| Figura 43: Encaixe selecionado para união dos módulos entre si e em componentes..... | 53 |
| Figura 44: Montagem de banco por meio de encaixe..... | 54 |
| Figura 45: <i>Sketch</i> manual da estrutura modular..... | 55 |
| Figura 46: <i>Sketch</i> do tampo para mesa de centro..... | 56 |
| Figura 47: <i>Sketch</i> manual dos assentos para banco, individual e coletivo | 56 |
| Figura 48: <i>Sketch</i> da peça de encaixe único, para unir dois módulos..... | 57 |
| Figura 49: <i>Sketch</i> da peça de encaixe duplo, para união de módulo e componentes..... | 57 |
| Figura 50: <i>Sketch</i> da peça de encaixe lateral, para união das laterais com as prateleiras..... | 58 |
| Figura 51: Estante..... | 58 |
| Figura 52: Banco individual..... | 59 |
| Figura 53: Croqui da estrutura modular..... | 60 |
| Figura 54: Croqui da peça de encaixe duplo..... | 61 |
| Figura 55: Croqui da peça de encaixe único..... | 62 |
| Figura 56: Assento para banco individual..... | 63 |
| Figura 57: Assento para banco coletivo..... | 64 |
| Figura 58: Tampo para mesa de centro..... | 65 |
| Figura 59: render digital do módulo básico montado com grampos brancos..... | 66 |
| Figura 60: <i>render</i> digital banco individual com grampos pretos..... | 67 |
| Figura 61: <i>render</i> digital banco duplo com grampos marrons, fixados com pressão..... | 67 |
| Figura 62: <i>render</i> digital mesa de centro com grampos pretos..... | 68 |
| Figura 63: <i>render</i> digital estante tripla com grampos brancos..... | 68 |
| Figura 65: peças cortadas e lixadas..... | 70 |
| Figura 66: Aplicação de verniz selador para acabamento final..... | 70 |

| | |
|---|----|
| Figura 67: pintura dos grampos do modelo físico, confeccionados em MDF..... | 71 |
| Figura 68: montagem módulo básico..... | 71 |
| Figura 69: montagem banco individual, estante dupla e componentes adicionais..... | 72 |
| Figura 70: módulo básico desmontado..... | 72 |
| Figura 71: detalhe do encaixe dos grampos no módulo..... | 73 |
| Figura 72: Espaço com banco, mesa de centro e estante montados..... | 74 |
| Figura 73: Espaço com banco individual e duplo..... | 74 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Comparativo entre estruturas modulares..... | 31 |
|--|----|

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1: Esquema gráfico das respostas..... | 26 |
|---|----|

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 1.1 JUSTIFICATIVA..... | 11 |
| 1.2 OBJETIVOS..... | 12 |
| 1.2.1 Objetivo Geral..... | 12 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos..... | 12 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 14 |
| 2.1 DESIGN..... | 14 |
| 2.2 MODULARIDADE..... | 15 |
| 2.3 ENCAIXES..... | 18 |
| 2.4 SEMIÓTICA..... | 20 |
| 2.5 ERGONOMIA..... | 21 |
| 2.6 MATERIAIS E PROCESSOS..... | 25 |
| 2.6.1 Madeiras | 25 |
| 2.6.2 Polímeros | 27 |
| 2.7 DESIGN E SUSTENTABILIDADE..... | 28 |
| 3 METODOLOGIA | 29 |
| 4 DESENVOLVIMENTO | 31 |
| 4.1 ANÁLISE DO PROBLEMA..... | 31 |
| 4.1.1 Conhecimento do Problema..... | 31 |
| 4.1.2 Coleta e Análise das Informações..... | 31 |
| 4.1.3 Definição do Problema..... | 43 |
| 4.1.4 Conceito..... | 43 |
| 4.2 GERAÇÃO DAS ALTERNATIVAS..... | 44 |
| 4.3 AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS..... | 58 |
| 4.6 REALIZAÇÃO DA SOLUÇÃO DO PROBLEMA..... | 71 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 79 |
| CONCLUSÃO | 81 |
| REFERÊNCIAS | 82 |
| APÊNDICE A – Desenhos Técnicos | 85 |
| APÊNDICE B – Manual de Montagem | 86 |

1 INTRODUÇÃO

A rotina diária das pessoas, cada vez mais, exige rapidez e praticidade das atividades, tanto no ambiente residencial, como no trabalho. Isso acontece principalmente com aqueles que trabalham fora de casa, que residem em pequenos ambientes, mas, mesmo assim, costumam receber visitas e desempenham atividades alternativas que requerem, vez ou outra, mais espaço livre.

Para que um móvel satisfaça as necessidades e desejos do cliente, considera-se ideal que o produto oportunize alterações em sua configuração para adaptar suas funcionalidades ao usuário. Além disso, a fim de que não seja necessário adquirir novos móveis para acompanhar essas mudanças, mostra-se necessário que os mesmos se transformem, e a melhor opção é investir em soluções multifuncionais que fazem muito ocupando pouco espaço. Entre essas soluções, existem os sofás-camas, que, com poucos movimentos, se adaptam perfeitamente às necessidades do usuário.

Para o Trabalho Final de Graduação, idealizou-se a possibilidade do desenvolvimento de uma estrutura modular que, dependendo de sua montagem e combinação com outras partes iguais, oportunize diferentes configurações, transformando-se em mesa, estante e banco, e podendo ser utilizado em salas de estar, cozinhas e áreas de convívio, em geral. Um módulo somado a outros e a componentes adicionais resultará em móveis versáteis que o próprio usuário poderá ajustar, com facilidade, por meio de encaixes, conforme suas necessidades momentâneas.

1.1 JUSTIFICATIVA

Os apartamentos compactos e funcionais estão sendo cada vez mais procurados, assim como unidades de dormitórios únicos. Isso se explica pela mudança no perfil do cliente, que, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), já são mais de 89 milhões de solteiros no país, além de quase 16 milhões de pessoas viúvas, separadas ou divorciadas. Conforme pesquisa realizada em imobiliárias de Santa Maria - RS, apartamentos

de um dormitório têm área média de 48,5 m². Em paralelo a isso, é crescente a oferta de novos produtos no mercado atual, porém, poucas vezes é disponibilizada a possibilidade de configuração personalizada e adaptação às necessidades do usuário.

A modularidade associada ao mobiliário, que tem grande colaboração na configuração do espaço na habitação, possibilita a divisão de um produto em componentes, que, combinados, resultam em vários produtos. Essa divisão facilita também o transporte do produto, que pode ser embalado desmontado, ocupando, assim, menos espaço. As partes, dependendo do fabricante, podem ser substituídas individualmente quando danificadas, sem a necessidade de descarte ou troca do produto inteiro. Diante disso, propõe-se o desenvolvimento de uma estrutura modular.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma estrutura modular, que permita a montagem de itens de mobiliário para espaços residenciais, por meio da combinação com outras peças iguais e componentes auxiliares, destinada a pessoas que necessitam de praticidade e multifuncionalidade.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Observar estruturas modulares disponíveis no mercado para identificar pontos positivos e negativos;
- Identificar materiais adequados e meios de produção do produto;
- Estudar as formas dos componentes;
- Analisar encaixes que permitam fácil montagem e desmontagem;
- Definir os requisitos estruturais, estéticos e ergonômicos do projeto;

- Validar a possibilidade de execução do produto por meio de modelos tridimensionais;-
Materializar módulos que fomentem, por meio de montagem, banco, mesa e estante.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para o projeto em questão, diversos temas foram pesquisados, com o objetivo de ampliar o conhecimento em assuntos que têm ligação direta com o produto que se pretende desenvolver. Fez-se o levantamento de informações sobre design, modularidade, encaixes, semiótica, ergonomia, materiais e processos e design e sustentabilidade.

2.1 DESIGN

Design engloba as atividades de criação e projeto de um novo produto e aprimoramento de produtos existentes. O profissional de design deve levar em conta aspectos funcionais e estéticos do produto e, para tanto, deve exercitar sua imaginação, realizar modelagem e ajustes. Os designers, assim como os artistas, são influenciados pelo ambiente onde vivem, e isto se reflete em seu trabalho final, acompanhando as necessidades do seu tempo e lugar. O design não acontece de maneira isolada, ele está inserido em um meio social, o que também interfere nas criações, assim como define Moraes (2010). O design deve acompanhar as mudanças e a evolução do meio e dos usuários, sempre adaptando-se e evitando a estagnação.

Com a realidade do “cenário dinâmico”, tantas realidades distintas passam a conviver de forma simultânea e onde cada indivíduo dentro da sua potencialidade e competência (aqui no sentido que lhe compete) como comprador, usuário e consumidor traz por intrínseco ao seu mundo pessoal, suas experiências de afeto, de concessão, de motivação que ao mesmo tempo, e por consequência, tende a conectar-se com a multiplicidade dos valores e dos significados da cultura à qual pertence, isto é, do seu meio social (MORAES, 2010, p. 8).

As tarefas do dia-a-dia exigem um processo de aprendizado, por isso algumas pessoas podem ter dificuldade na execução. Porém, as dificuldades devem ser evitadas por meio do design e as tarefas tornam-se prazerosas e efetivas, mas, para isso, é necessário que o estudo e o projeto sejam realizados com fundamentação teórica nos elementos do design.

Cabe ao designer resolver os problemas cotidianos enfrentados pelos usuários da melhor maneira possível, criando produtos que não sejam apenas úteis, mas que também levem em

consideração fatores como: ergonomia, sustentabilidade, estética, que também influenciam no consumo dos mesmos.

O design, e suas modalidades, são poderosas ferramentas e estratégias de marketing, pois pode fazer com que um artigo sobressaia e pareça tecnicamente superior ao da concorrência, demonstrar qualidade, credibilidade e, principalmente, pode inspirar desejo no consumidor (FAGGIANI, 2006, p.47).

O resultado do projeto de design deve ser inovador, despertar o desejo de consumo, e o profissional contribui para que todo o processo de produção seja tão bom e eficiente quanto o produto final.

2.2 MODULARIDADE

A modularidade é uma estratégia para a construção de processos/produtos mais complexos a partir de subsistemas, sendo estes desenvolvidos individualmente, mas com o funcionamento integrado, permitindo, assim, a produção de diferentes produtos por meio de combinação entre eles. O projeto com base na modularidade possibilita a criação de um produto que responda às necessidades de diferentes consumidores. As diferentes possibilidades físicas e funcionais que podem surgir, a partir das variadas combinações dos componentes modulares, permitem que o usuário crie produtos adaptáveis a diferentes requisitos pessoais.

Configurações flexíveis são levadas ainda mais adiante com o aparecimento de unidades modulares. Isso significa dividir a estrutura geral de um produto em componentes funcionais essenciais e elementos de interface que serão agrupados nas unidades modulares padrão, sendo possível o acréscimo de elementos opcionais, além de possibilitar o surgimento de grande variedade de produtos (HESKETT, 2008, p.114).

Produtos modulares são produtos ou componentes que executam suas funções a partir da combinação de variados módulos. Os módulos são componentes que interagem com outras peças, de variadas formas, resultando em diferentes produtos. A modularidade permite a produção de diferentes produtos pela combinação dos módulos individuais. Um exemplo é o sistema Lego, que é um brinquedo cujo conceito baseia-se em partes que se encaixam, permitindo muitas combinações.

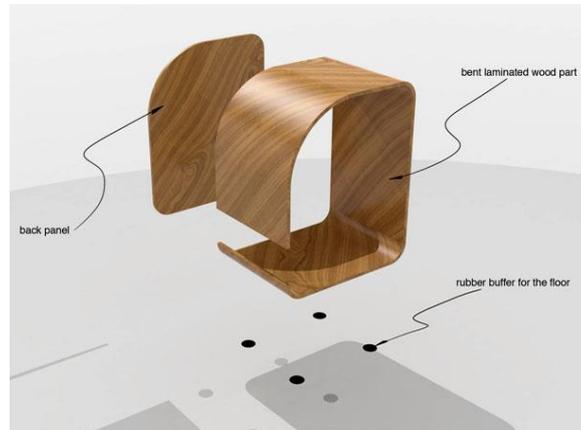
A empresa de âmbito mundial Lego (brinquedos) tem um papel preponderante na difusão da modularidade de seu produto e com isto influencia [sic] de forma significativa o desenvolvimento sócio-psicológico das crianças (BÜRDEK, 2006, p. 165).

A adoção de um sistema modular pode envolver seis diferentes tipos de modularidade, conforme afirma Pine (1994):

- a) compartilhamento: um mesmo componente é compartilhado ao longo de múltiplos produtos, possibilita a redução significativa de custos por meio de economia no escopo;
- b) permuta de componentes: complementa a modularidade por compartilhamento, porém, componentes diferentes podem ser emparelhados no mesmo produto básico;
- c) ajuste de componentes: este tipo de modularidade apresenta características similares aos métodos de compartilhamento e permuta, porém, as dimensões de um ou mais componentes são variáveis dentro dos limites pré-estabelecidos;
- d) mix: este tipo de modularidade pode empregar qualquer um dos métodos anteriores, porém, os componentes são combinados de tal forma que perdem a distinção clara entre si;
- e) bus: caracteriza-se por empregar uma estrutura base que pode receber diferentes tipos de componentes;
- f) seccional: este método proporciona o maior grau de variedade de customização, caracteriza-se por oferecer ampla possibilidade de configuração entre os diferentes tipos de componentes.

O projeto de mobiliário modular de Krisztián Griz (Figuras 1 e 3), feito de madeira laminada curvada, proporciona ao usuário projetar várias configurações usando os módulos, como uma mesa (Figura 2), sofá, mesa lateral ou, até mesmo, uma estante.

Figura 1: estrutura modular individual de Krisztián Griz.



Fonte: TUVIE, 2017.

Figura 2: mesa.



Fonte: TUVIE, 2017.

Figura 3: variedade de móveis montados por meio da estrutura modular.



Fonte: TUVIE, 2017.

Ressalta-se, então, a modularidade como a qualidade que permite que um produto seja composto por diversas partes, chamadas de módulos, que existam independentemente uns dos

outros e que possam interagir entre eles, por meio de encaixes ou uniões, formando versões diferentes do produto e facilitando eventuais alterações.

2.3 ENCAIXES

No Egito, junto às águas do rio Nilo, havia escassez de matéria-prima de qualidade para a construção de móveis, o que fez com que os egípcios desenvolvessem os primeiros encaixes nos móveis para o aproveitamento de pequenos pedaços da madeira. Já na Revolução Industrial, a história dos móveis também mudou: novas técnicas, novas ferramentas permitiram a criação de novos encaixes e novas formas de tratamento da madeira. Porém, no Japão, que a técnica de encaixe foi aprofundada, como afirma Pereira (2012). Devido aos recorrentes terremotos, as construções precisavam ser resistentes e, então, os japoneses elevaram essa técnica, construindo imensos templos somente com o uso de encaixes dos mais variados tipos, sem um único prego ou parafuso. Tem-se como exemplo o templo Kiyomizu-Dera (Figura 4), construído em 1633.

Figura 4: templo budista Kiyomizu-Dera.



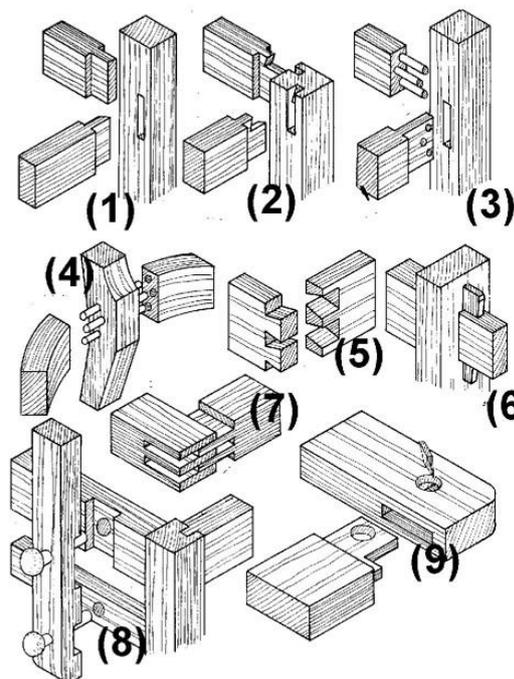
Fonte: PAPO DE HOMEM, 2017.

Hoje em dia, apesar de toda a tecnologia disponível, os encaixes geralmente são substituídos por sistemas de montagem que possibilitam a desmontagem, para facilitar o transporte do produto com volume reduzido.

Alguns designers contemporâneos reconhecem a importância da utilização dos encaixes e resgatam em seus trabalhos o uso dessa técnica, dando aos encaixes uma nova função, já não somente estrutural, mas também estética. Com o uso da tecnologia disponível, novos encaixes, mais precisos e com maior apelo estético, são criados. Alguns exemplos podem ser observados na Figura 5, que mostra diversos tipos de encaixes para madeira:

- 1- Espiga;
- 2 - Espiga com detalhe em 45°;
- 3 - Cavilha;
- 4 - Conexão cavilha curva;
- 5 - Malhete rabo de andorilha;
- 6 - Cunha encravado;
- 7 - Espiga dupla;
- 8 - Encaixes com pinos;
- 9 - Espiga com fixação de pinos;

Figura 5: encaixes para madeira.



Fonte: TÉCNICAS DE MARCENARIA, 2017.

Para o projeto em questão, que será executado com compensado multilaminado, dentre os encaixes exibidos, poderão ser utilizados os encaixes representados pelos números 1, 2, 5, 7

e 9 na Figura 5, que respeitam as propriedades físicas do material, possibilitando o corte e oferecendo resistência adequada.

2.4 SEMIÓTICA

A semiótica é a teoria geral dos signos; estuda como os mecanismos de significação ou representação de conceitos ou ideias processam-se natural e culturalmente. Um signo representa alguma coisa para alguém em determinado contexto. Segundo Niemeyer (2009), os signos organizam-se em códigos e constituem um sistema de linguagem que forma a base de toda e qualquer forma de comunicação.

A semiótica, quando aplicada aos projetos de design, auxilia a identificação de significados que possam ser atribuídos ao produto. Todo produto de design é um portador de representações, ele transmite sensações e emoções por meio de sua forma, material, marca, textura, cheiro, entre outros aspectos. Na semiótica, o produto de design é tratado como portador de representações, participante de um processo de comunicação. Segundo Faggiani (2006, p. 68),

os objetos representam muito mais do que sua própria materialidade e funcionalidade, pois sua existência tem relação com a vida dos indivíduos consumidores. Através das relações sociais nas quais estão envolvidos, os produtos conquistam significados que podem estar relacionados aos aspectos funcionais do produto, mas principalmente aos valores simbólicos a ele atribuídos.

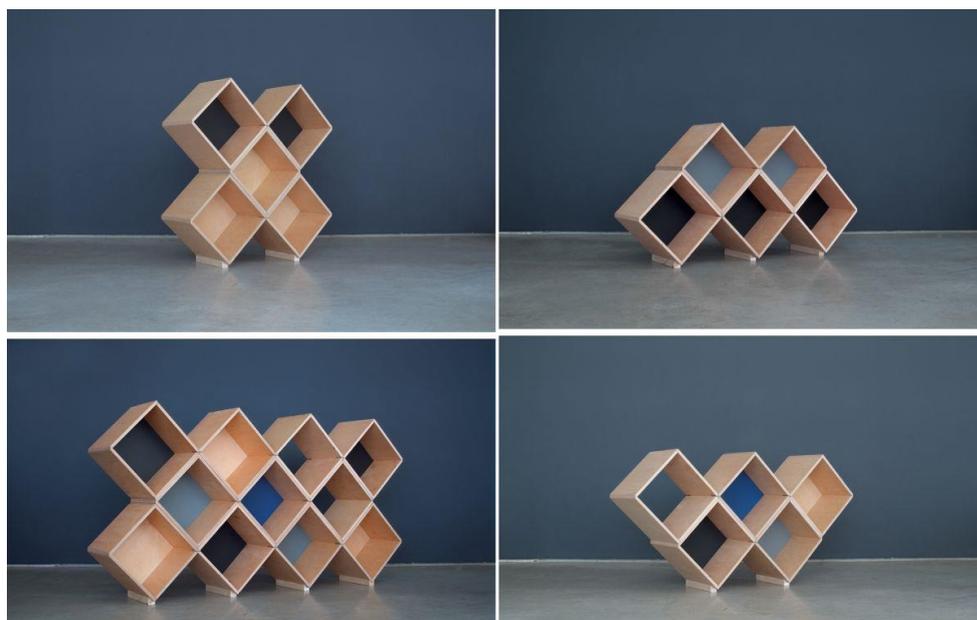
No design, antes de conceber um projeto, deve-se levar em conta para que tipo de público, faixa etária, sexo, grupo cultural e classe social ele será direcionado, para desenvolvê-lo seguindo tendências de consumo e preferências desse grupo e, assim, evitar um eventual fracasso. Como afirma Niemeyer (2003, p. 19), “a principal utilidade da semiótica é possibilitar a descrição e a análise da dimensão representativa de objetos, processos ou fenômenos em várias áreas do conhecimento humano”.

A Gestalt, a teoria da forma, estabeleceu determinadas leis que regem a percepção humana das formas, facilitando a compreensão das imagens e ideias. Tais leis são parte de um comportamento natural do cérebro, que rege a compreensão das formas visuais. Elas dizem sobre o comportamento do olhar, a organização perceptiva e sobre os atalhos mentais que o cérebro cria para resolver as formas visuais. Elas são: unidade, segregação, unificação,

fechamento, continuidade, proximidade, semelhança e pregnância da forma, conforme Portal Educação (2017).

Dentre elas, a lei da continuidade, vem ao encontro do conceito de modularidade, que serve como base do projeto em questão, pois diz respeito à fluidez de uma composição. As prateleiras para empilhamento da coleção Dror (Figura 6), em que vários desses conjuntos podem ser reunidos em uma estante de livros, tem princípios de continuidade por meio da repetição das formas.

Figura 6: prateleira para empilhamento, coleção Dror.



Fonte: HOMEDIT, 2017.

Se os elementos de uma composição conseguem ter uma harmonia do início ao fim, sem interrupções, ele possui uma boa continuidade. Essa harmonia pode ser feita por meio de formas, cores, texturas, entre outros. A continuidade é importante para que o cérebro decifre melhor o código visual de uma composição.

2.5 ERGONOMIA

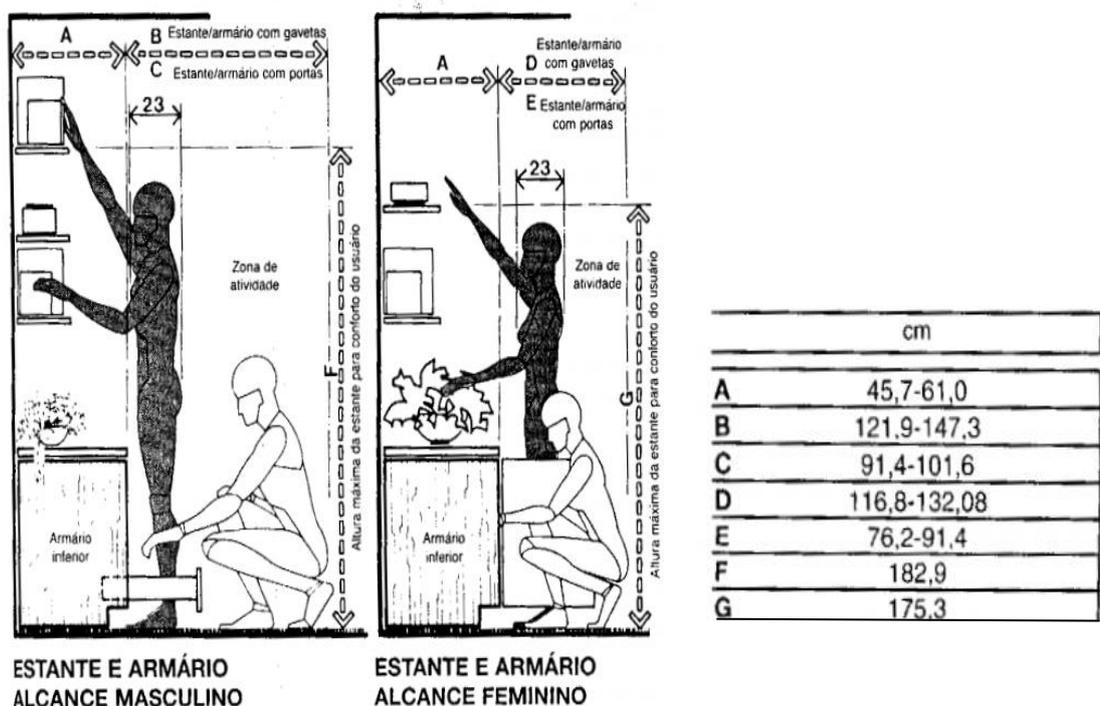
O conceito de ergonomia diz respeito às formas e ao design dos produtos que são usados no dia-a-dia, buscando o desenvolvimento de objetos confortáveis e fáceis de serem utilizados, sem que gerem traumas físicos, lesões ou problemas de postura.

O principal objetivo da ergonomia é desenvolver e aplicar técnicas de adaptação do ambiente ao homem, além de técnicas eficientes e seguras, visando a otimização do bem-estar e o aumento da produtividade. Segundo Iida (1990, p. 1), “ergonomia é o estudo do relacionamento entre o homem e o seu trabalho, equipamento e ambiente, e particularmente a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas surgidos desse relacionamento”.

O atendimento aos requisitos ergonômicos na fase de projeto possibilita aumentar o conforto, a satisfação e o bem-estar, além de garantir a segurança do usuário. O uso da ergonomia também ajuda a reduzir os riscos na utilização, otimiza o desempenho da tarefa, o rendimento do trabalho e a produtividade do sistema homem-tarefa-máquina. Um projeto de produto apropriado necessita que os conceitos de ergonomia sejam levados em consideração para sua realização. Esse estudo é necessário para entender as medidas que a estrutura modular precisa apresentar nas diferentes configurações possíveis.

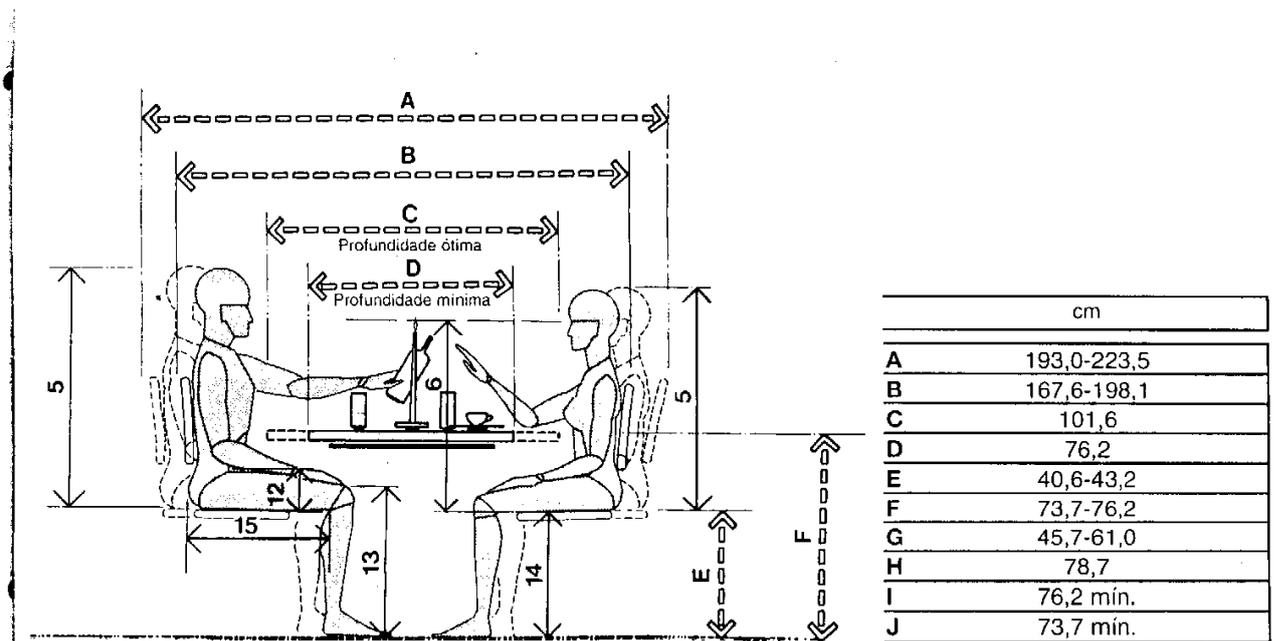
Panero e Zelnik (2005) apontam as seguintes de medidas para áreas de estar, conforme as Figuras 7, 8, 9 e 10.

Figura 7: medidas ideais para alcance masculino e feminino em estantes.



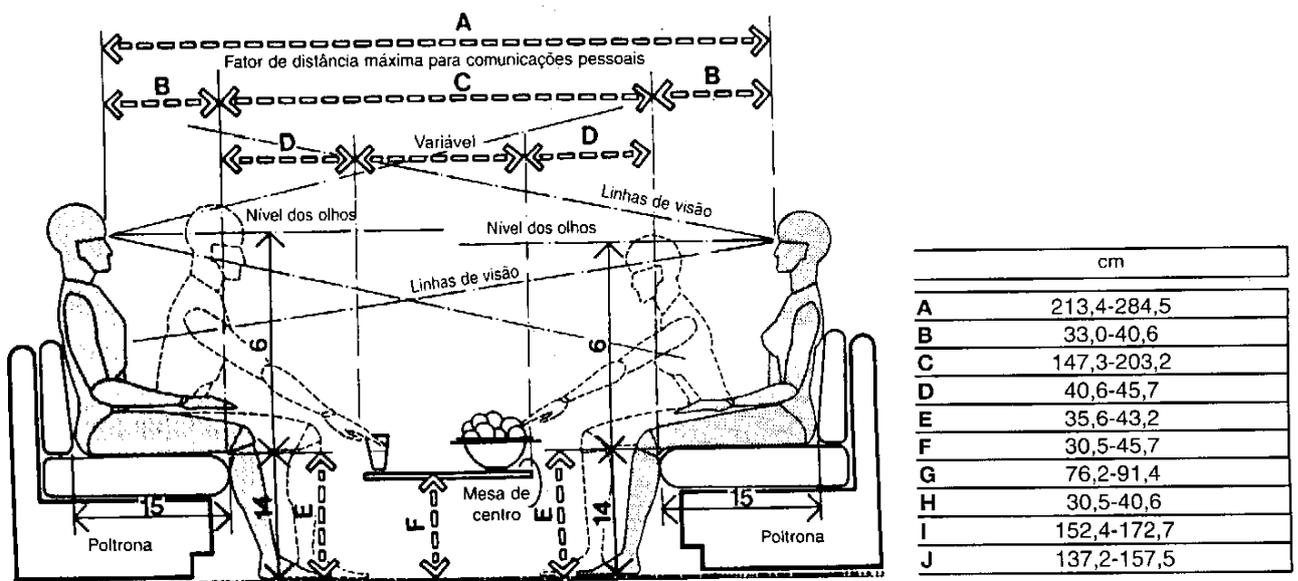
Fonte: PANERO; ZELNIK, 2005, p. 137.

Figura 8: medidas ideais para profundidade e altura de mesa de jantar.



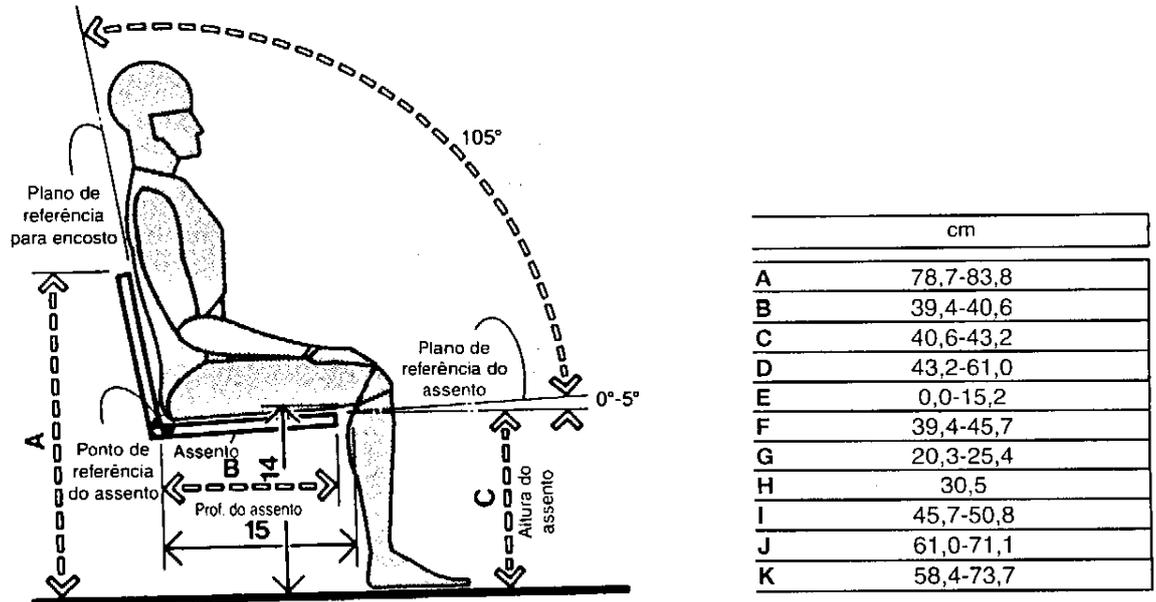
Fonte: PANERO; ZELNIK, 2005, p. 225.

Figura 9: medidas de altura ideal para mesa de centro e espaço para circulação em área de estar.



Fonte: PANERO; ZELNIK, 2005, p. 136.

Figura 10: medidas recomendadas para assento.



Fonte: PANERO; ZELNIK, 2005, p. 128.

No projeto que será desenvolvido, os manejos serão analisados, pois são os elos de ligação entre o homem e o produto, além de transmitirem os movimentos. Para a montagem e desmontagem dos módulos, serão utilizados manejos grosseiros, em que os dedos têm a função de prender e os movimentos são realizados pelo punho e braços. Em estudos e testes. Iida (1990, p. 140) estabeleceu as seguintes medidas para a posição de trabalho com manejo grosseiro:

- diâmetro inscrito na altura da palma: 32,3 mm;
- diâmetro inscrito na altura dos dedos: 18,9 mm;
- comprimento, a partir do fundo até a última marca dos dedos: 98,4 mm;
- ângulo de torção entre os eixos principais de duas elipses imaginárias, uma na posição da palma e outra na posição dos dedos: 53,5°.

Segundo Galvão (2016, p. 1), esse tipo de manejo transmite forças maiores, com velocidade e precisão menores que no manejo fino. Aliado ao manejo grosseiro serão utilizadas pegas de empunhadura, que são executadas com a mão fechada e os componentes motores localizados completamente sobre os controles, como utilizado para acionar a maçaneta de uma porta.

2.6 MATERIAIS E PROCESSOS

Durante a fase de projeto, o designer encontra-se diante de um enorme número de materiais e crescente campo de possibilidades. Assim, com o esforço necessário, tem a utilização dos materiais e métodos de fabricação como um fator de inovação, pois, se o designer não tiver conhecimento de certos processos que estão disponíveis, estará limitando seu potencial criativo. Deve-se ter uma boa compreensão dos processos de fabricação e materiais possíveis, para, assim, ter total confiança de que o processo de fabricação proposto é o mais econômico, com material mais adequado.

Os materiais podem ser vistos como um estímulo à inovação, servindo como forma de sedução do produto. A escolha criativa dos materiais e dos processos produtivos é fundamental para a realização de bons projetos, com benefícios estéticos, técnicos, de durabilidade, fabricação e distribuição.

2.6.1 Madeira

A madeira oferece várias vantagens, como: boa resistência mecânica (flexão, compressão, tração e ao impacto); isolante térmico e elétrico; variedade de espécies, com diferentes tipos de cores e texturas; boa elasticidade; baixo custo (depende da espécie); fácil processabilidade; total aproveitamento do material (tábuas, cavacos, aglomerado, compensado, papel). O compensado, material derivado da madeira, pode contemplar os objetivos do projeto da estrutura modular em questão, pois é um tipo de material que apresenta uma boa resistência em diversas aplicações.

A madeira é o mais antigo material utilizado pelo homem sendo até hoje explorada pela facilidade de obtenção, e pela flexibilidade com que permite ser trabalhada. Estes fatores aliados a possibilidade da renovação de reservas florestais por meio de manejos adequados, permite considerarmos este grupo de materiais praticamente inesgotável. (LIMA, 2006, p. 86).

O compensado laminado (Figura 11), diferente da madeira comum, é construído para oferecer uma maior resistência, em relação ao rachamento, ao encolhimento, à torção, e ao seu alto nível de força, graças ao seu método de construção que é realizado por meio da colagem de finas camadas de madeira, uma sobre a outra, sendo que o sentido das fibras da madeira são

perpendiculares (90°) quando sobrepostas. Pode ser obtido a partir de dois processos, como afirma Lima (2006, p.99): por faqueamento, processo que submete a tora de madeira descascada e amolecida por vapor à pressão de uma faca para obtenção de laminas, ou por torneamento, que consiste em fixar uma tora descascada e amolecida por vapor em um torno rotativo e assim, a partir da rotação da tora e da pressão exercida pela faca contra a mesma, obtém-se laminados de dimensões maiores que no processo de faqueamento.

Figura 11: compensado multilaminado.



Fonte: ECOPLAC, 2018.

Existem compensados de baixa e alta resistência, para áreas internas, intermediárias e externas, o que possibilita sua vasta utilização. Por ser um material plano, é de fácil corte, porém, não é recomendável o lixamento excessivo, o desengrosso e o desempenho.

Diante dos pontos positivos que o compensado laminado apresenta, o projeto em questão será executado tendo-o como principal material. Para a realização do módulo o compensado laminado deverá ser cortado em serra circular simples e para realizar os detalhes das peças será utilizada a serra *Tico Tico*. Após os processos de corte, o material deve receber acabamento por meio de lixa e aplicação de verniz ou selador.

2.6.2 Polímeros

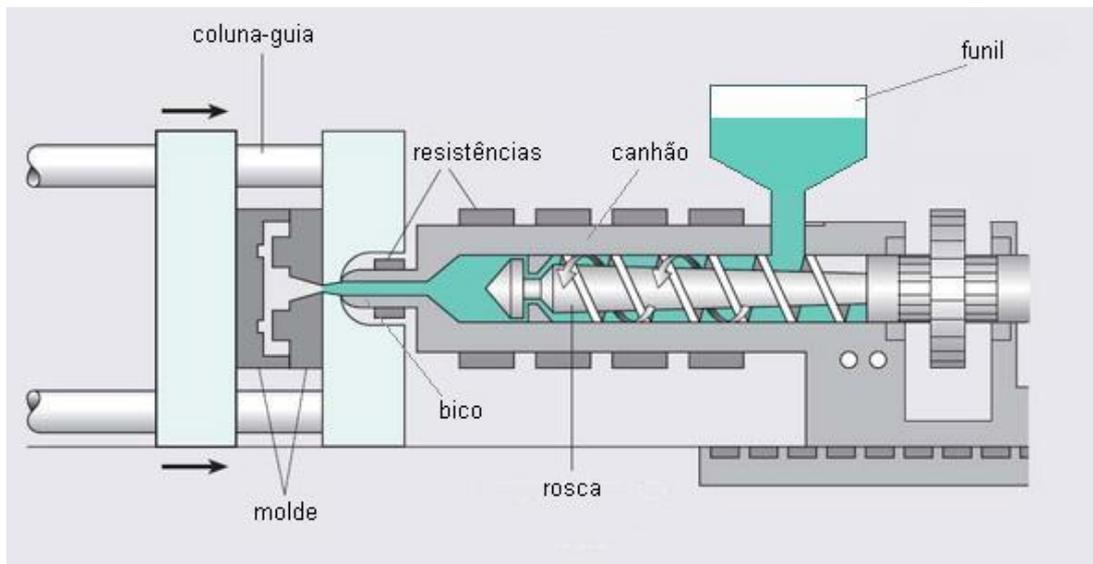
Os polímeros, mais conhecidos como plásticos, são amplamente utilizados na indústria hoje em dia, por possuir baixo custo e possibilitar a sua moldagem por meio de diversos processos de fabricação, como os processos de sopro, extrusão, injeção, rotomoldagem, compressão, entre outros. Segundo Lima (2006, p 147), os polímeros podem ser combinados entre si ou adicionados a outros materiais para adquirir novas propriedades e, por conseguintes, melhores desempenhos.

São classificados em polímeros naturais, encontrados na natureza, aqueles que não são sintetizados em indústrias, como, a celulose, e polímeros sintéticos, são aqueles obtidos por reações de sintetização, em indústrias de polimerização, por meio de variadas matérias-primas, que tem como origem fontes renováveis ou não renováveis, como o polietileno(PE), o policloreto de vinila (PVC) e o polipropileno (PP).

No projeto em questão, o polipropileno, polímero sintético termoplástico, será utilizado na confecção de peças de encaixe, por oferecer alta resistência à flexão e boa resistência a impactos.

O polipropileno será moldado por meio do processo de injeção. Em grânulos é encaminhado o material pelo funil até o canhão de injeção para ser amolecido pelo calor e assim, sob pressão, que é gerada pela rosca, ser injetado através de sulcos até o interior do molde, como mostra a Figura 12. O produto é retirado do molde após ser resfriado para manter a sua forma e dimensões.

Figura 12: processo de injeção plástica.



Fonte: TUDO SOBRE PLÁSTICOS, 2018.

Este processo industrial é aplicado para a concepção de inúmeros tipos de produtos plásticos, como artigos de decoração, peças de mobiliário, como cadeiras, peças grandes para veículos automotivos, containers, brinquedos, dentre outros.

2.7 DESIGN E SUSTENTABILIDADE

A perspectiva da sustentabilidade coloca o próprio modelo atual de desenvolvimento em debate. Quando o tema sustentabilidade é abordado, deve-se considerar a sua interdisciplinaridade, pois seu conceito envolve várias áreas do conhecimento humano. Requisitos como ser ecologicamente correto, economicamente viável, socialmente justo e culturalmente aceito devem ser observados enquanto realiza-se a análise do conceito de sustentabilidade.

Hoje, acredita-se que grande parte dos problemas ambientais foram causados, juntamente a outros fatores, pelo design convencional e pela indústria, que, durante muito tempo, não consideraram os riscos e impactos ambientais da produção de bens e serviços. Assim, o design sustentável surge como um meio de reduzir esses impactos, substituindo produtos e processos convencionais por outros menos prejudiciais ao meio ambiente.

Conforme Manzini e Vezzoli (2002, p. 28), “a sustentabilidade ambiental é um objetivo a ser atingido e não, como hoje muitas vezes é entendido, uma direção a ser seguida”. O design sustentável é uma tendência de design, com o objetivo de preservar o planeta para as gerações futuras, porém, sem desamparar as necessidades atuais. Projetos de design sustentável podem ser desenvolvidos com materiais de uso frequente, dos quais serão criados novos objetos, que terão um novo conceito. Deve-se observar a escolha de materiais de baixo impacto ambiental, a eficiência energética, a qualidade e durabilidade, a reutilização ou reaproveitamento e a modularidade, utilizando peças que possam ser trocadas, sem precisar substituir todo o produto.

O projeto em questão, além de ser multifuncional e modular, correspondendo às diretrizes do *ecodesign*, que consiste em desenvolver produtos que desempenhem mais de uma função e criar objetos cujas peças possam ser trocadas em caso de defeito, pois assim não é todo o produto que é substituído, gerando menos lixo, buscará contemplar mais uma vez o *ecodesign*, por meio do monomaterialismo, executando o produto com apenas um tipo de material, o que facilita o aproveitamento do material e de seus resíduos, sua reciclagem e descarte.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho, será utilizada a metodologia de Löbach (2001), com complemento de Baxter (2000), que sugere a realização das fases apresentadas a seguir.

A análise do problema conta com a etapa de conhecimento do problema, ou seja, marca o ponto de partida para o processo de design. Seria a primeira tarefa do designer a descoberta de problemas que possam ser solucionados. Geralmente, sua missão consiste em propor uma solução para um problema já determinado. Na etapa de coleta de informações, que, dependendo do caso, pode ser detalhada ou ampliada, é muito importante recolher todas as informações que se possa conseguir. Todos os dados podem ser importantes para a base em que se construirá a solução, sem censura, segundo Löbach(2001).

Para facilitar o levantamento de dados, serão realizadas algumas análises. Na análise da necessidade, deve-se estudar o interesse dos usuários na solução do problema. Para a direção de uma empresa é uma informação muito útil, pois se faz, assim, uma ligação direta com o retorno financeiro. A análise da relação social estuda as relações do provável usuário com o produto a ser projetado, como: sua classe social, o prestígio que o produto proporcionará ao usuário e se servirá de símbolo de *status*. A análise do desenvolvimento histórico do tipo de produto em questão tem a finalidade de extrair dados para o desenvolvimento do novo projeto, evitando regresso evolutivo. A análise do mercado consiste em reunir e rever todos os produtos da mesma classe disponíveis no mercado, que fazem concorrência ao novo produto. Só quando se conhecem todos os detalhes, pode-se examinar o produto e elaborar os pontos de partida para melhoria do produto em desenvolvimento. As análises da função, estrutural e da configuração proporcionam informações sobre o tipo de função técnica de um produto, facilitando a compreensão da sua forma de trabalhar; torna transparente a estrutura do produto e a complexidade estrutural, para ajudar na decisão do número de peças; e estuda a aparência estética dos produtos existentes, estabelecendo todas as características da configuração do produto e as compara com as suas possíveis variantes. A análise da tarefa, segundo Baxter (1998), é feita com base na observação de como o usuário interage com o produto em questão, observando todo o processo de utilização minuciosamente. A ergonomia e a antropometria são levadas em consideração nessa análise como parâmetros que norteiam toda a tarefa realizada.

Na etapa de definição do problema, cria-se uma visão geral do problema em toda sua extensão, por meio da coleta dos conhecimentos com base em processos analíticos, tornando

possível sua definição concreta. A definição precisa do problema e o conhecimento claro sobre ele têm grande importância no processo de design, principalmente se for o caso de desenvolvimento e configuração em empresas industriais, que envolvem várias pessoas. Para a escolha do conceito, consideram-se os requisitos selecionados que o projeto deverá possuir e que irão definir a sua configuração, funções, cores e materiais. A partir dos princípios que regem o projeto, define-se o conceito. Ele é o tema principal do projeto.

Na fase de geração de alternativas, executa-se a produção de ideias com base nas análises que foram realizadas anteriormente. Nesse momento, a mente deve trabalhar livremente, sem restrições, para gerar a maior quantidade possível de alternativas. Gerar ideias é a produção de diversas alternativas para solucionar o problema. É importante que, nessa fase, as ideias não sofram julgamento e o designer deve preparar e executar esboços de ideias ou modelos tridimensionais das alternativas mais promissoras. Assim, pode-se coletar alternativas com combinações e prepará-las para a fase seguinte, de avaliação. Para a realização da fase de avaliação das alternativas, encontra-se, dentre todas as alternativas geradas, qual é a solução mais plausível e que atenda aos requisitos do projeto.

O último passo do processo de design é a realização da solução do problema. A alternativa deve ser revista, retocada e aperfeiçoada. Nesse momento, o projetista define exatamente como será a estrutura, as dimensões, os acabamentos, os elementos de manejo, dentre outros aspectos, para elaborar a melhor solução nos seus mínimos detalhes.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 ANÁLISE DO PROBLEMA

4.1.1 Conhecimento do Problema

Diante dos aspectos observados em relação à modularidade aplicada ao mobiliário, identificou-se que o mercado oferece uma grande variedade de móveis, porém cada um exerce uma ou duas funções, em sua maioria, bem definidas, tornando isso um limitador em relação ao seu uso no dia-a-dia. Além disso, o consumismo acelerado coloca os conceitos de produção em reavaliação.

Um mobiliário, que permita ajustes e cumpra a função que seria de dois ou mais móveis, reduz a produção de lixo e poluentes, ocupa menos espaço e, também, acredita-se que a possibilidade de adaptação de sua configuração estabeleça uma relação de proximidade entre o produto e o usuário, a partir da interação e das várias funções que o produto poderá executar, facilitando, assim, o desenvolvimento das atividades domésticas ou corporativas.

Estima-se que, a partir das informações arrecadadas nas análises, sejam geradas alternativas de estrutura modular que contemple as funções de mesa, banco e estante, por meio de suas combinações, com fácil montagem e desmontagem.

4.1.2 Coleta e Análise das Informações

4.1.2.1 Análises da necessidade e relação social

Por meio de questionário, disponibilizado em plataforma *online*, identificou-se o perfil do público-alvo do projeto em questão e sua possível relação social com o produto a ser desenvolvido. Dos 50 entrevistados, 75% são mulheres e 68% têm entre 19 e 30 anos.

Diante do questionamento do número de pessoas que residem na mesma casa, 34% dos entrevistados dividem o lar com duas pessoas, 26% com apenas uma pessoa e 14% moram sozinhas. Quando questionados se em suas residências existe espaço para os móveis, utensílios e acessórios que gostariam de possuir, 66% das pessoas afirmaram que não têm espaço

suficiente, conforme figura 10. Esse resultado reforça a observação de que os espaços residenciais são cada vez menores e, em contrapartida, a oferta de novos objetos de desejo só vem aumentando.

Gráfico 1: Esquema gráfico das respostas relativo ao questionamento quanto à relevância do desenvolvimento da estrutura modular.

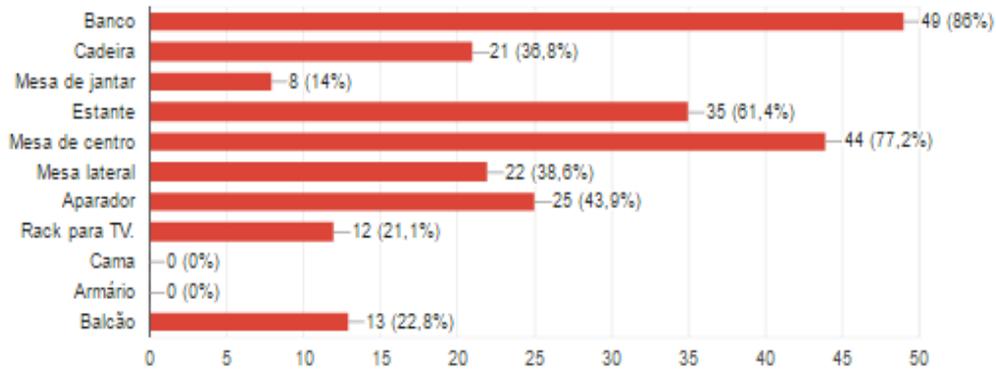


Fonte: coleção da autora, 2017.

Dentre os participantes, 94% dele consideram a possibilidade de montar e desmontar os móveis, com agilidade e sem muito esforço, uma boa alternativa para adaptação do móvel às diversas funções exigidas. Como exibido na Figura 13, 86%, 77,2% e 61,4% das pessoas assinalaram banco, mesa de centro e estante, respectivamente, como as alternativas de móveis em que a estrutura poderia se transformar de maneira que mais facilitaria as atividades do dia-a-dia.

Figura 13: Questionamento e Gráfico de Respostas relativo à pesquisa.

Em quais móveis uma estrutura modular deveria se transformar para que facilitasse suas atividades do dia a dia?



Fonte: coleção da autora, 2017.

Observou-se também que 92% dos participantes afirmaram que possuir uma peça de design multifuncional confere estilo e praticidade à residência.

4.1.2.2 Análise do desenvolvimento histórico

No século XIX, a mecanização das fábricas, possibilitou a produção em massa de móveis. Michael Thonet revolucionou a maneira de produzi-los, criando móveis que pudessem ser embalados para economia no transporte e montados no local, precursor no conceito de pré-fabricação. Em torno de 1910, as tecnologias industriais evoluíram e móveis pré-fabricados de qualidade puderam ser produzidos em massa, o que os tornou mais acessíveis, dando origem ao design de itens modulares.

A modularidade elevou o mobiliário do conceito de objeto para algo de fundamental importância no desenvolvimento da casa moderna, a partir do desenvolvimento do Diagrama Domino, de Le Corbusier, em 1914. Primeiramente, o mobiliário modular tinha como principal objetivo criar um espaço sem prejudicar visualmente o ambiente arquitetônico que foi projetado, já que os objetos de mobiliário, dos séculos anteriores, que não faziam referência ao conceito de modularidade, ficavam sozinhos e tinham grande expressão visual.

Segundo Schneiderman (2012), Gerrit Rietveld, arquiteto e designer de produto neerlandês, pode ser visto como reinventor da força na arquitetura moderna, design de interiores, design de mobiliário e vida. Sua Casa “Schroder-Schrader”, de 1920 (Figura 14), foi fundamental na exploração da modularidade em design. A casa, um dos maiores exemplares da

arquitetura De Stijl, possui dois pavimentos com uma cozinha, sala de jantar, sala de estar reversível, um estúdio e uma área de leitura no pavimento térreo. E, no segundo pavimento, ficam os quartos e uma área de depósito, separados apenas por divisórias móveis modulares.

Figura 14: Casa “Schroder-Schrader”, 1920.



Fonte: ARCHDAILY, 2017.

Em 1925, Le Corbusier desenvolveu um dos primeiros sistemas reconhecidos de mobiliário modular, o padrão de *casier* (Figura 15), aplicado em móveis planejados para oferecer uma multiplicidade de funções, como móveis independentes ou como divisórias, por exemplo.

Figura 15: Móveis modulares, padrão *Carsier*, 1925, de Le Corbusier.



Fonte: CASSINA, 2017.

Charles e Ray Eames anteciparam a noção contemporânea de personalização por meio da modularidade. Eles combinavam peças padronizadas de muitas maneiras para criar móveis práticos que servissem para grande variedade de usos. Os primeiros elementos de armazenamento modular da Eames, produzidos em massa, foram as Unidades de Armazenamento Eames, de 1950 (Figura 16), compostas de armários, gabinetes e gavetas em cinco configurações e quatro tamanhos, derivadas de conceitos de personalização em massa e com base em construção com elementos industriais pré-fabricados.

Figura 16: unidade de Armazenamento Eames, Armário, 1950.



Fonte: ATEC, 2017.

Harvey Probber é responsável pelo design do primeiro sofá modular, exibido na Figura 17. Sua mais importante descoberta de design ocorreu enquanto explorava alternativas para mobiliário modular de assentos, chegando à conclusão de que pedaços de geometria plana não faziam sentido sozinhos, mas quando unidos, o uso de unidades padronizadas poderia criar móveis infinitamente flexíveis e variados.

Figura 17: estofados Linha Sert Group, 1940.



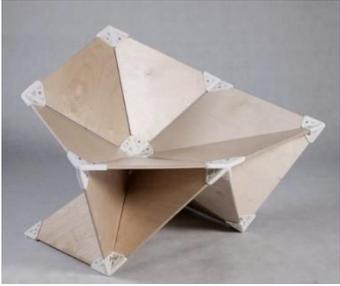
Fonte: M2L, 2017.

A partir das descobertas de design modular para mobiliário do século XX, muitos outros profissionais aprimoraram suas ideias, tornando cada vez mais difundido e popular o conceito de modularidade.

4.1.2.3 Análise do mercado

Para a análise em questão, realizou-se um comparativo entre as estruturas modulares *Zen*, *X-module* e *Link*, para que, por meio dela, identificassem-se aspectos positivos e negativos entre os produtos concorrentes do produto que será desenvolvido, os quais foram expostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Comparativo entre estruturas modulares.

| | 1 | 2 | 3 |
|---------------------------|---|--|---|
| Produto |  |  |  |
| Nome | <i>Zen</i> | <i>X-module</i> | <i>Link</i> |
| Designer | Jung Jae Yup | Ania Rosinke e Maciej Chmara | Tamás Boldizsár |
| Material | Madeira compensada/aço inoxidável | 20 mm madeira compensada | Chapas de madeira/ elementos termoplásticos |
| Peso(kg) | 16 kg | 11,4 kg | - |
| Dimensões (A x L x P, cm) | 54 x 64 x 162 | 38 x 38 | - |

Fontes: YANKO DESIGN, 2017; CHMARAROSINKE, 2017; MARVEL BUILDING, 2017; respectivamente.

Diante dos produtos pesquisados, observou-se que a madeira e seus derivados são amplamente usados no desenvolvimento de produtos modulares e as formas geométricas para as estruturas. A escolha desse material tem relação com sua resistência estrutural e também com seu aspecto estético.

O módulo *Zen*, inspirado no clássico jogo “Jenga”, transforma-se em assentos ou estante de prateleiras. A estrutura *X-Module* pode ser utilizado como uma prateleira vertical, mesa de café ou banco. O sistema *Link* possibilita a montagem de prateleiras, cadeira ou mesa. Os produtos mantêm-se no mercado, pois aliam a praticidade, a estética agradável e a multifuncionalidade.

4.1.2.4 Análises da função, estrutural e da configuração

A estante modular NV01 (Figura 18), projetada em 2013, pelo escritório de design “*Duo Noir Vif*”, foi desenvolvida por meio de um sistema construtivo modular, que permite ampliar o mobiliário conforme necessário, tanto em altura como em largura, ajustando-se ao espaço disponível no ambiente. Os módulos elementares, quadrados idênticos, são projetados com dois perfis de montagem para cada borda, permitindo que os módulos sejam facilmente montados encaixando qualquer um dos seus quatro lados, como mostra a Figura 19.

Figura 18: estante modular NV01.



Fonte: NOIR VIF, 2017.

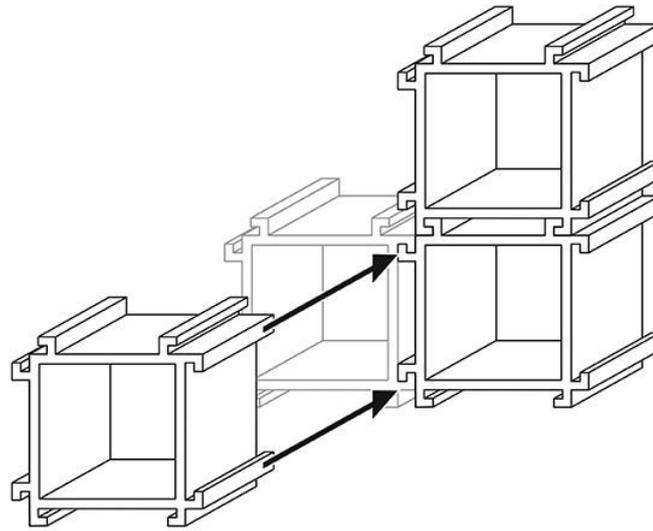
Figura 19: prateleiras construídas por meio dos Encaixes.



Fonte: NOIR VIF, 2017.

Os módulos idênticos deslizam-se facilmente entre si, formando a montagem, conforme a Figura 20.

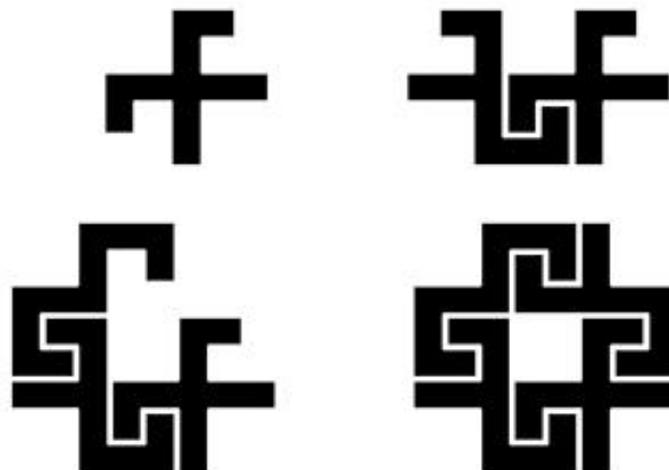
Figura 20: princípio de montagem do módulo.



Fonte: NOIR VIF, 2017.

O sistema de encaixe, com acabamento em pintura na cor preta, permite criar saliências ou vazados geométricos que resultam em elementos estéticos, além de estruturais, conforme figura 21.

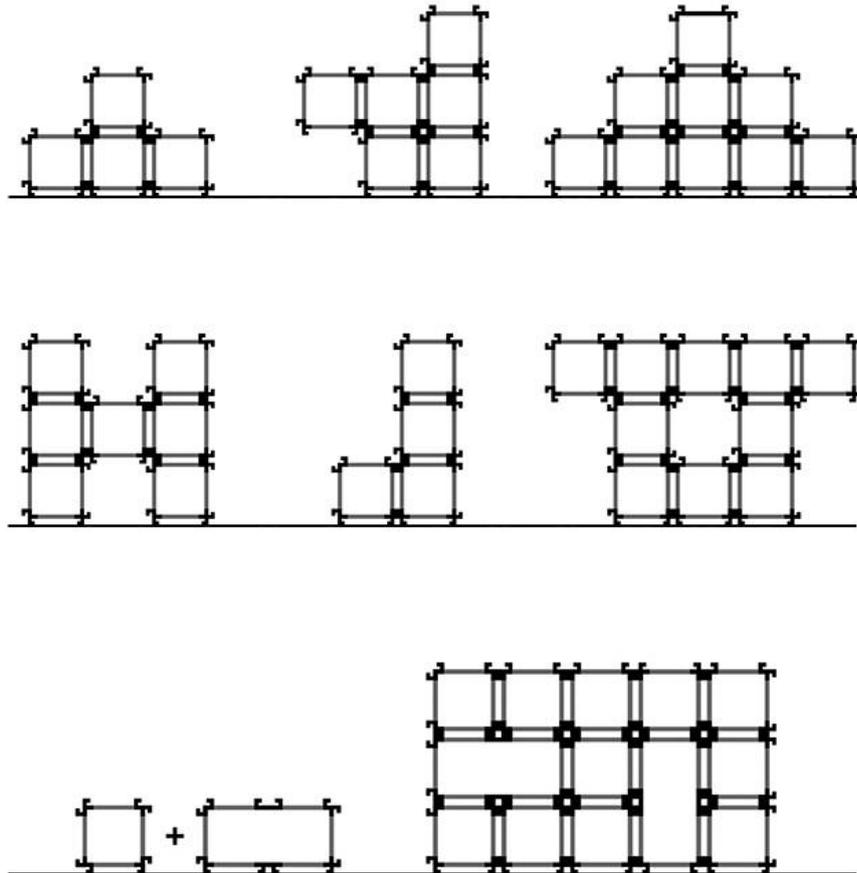
Figura 21: encaixes geométricos.



Fonte: NOIR VIF, 2017.

Os módulos retangulares duplos oferecem a possibilidade de acomodar objetos maiores, como mostra a Figura 22, em suas diversas opções de encaixes.

Figura 22: possibilidades de encaixes.



Fonte: NOIR VIF, 2017.

NV01 é um exemplo claro de que os móveis não necessitam de complexas instalações para atingirem objetivos estéticos e funcionais. Os módulos são formados por chapas de MDF, unidos em suas saliências nos cantos, que são revestidos por polímero resistente ao atrito.

4.1.2.5 Análises da tarefa

O sistema Modos (Figura 23) de móveis modulares compõe-se de uma série de grampos de alumínio para o encaixe entre as peças. Tal sistema possibilita a montagem desde prateleiras para utensílios e decorações, mesas para realizar refeições, mesa de escritório, assentos, até mesa de apoio para *notebook*, com variadas montagens para melhor ajuste do produto ao seu usuário, conforme as Figuras 24 e 25.

Figura 23: kit de chapas e grampos *Modos*.



Fonte: TREEHUGGER, 2017.

Figura 24: variações e utilização da montagem para mesa de apoio para *notebook*.



Fonte: TREEHUGGER, 2017.

Figura 25: Mesa de pé.



Fonte: TREEHUGGER, 2017.

Para realizar a montagem, o usuário não necessita de ferramentas. Os conectores (Figura 26) foram projetados para ajuste de fricção com as placas e são fáceis de manusear,

para que o usuário possa desmontar e montar os móveis com agilidade. Quando o usuário inserir a placa de madeira compensada no conector, sob pressão, conforme a Figura 27, o alumínio é forçado a flexionar-se e comprimi-la, aumentando ainda mais o atrito, o que garante a segurança do encaixe.

Figura 26: conectores de alumínio.



Fonte: TREEHUGGER, 2017.

Figura 27: encaixe sob pressão.



Fonte: TREEHUGGER, 2017.

Diante dos registros encontrados, observou-se a eficiência do encaixe desenvolvido e a grande variedade de configurações disponíveis. A alteração dos encaixes e a possibilidade de montar e desmontar várias vezes são pontos positivos do produto.

4.1.3 Definição do Problema

De acordo com os problemas observados nas análises que foram realizadas anteriormente, identificaram-se alguns requisitos que devem ser realizados para que o projeto corresponda às expectativas projetuais. Dessa forma, os requisitos deverão contemplar funcionalidade, estrutura, ergonomia e estética, conforme a listagem a seguir.

a) Aspectos funcionais:

- possibilitar fácil montagem e desmontagem;
- formar, por meio de montagem, banco, estante e mesa.

b) Aspectos estruturais:

- conter encaixes de fácil manuseio;
- ser produzido em compensado laminado.

c) Aspectos estéticos:

- possuir textura e formas atraentes, linhas retas e componentes geométricos;
- componentes de encaixe com variadas opções de cores;
- conter cores discretas e neutras, como preto, branco e marrom;

d) Aspectos ergonômicos:

- atender às medidas ergonômicas estabelecidas;
- conter componentes ergonomicamente seguros.

4.1.4 Conceito

O projeto tem como tema principal a praticidade e a funcionalidade. A ideia consiste em trazer ao cotidiano dos usuários mais agilidade nas tarefas básicas do dia-a-dia em suas residências, sem deixar a estética de lado, incentivando a interação do usuário com o produto.

A estrutura modular tem como referência estética e formal, linhas suaves e básicas, e cores neutras, conforme o painel de tema visual (Figura 28).

Figura 28: painel tema visual.

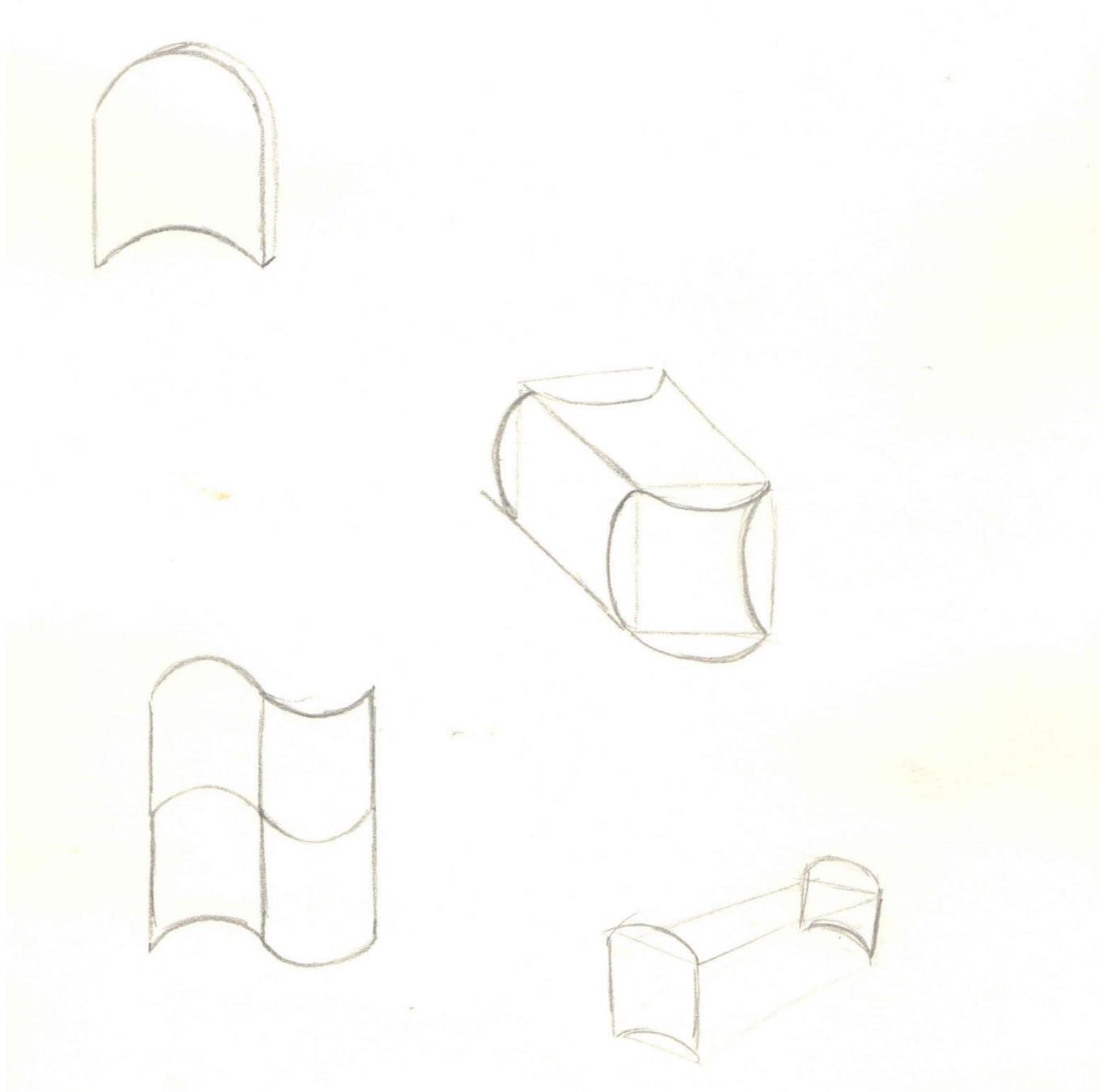


Fonte: coleção da autora, 2017.

4.2 GERAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

As alternativas foram geradas com embasamento teórico e tomando como referência tudo que foi analisado anteriormente. Observa-se, na Figura 29, a estrutura com linhas retas e curvas, que promovem o encaixe lateral nas extremidades, possibilitando a montagem da lateral de uma estante, pé de uma mesa e estrutura de um banco, aliada a componentes auxiliares.

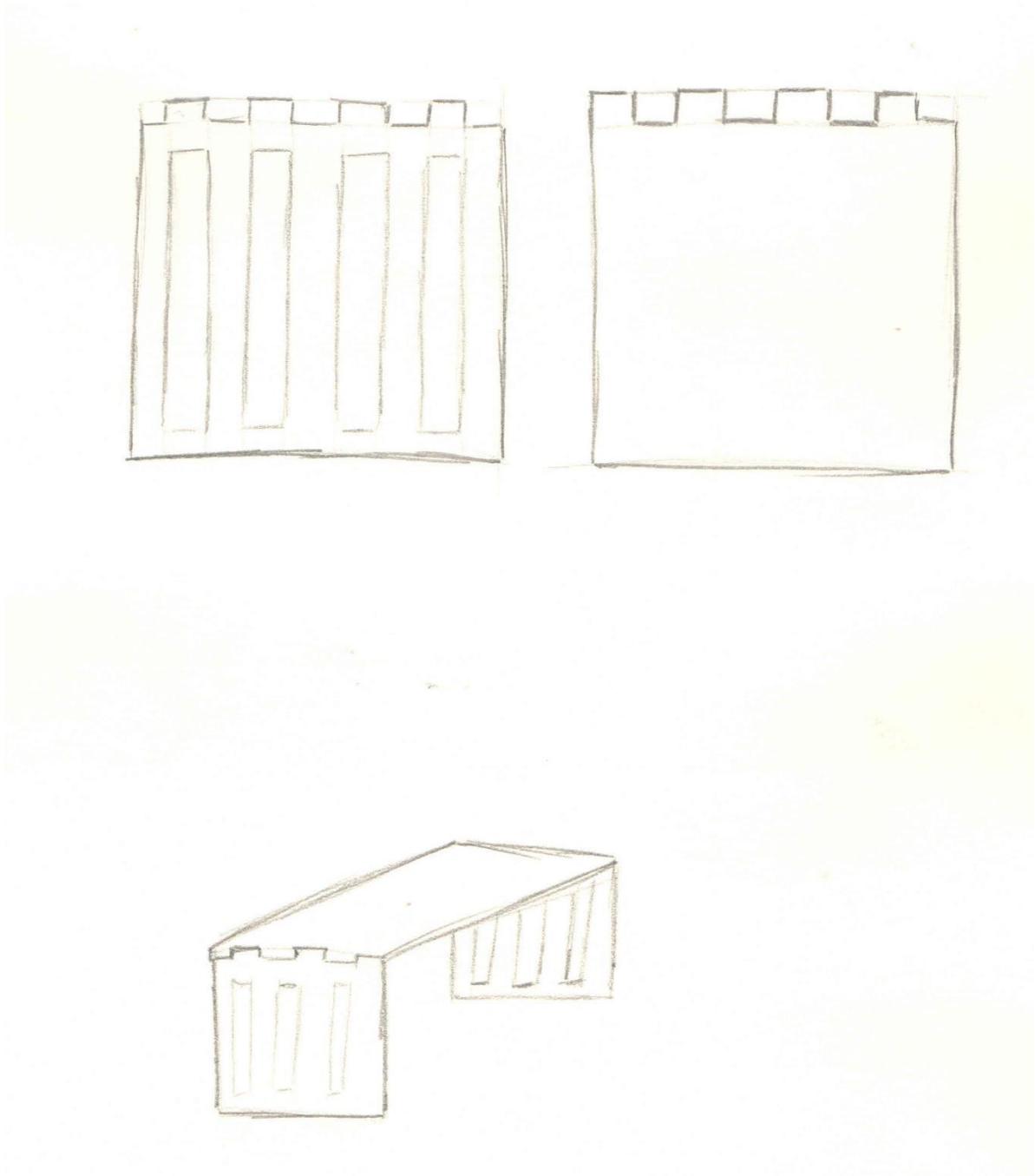
Figura 29: Estrutura modular com linhas retas e orgânicas.



Fonte: coleção da autora, 2018.

A seguir, na Figura 30, gerou-se uma estrutura com encaixes, formando banco, mesa e estante. As peças planas poderiam ser guardadas empilhadas, uma sobre as outras sem ocupar muito espaço.

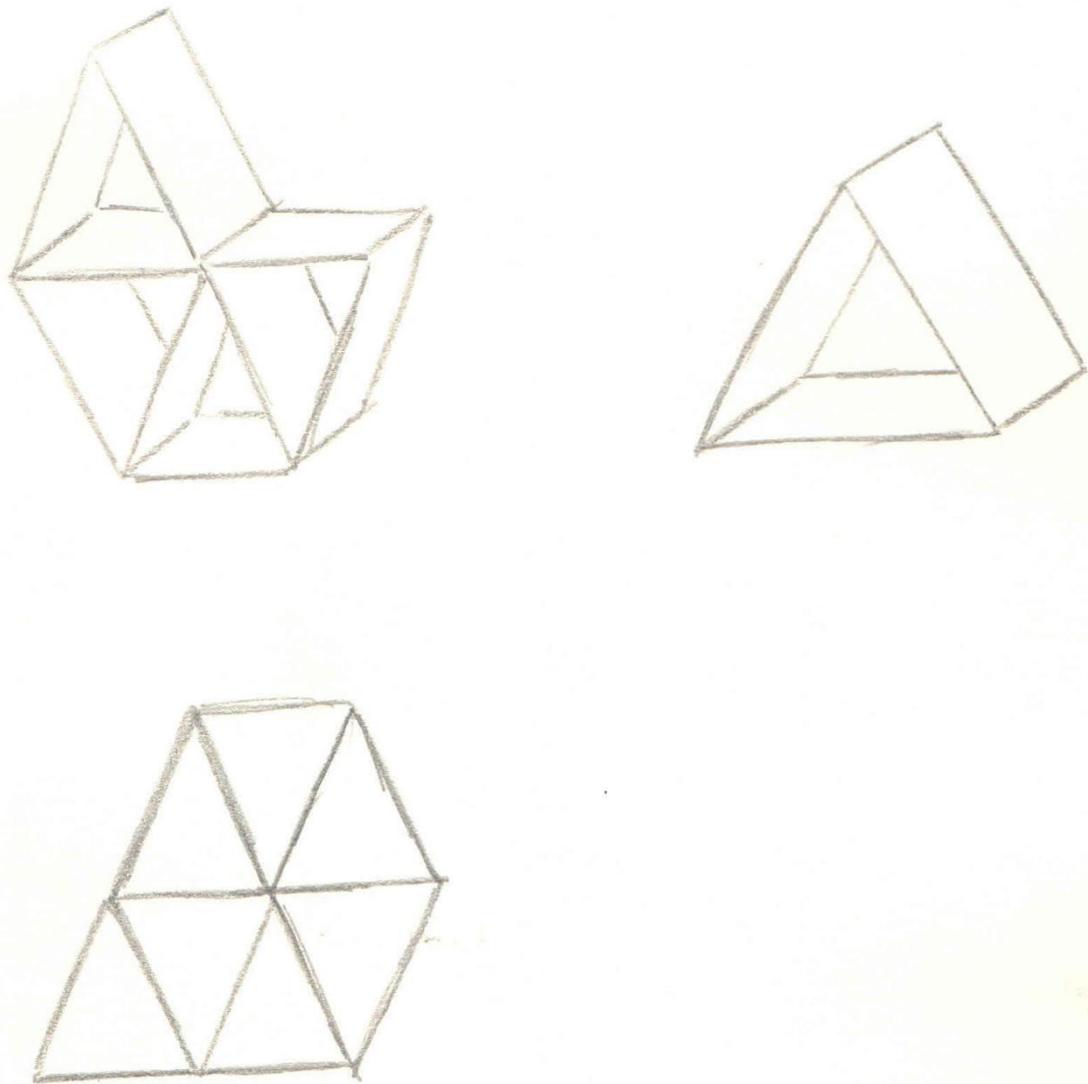
Figura 30: Estrutura com linhas retas e encaixe por meio de cortes e saliências nas peças.



Fonte: coleção da autora, 2018.

A geração com estrutura em forma triangular, conforme a Figura 31, exhibe que os módulos encaixam-se lateralmente.

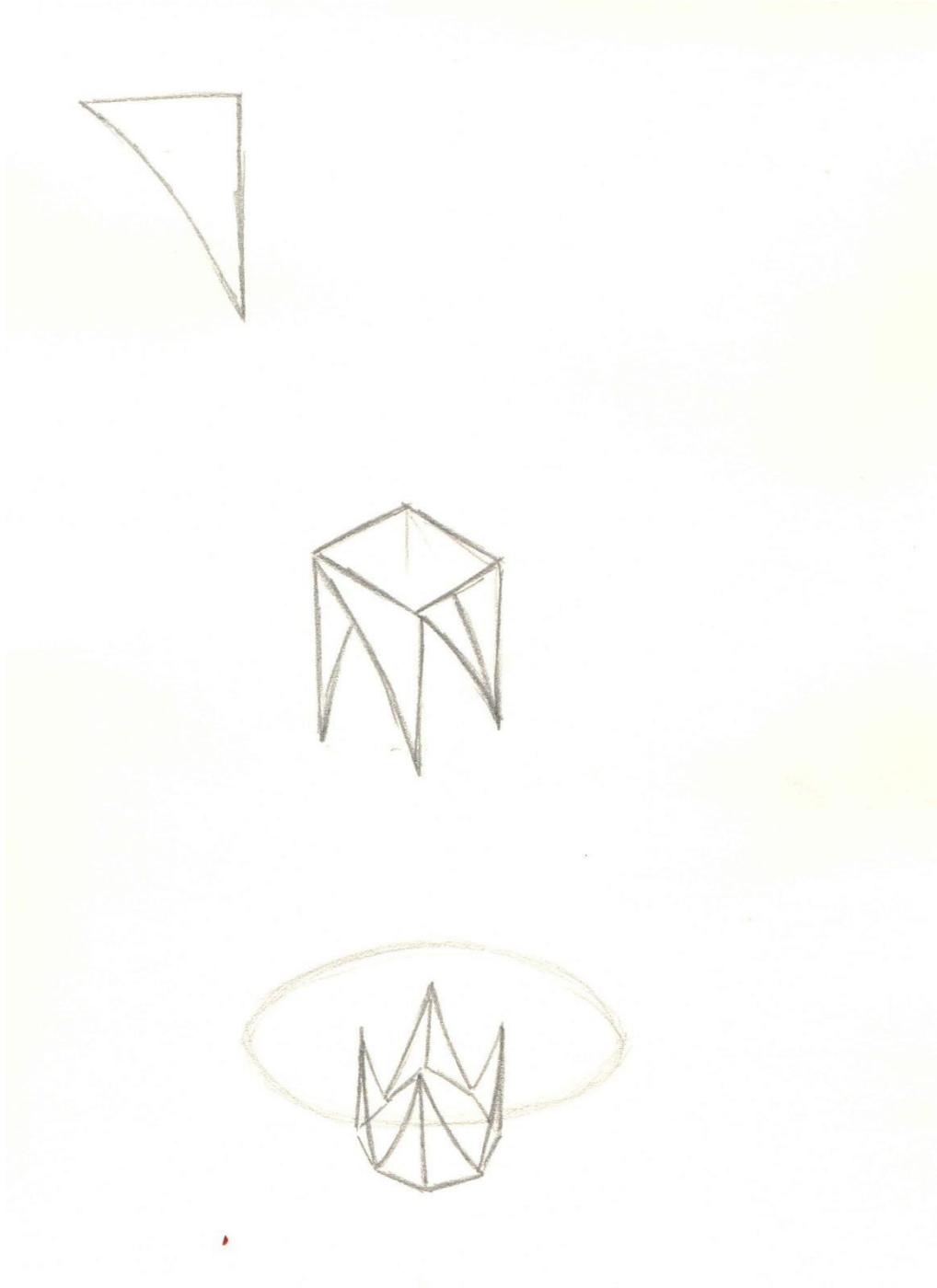
Figura 31: Estrutura triangular que possibilita encaixe em suas faces laterais.



Fonte: coleção da autora, 2018.

Na Figura 32, a estrutura com linhas retas e curvas pode formar banco, pé para mesa e estrutura lateral para estante, criando efeito visual atraente no centro da montagem, com espaço vazado.

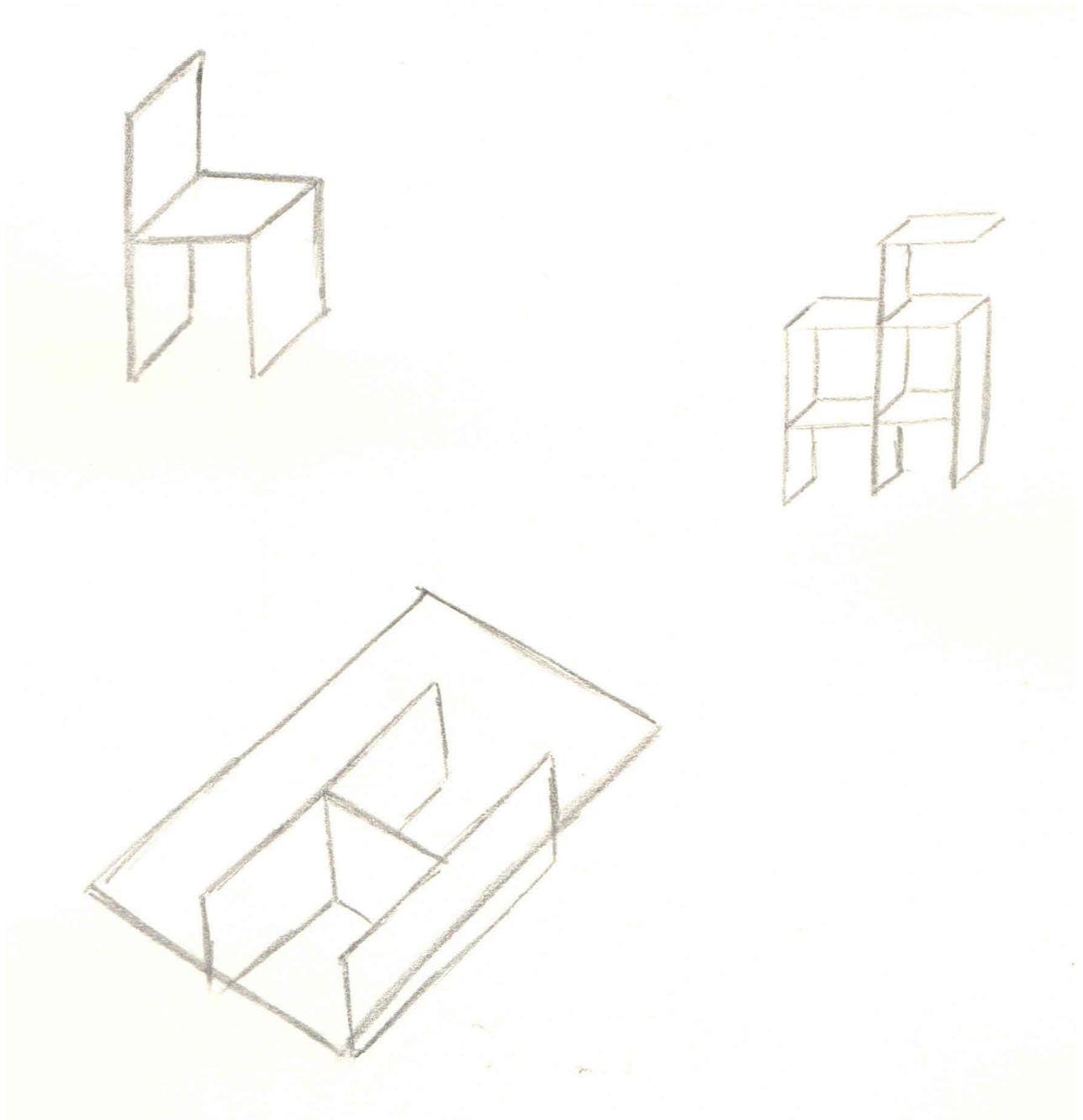
Figura 32: Estrutura com linhas retas para montagem de pé para mesa, estante e banco.



Fonte: coleção da autora, 2018.

A seguir, na Figura 33, observa-se uma estrutura modular com linhas retas, que, aliada a componentes auxiliares, compõe mesa de jantar, mesa de centro, estante e banco.

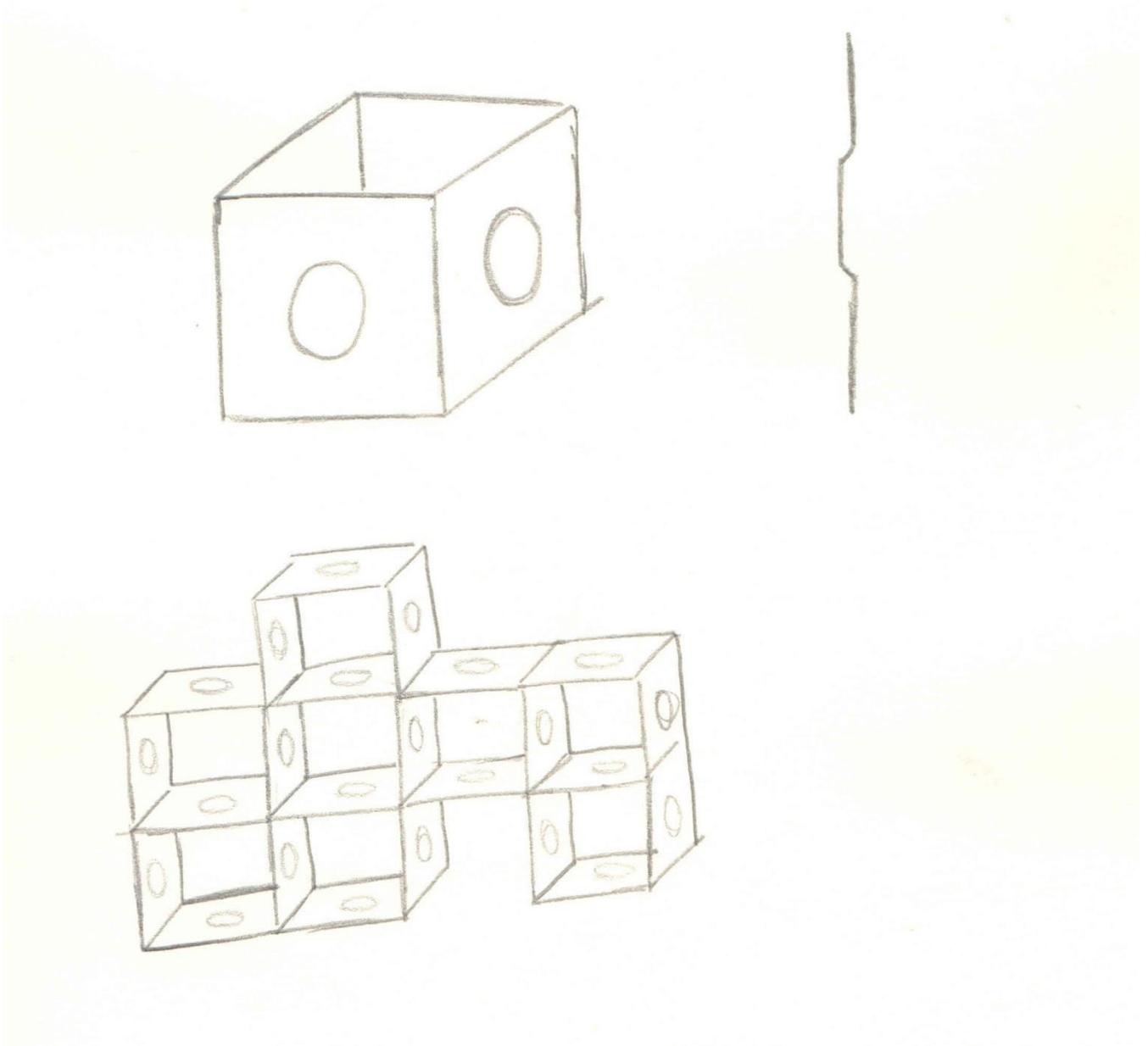
Figura 33: Geração de alternativa.



Fonte: coleção da autora, 2018.

A estrutura, em formato de cubo, com dois lados livres, encaixa-se com outras por meio de encaixe de saliência em reentrância, possibilitando a rotação no encaixe. A Figura 34 mostra a montagem de uma estrutura para mesa, estante e banco.

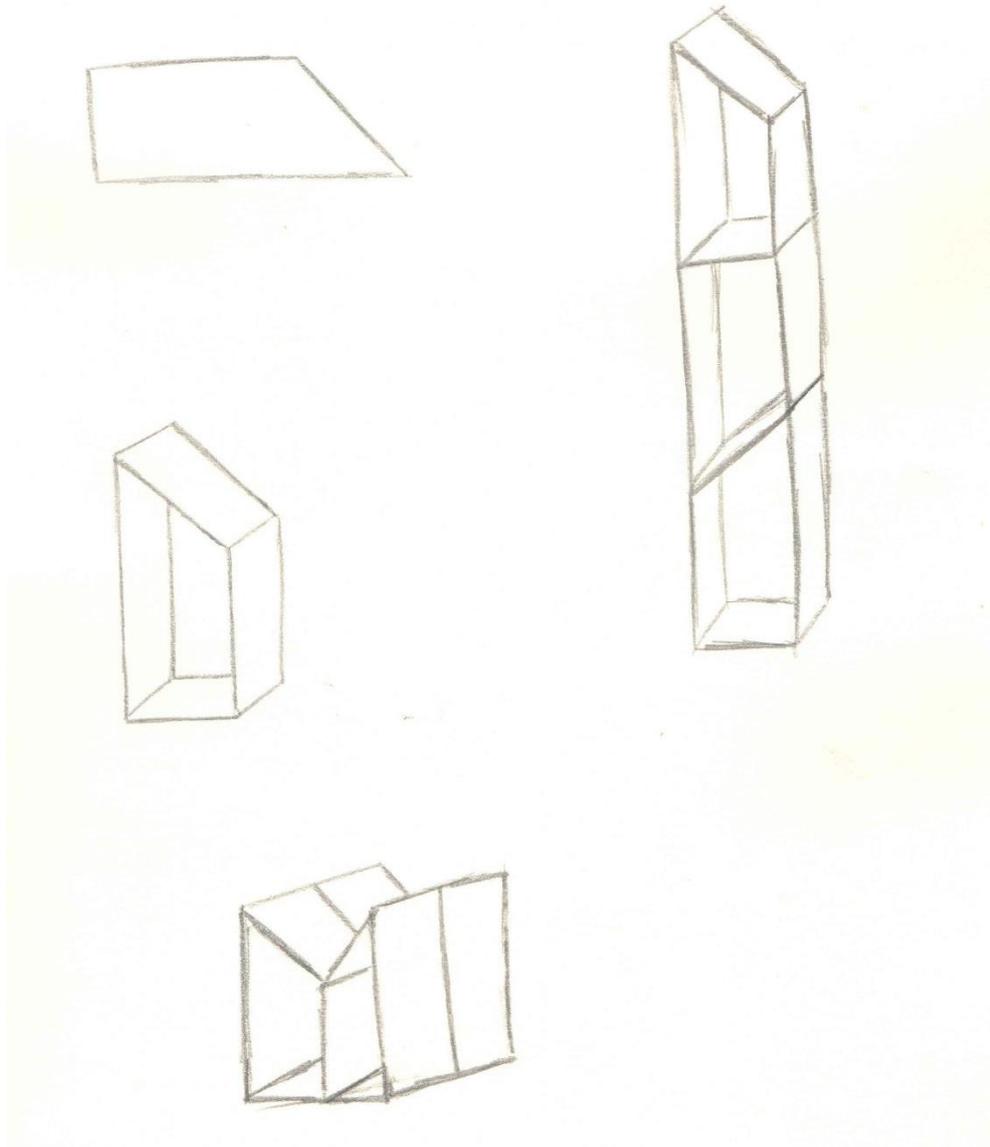
Figura 34: Estrutura cúbica de encaixe circular.



Fonte: coleção da autora, 2018.

Na Figura 35, demonstra-se uma estrutura trapezoidal, podendo ser empilhada, em diferentes posições, com outras iguais, formando interessantes volumes.

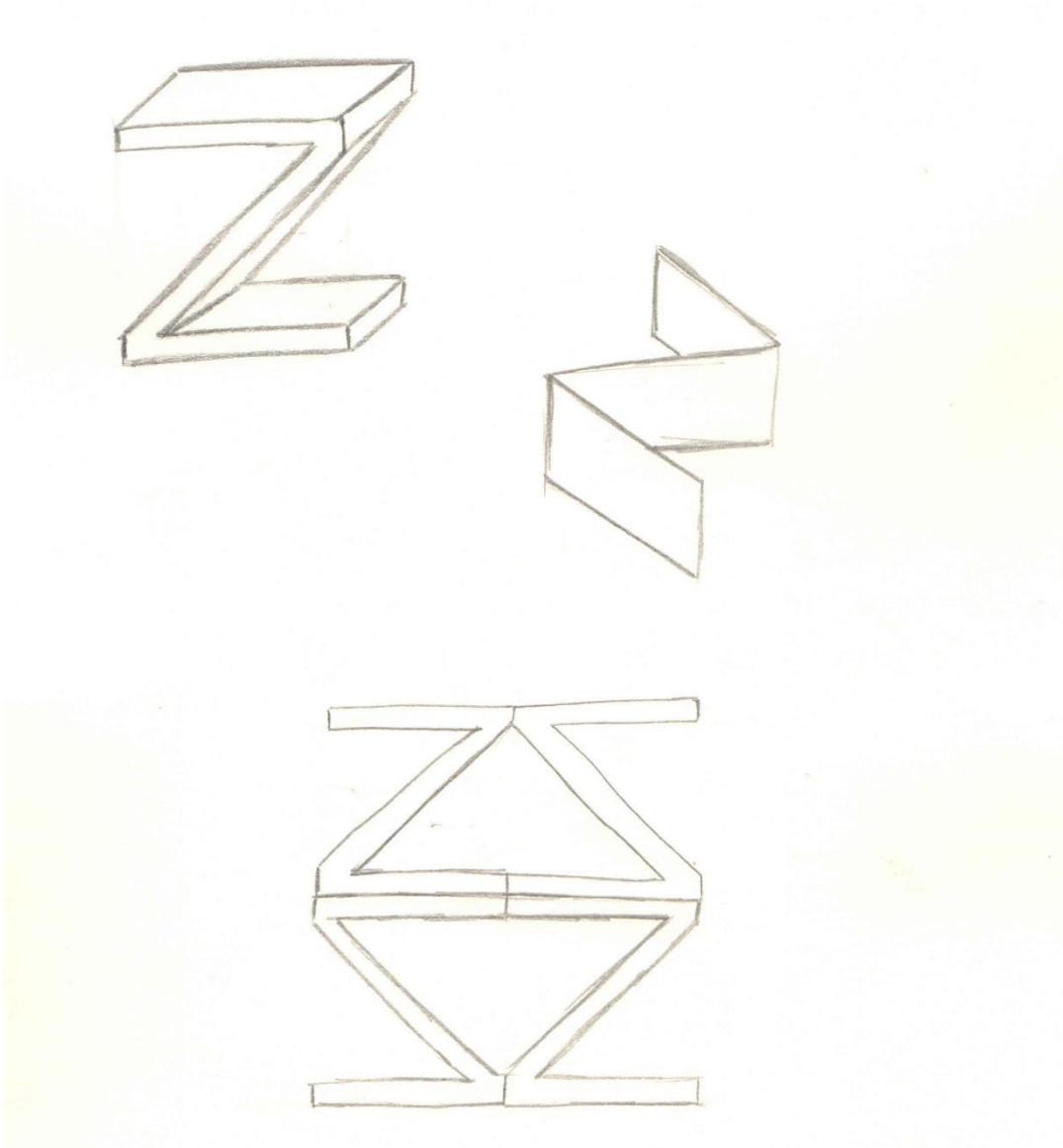
Figura 35: Estrutura em forma de trapézio.



Fonte: coleção da autora, 2018.

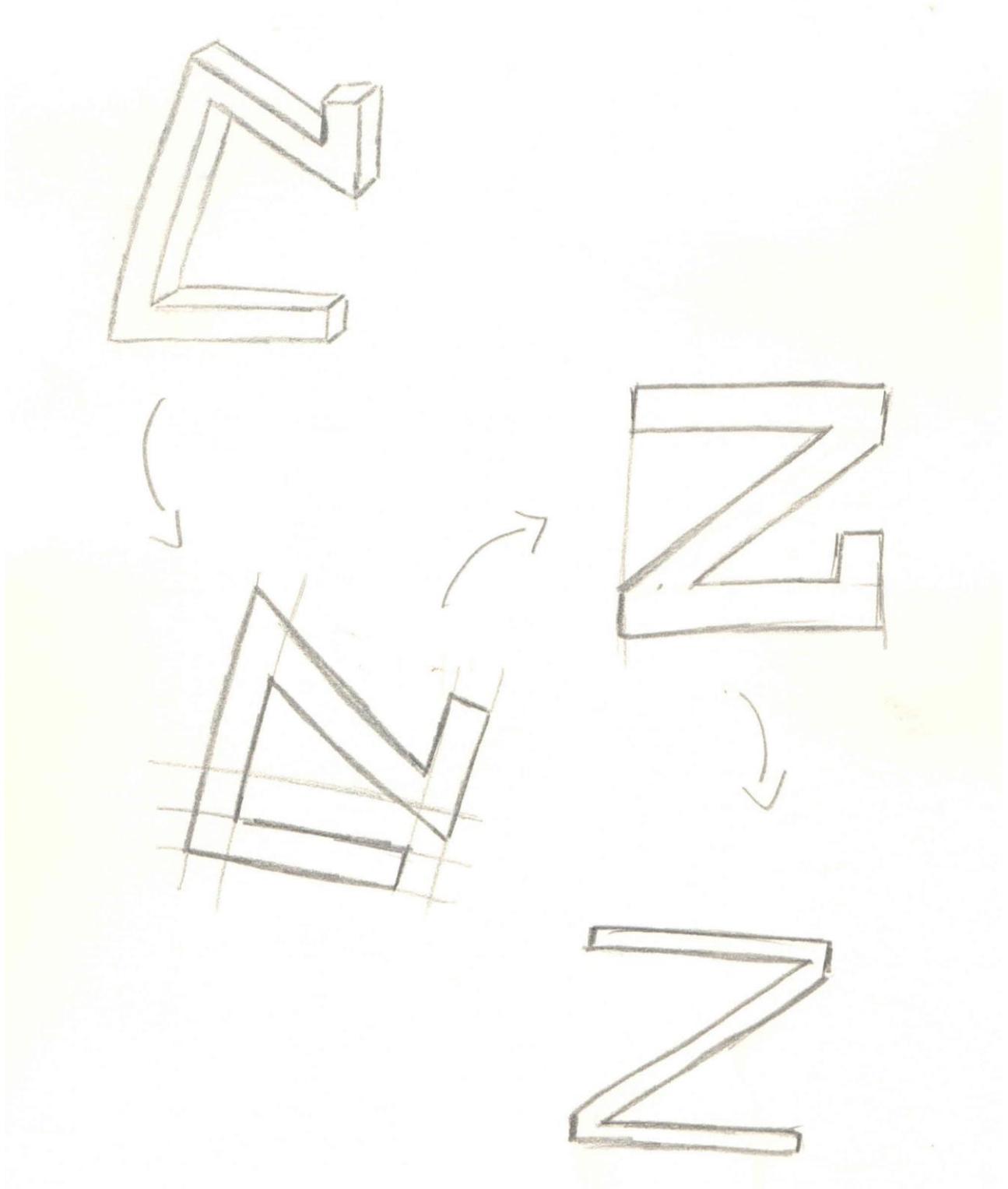
Nas Figuras 36 e 37, observa-se a evolução da geração de uma estrutura modular, que, poderia ser unida por um grampo (Figura 38) a outras partes, forma base para banco, mesa e estante.

Figura 36: Estrutura com linhas retas e ângulos formando perfil semelhante a letra 'Z' e possíveis combinações.



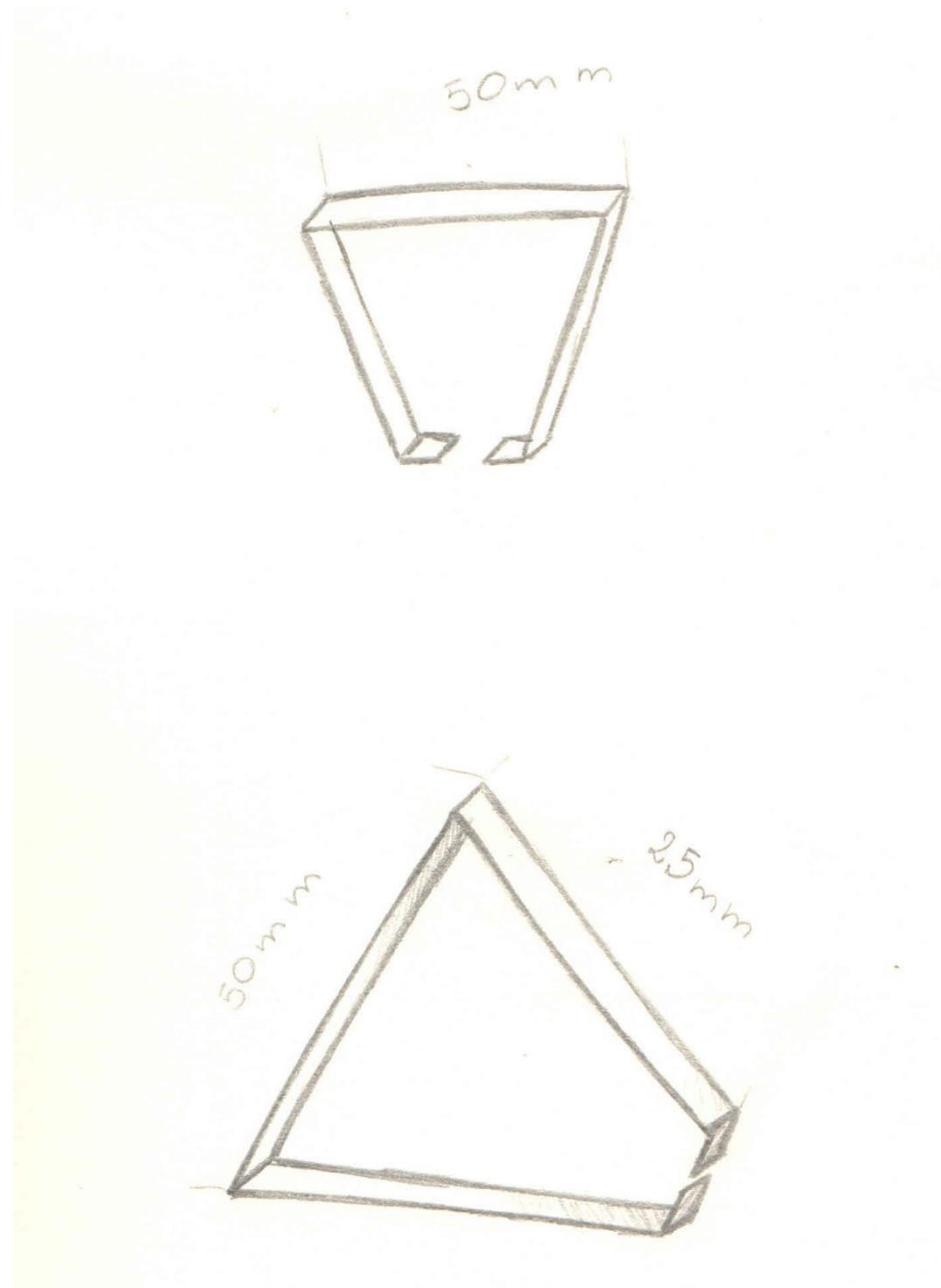
Fonte: coleção da autora, 2018.

Figura 37: Evolução do estudo da forma de estrutura modular.



Fonte: coleção da autora, 2018.

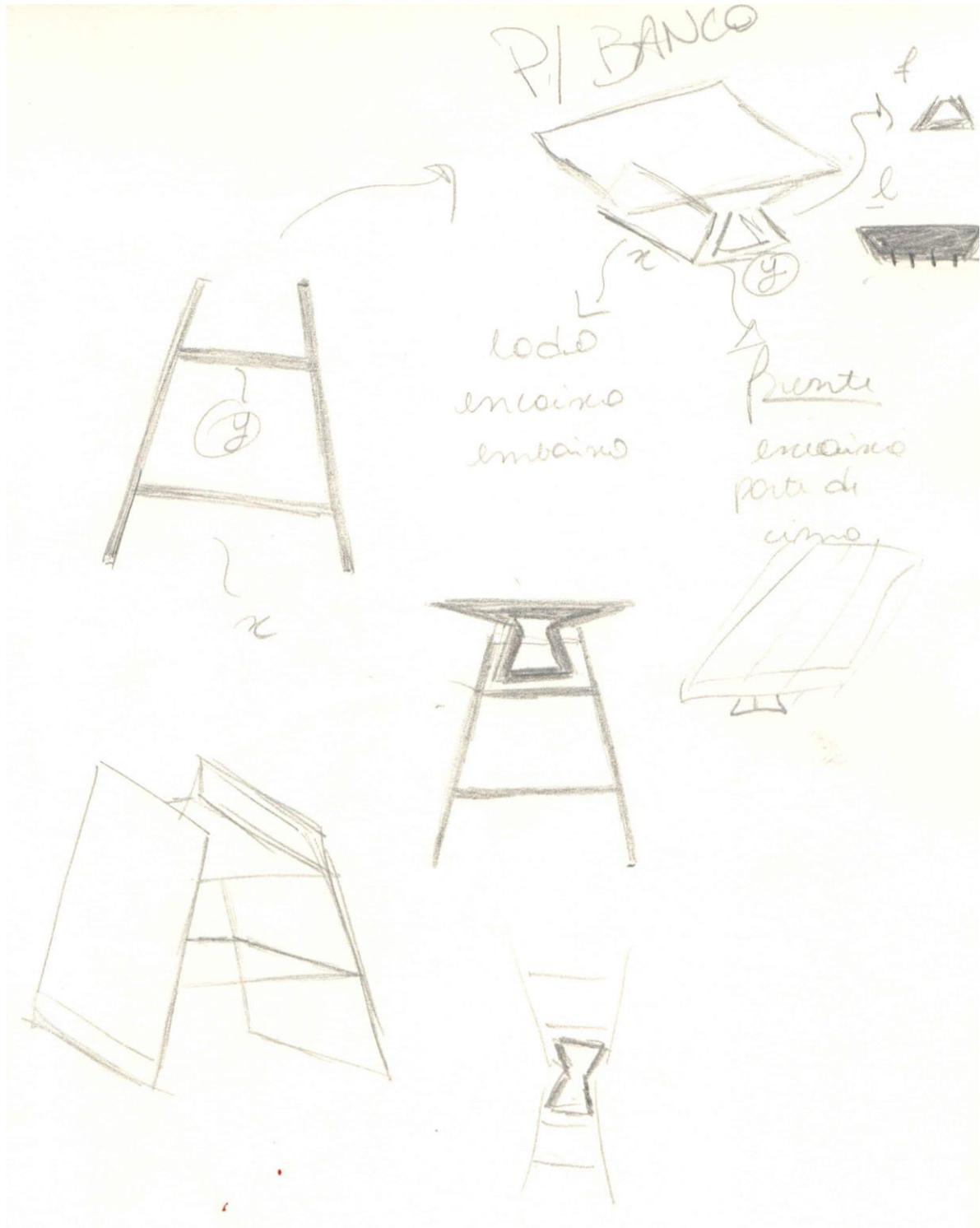
Figura 38: Grampo para união da estrutura modular com perfil em “Z”.



Fonte: coleção da autora, 2018.

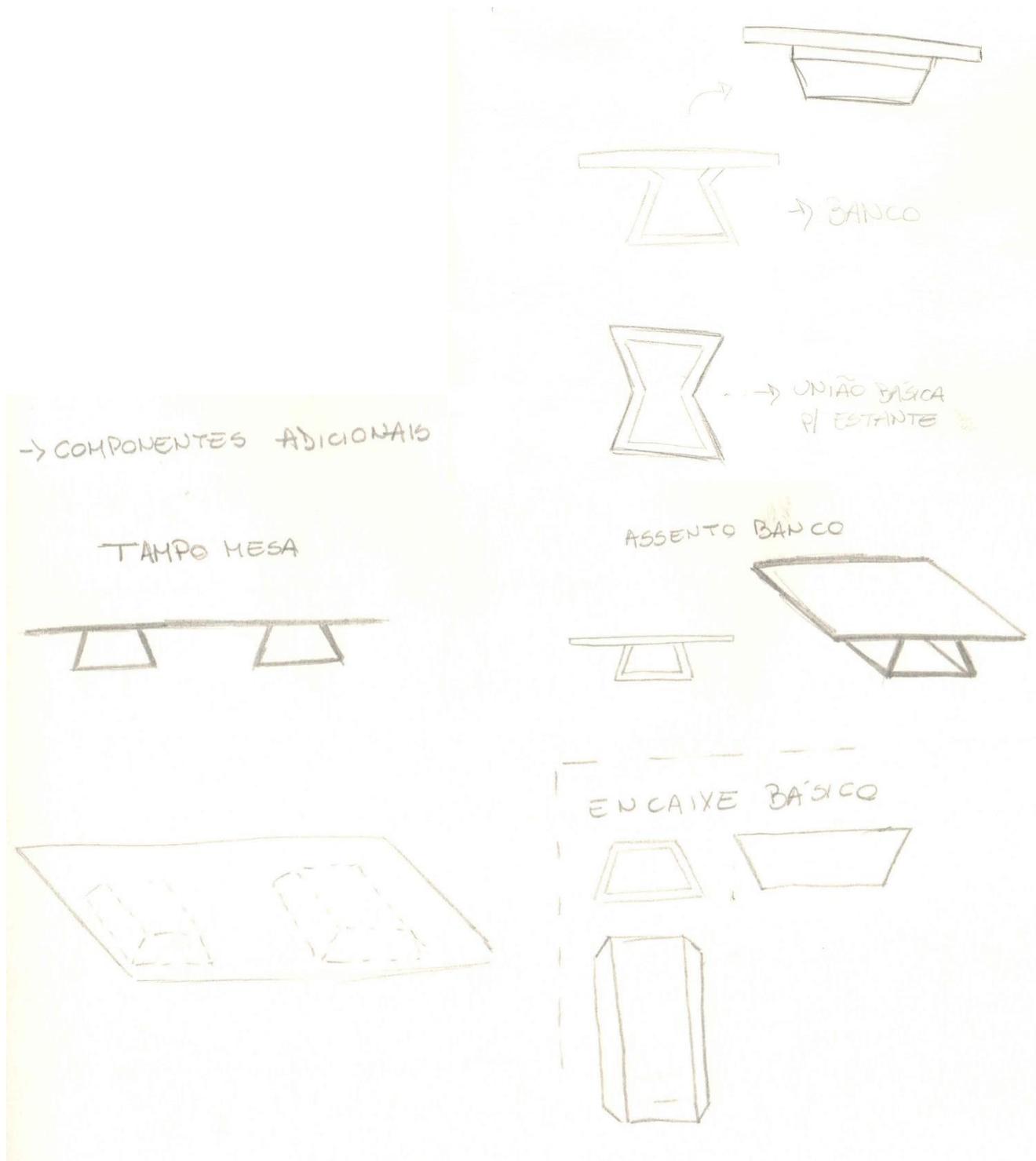
A estrutura com linhas retas (Figura 39) forma, juntamente com componentes adicionais (Figura 40) banco e mesa e une estruturas para montagem de estante, como demonstrado na Figura 41.

Figura 39: Estrutura modular e estudo de componentes.



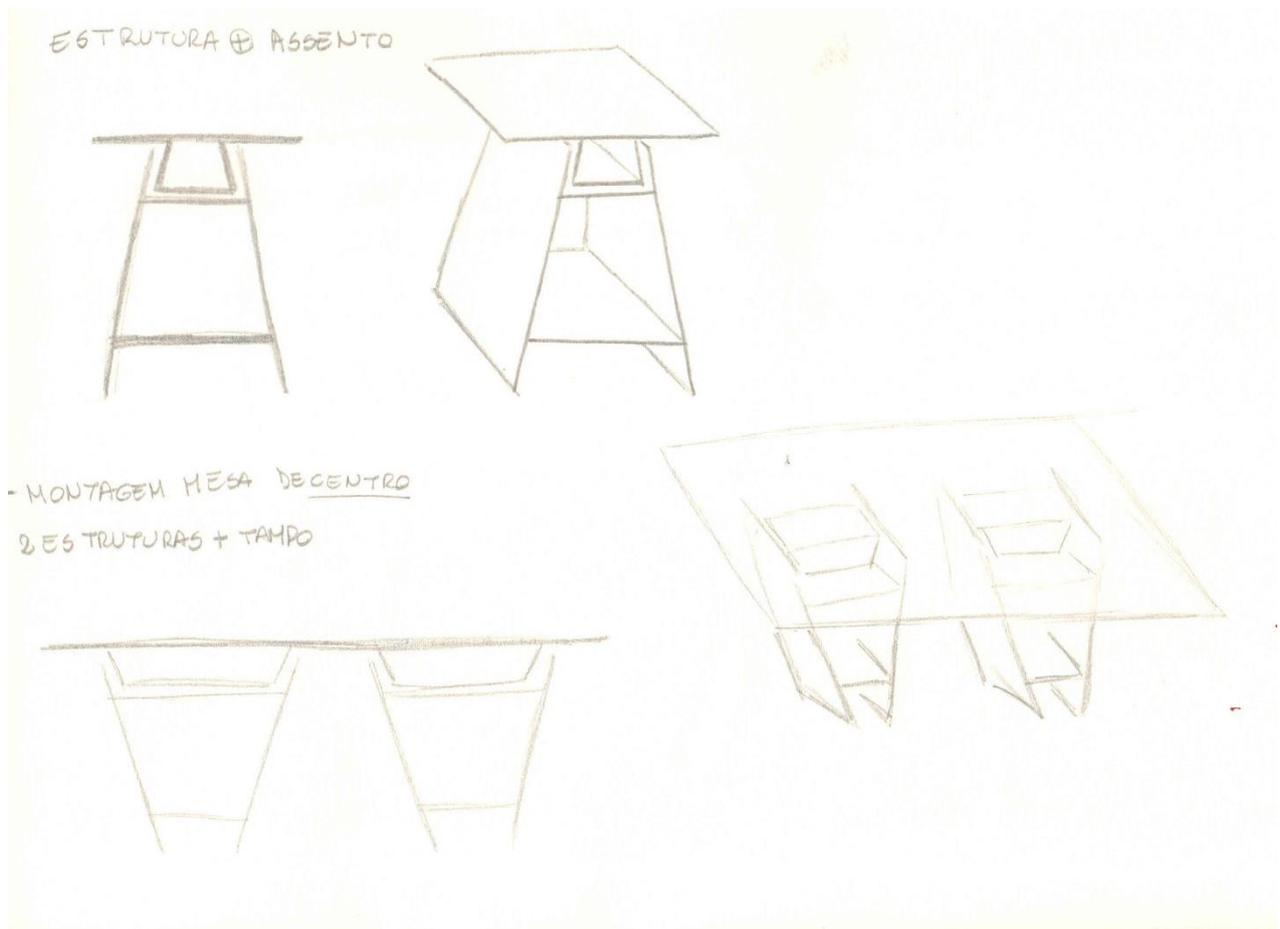
Fonte: coleção da autora, 2018.

Figura 40: Estudo de encaixes dos componentes adicionais na estrutura modular.



Fonte: coleção da autora, 2018.

Figura 41: Possibilidades de montagens.

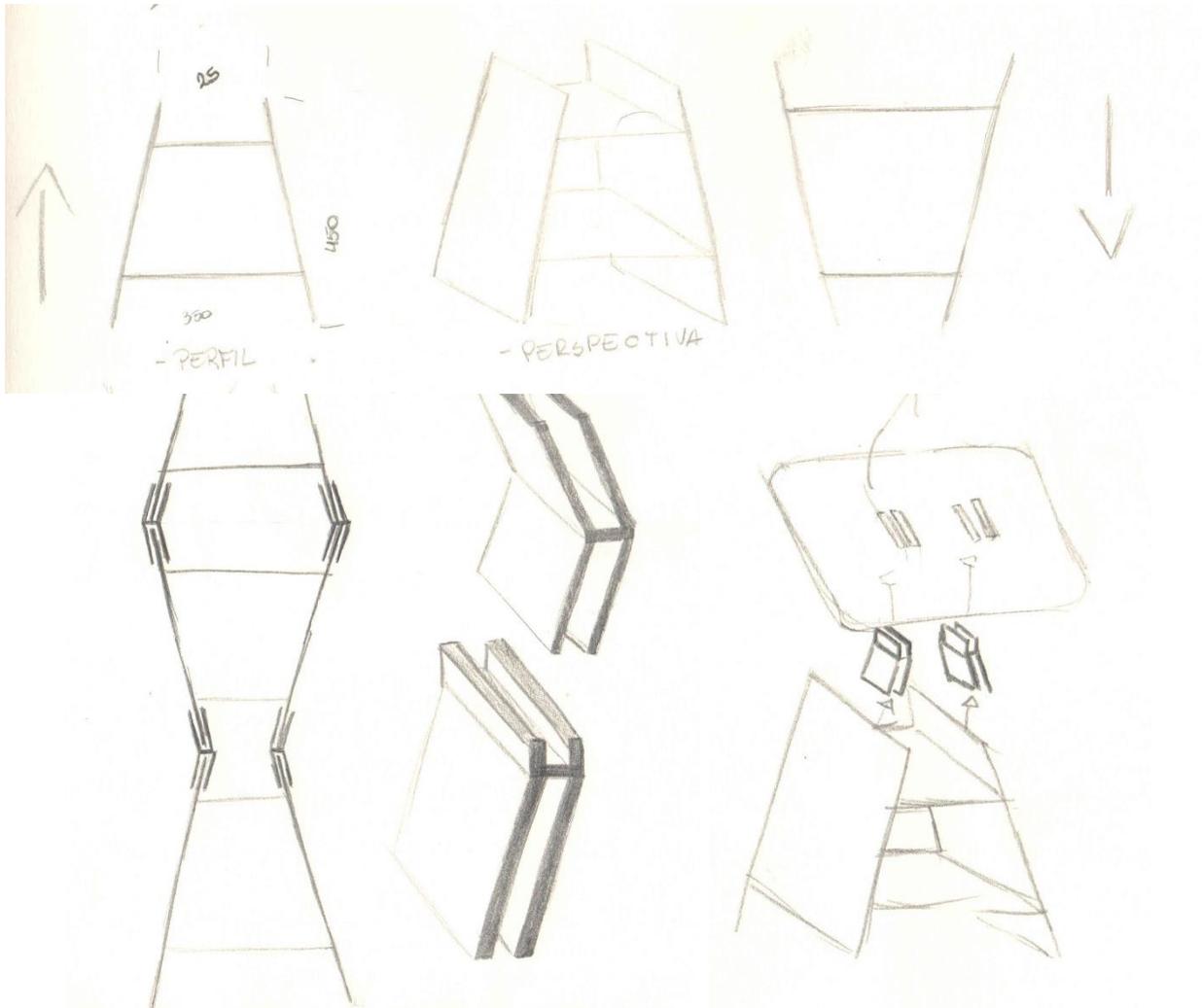


Fonte: coleção da autora, 2018.

4.3 AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

Após análise das gerações de alternativas que foram desenvolvidas, dos requisitos do projeto que foram estabelecidos e dos problemas que foram identificados nas outras opções geradas, a estrutura modular selecionada contém linhas retas, formada por quatro partes com união móvel, demonstrada na Figura 42.

Figura 42: Estrutura modular selecionada.

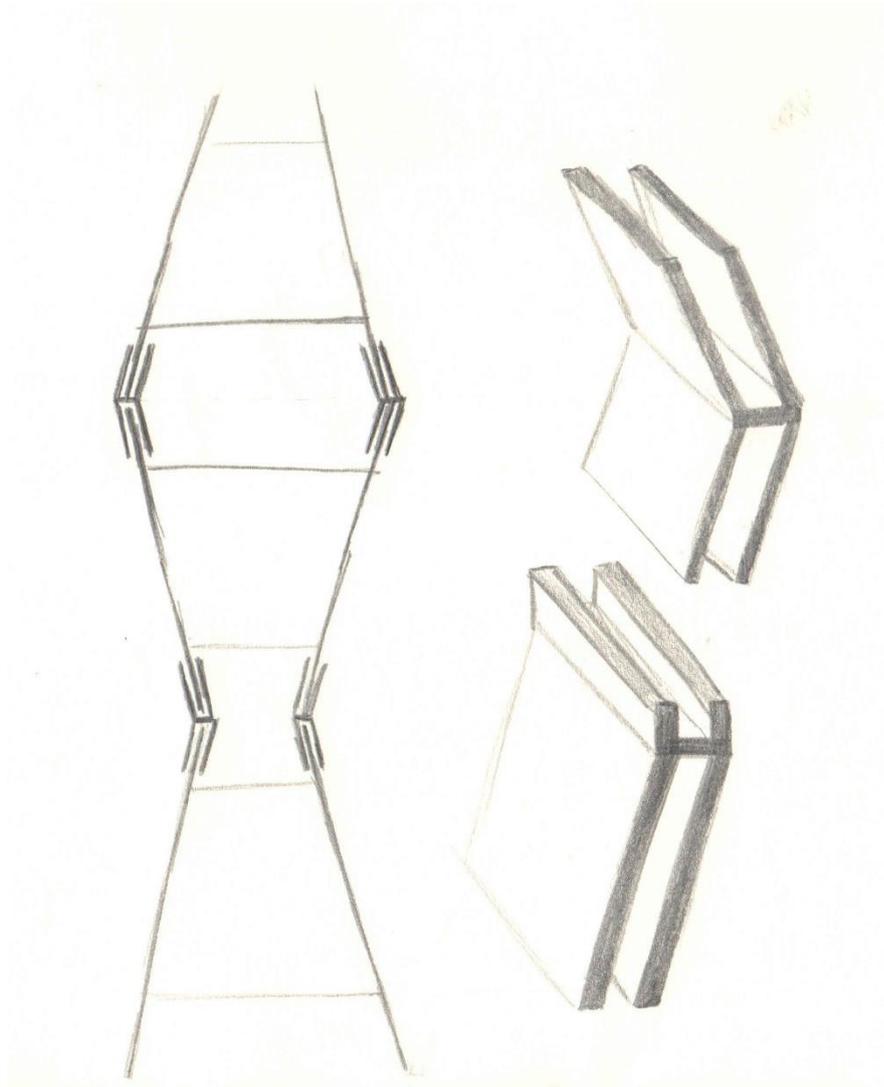


Fonte: coleção da autora, 2018.

Um novo meio de encaixe, Figura 43, mais seguro e com menos material, foi gerado. Apresentam-se peças independentes da estrutura, que fazem a ligação entre um módulo e

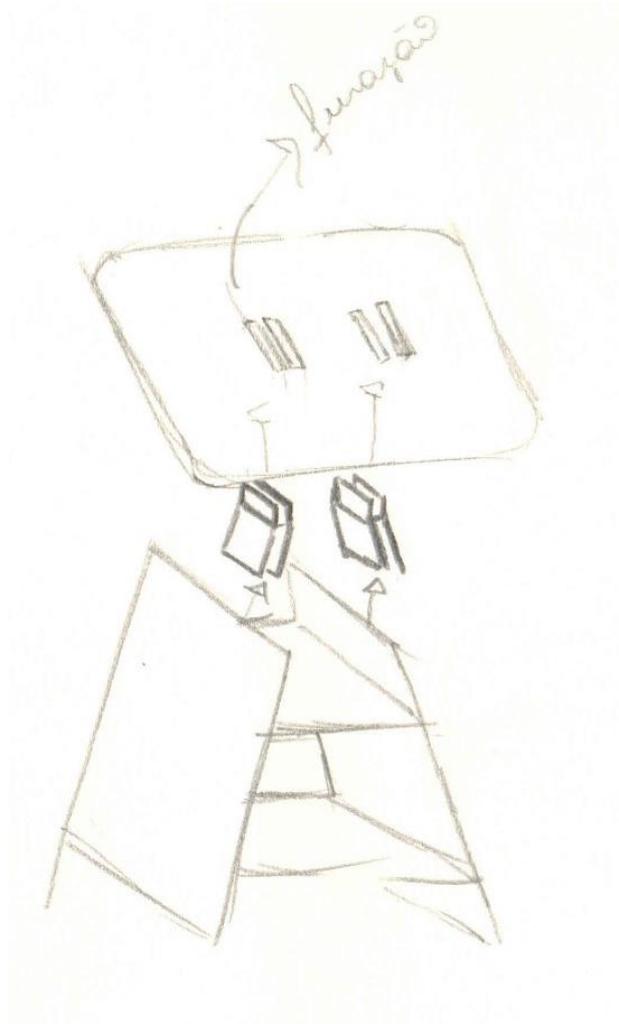
outro e entre o módulo e os componentes adicionais, como tampo de mesa e assento de banco, como pode-se observar na Figura 44.

Figura 43: Encaixe selecionado para união dos módulos entre si e em componentes adicionais.



Fonte: coleção da autora, 2018.

Figura 44: Montagem de banco por meio de encaixe.



Fonte: coleção da autora, 2018.

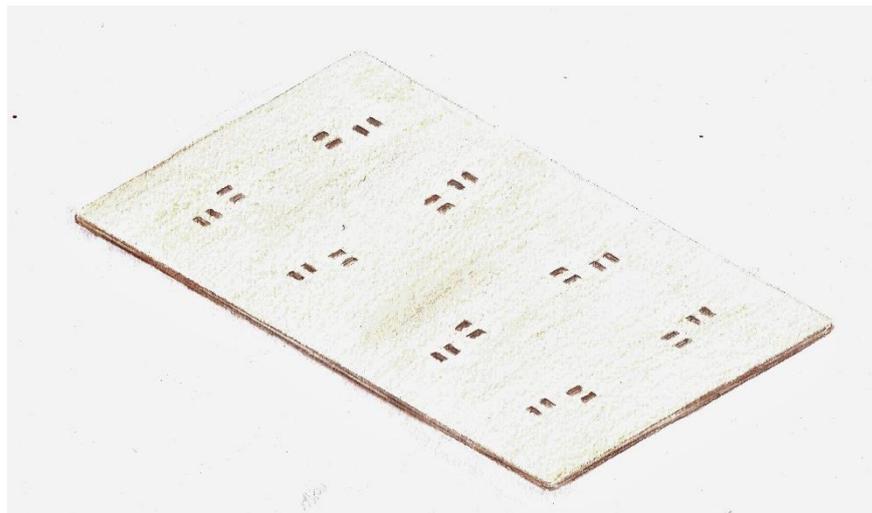
Na Figura 45, demonstra-se um estudo de material da estrutura modular, em forma de *sketch* manual, que será produzida em compensado laminado, assim como o tampo para a mesa de centro (Figura 46) e os assentos para banco (Figura 47).

Figura 45: *Sketch* manual da estrutura modular.



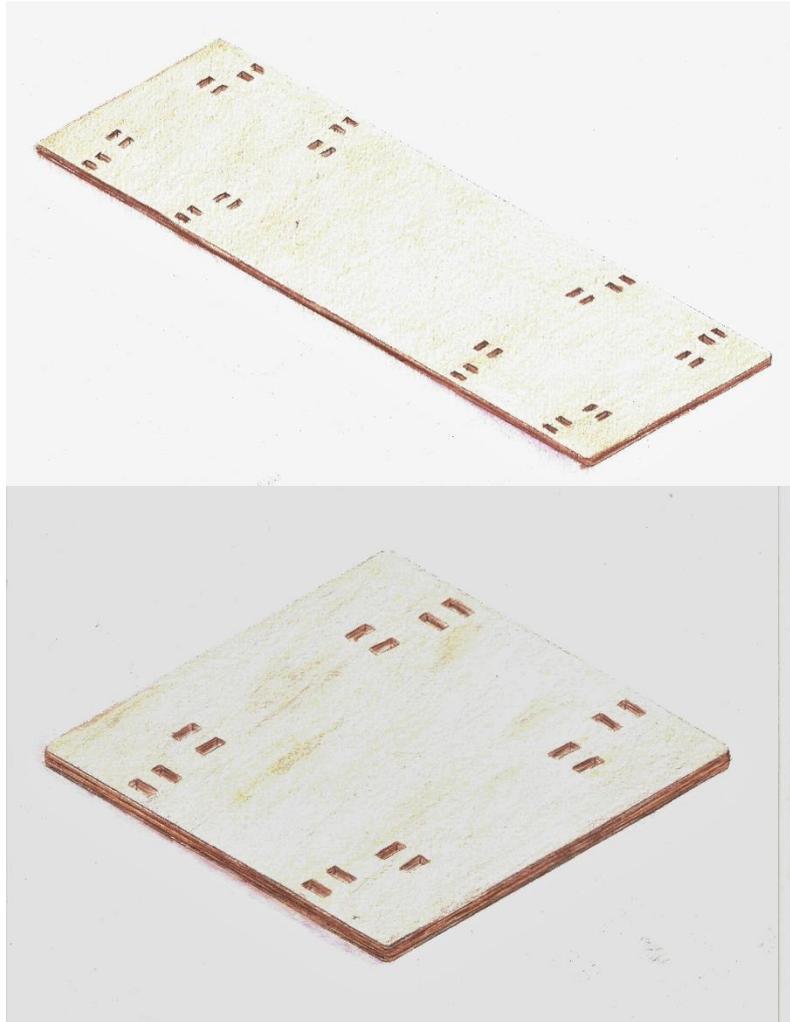
Fonte: coleção da autora, 2018.

Figura 46: *Sketch* do tampo para mesa de centro.



Fonte: coleção da autora, 2018.

Figura 47: *Sketch* manual dos assentos para banco, individual e coletivo.



Fonte: coleção da autora, 2018.

Os componentes adicionais possuem furações padrão para possibilitar o encaixe das peças que realizam a união entre eles e a estrutura modular. Essas furações são posicionadas de modo que independentemente da posição em que a estrutura modular é colocada as peças de encaixe possam realizar a sua função.

Os componentes serão produzidas em compensado laminado. As peças que realizam o encaixe entre os módulos (Figuras 48, 49 e 50) serão produzidos em polímero. Testes na fase de Realização da Alternativa determinarão o material definitivo.

Figura 48: *Sketch* da peça de encaixe único, para unir dois módulos.



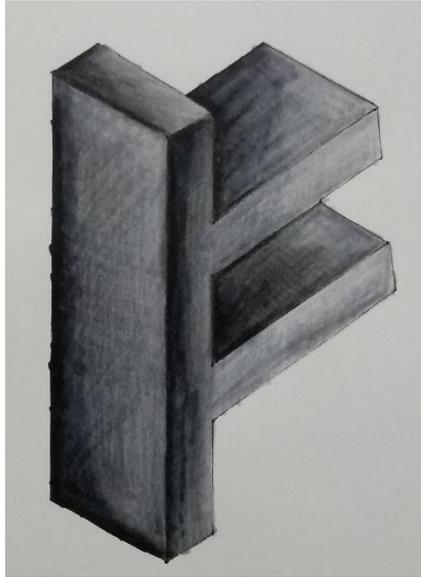
Fonte: coleção da autora, 2018.

Figura 49: *Sketch* da peça de encaixe duplo, para união de módulo e componentes.



Fonte: coleção da autora, 2018.

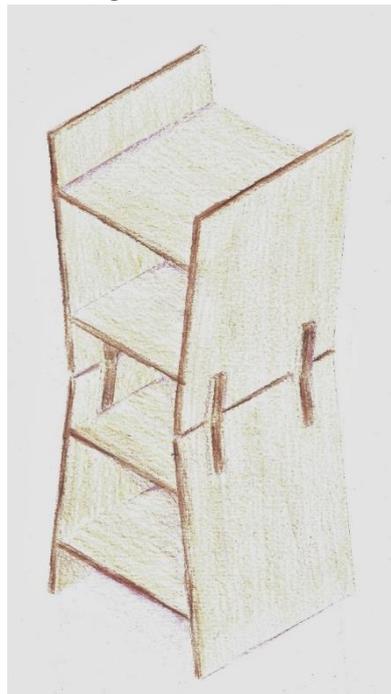
Figura 50: *Sketch* da peça de encaixe lateral, para união das laterais com as prateleiras.



Fonte: coleção da autora, 2018.

A montagem das estruturas modulares com as peças de encaixe único forma uma estante, que pode ser configurada de acordo com a quantidade de módulos disponíveis, conforme a Figura 51, que possui dois módulos e quatro peças de encaixe único.

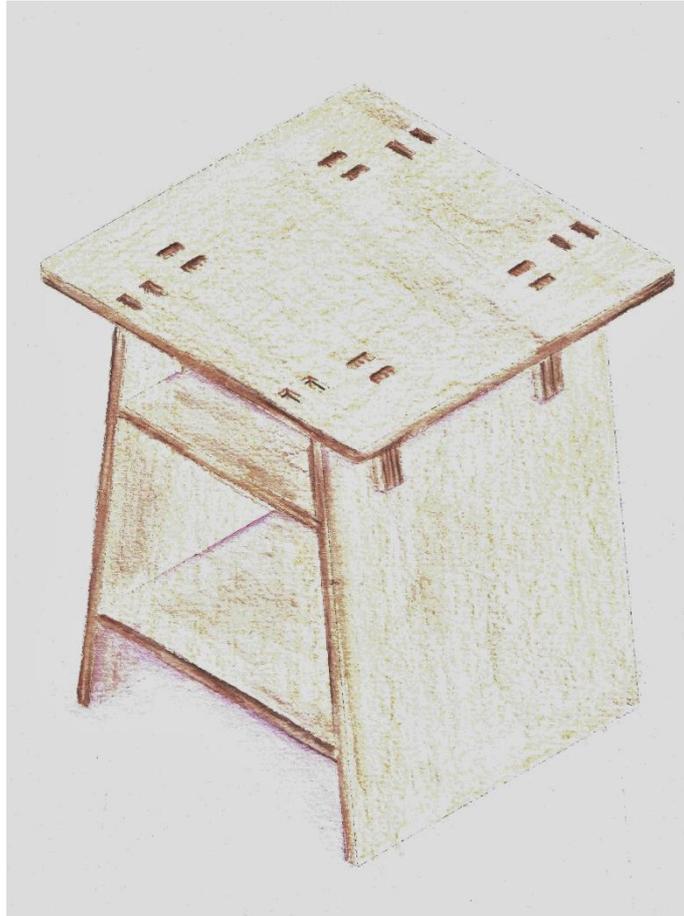
Figura 51: Estante.



Fonte: coleção da autora, 2018.

A utilização da peça de encaixe duplo permite a montagem de banco individual, banco coletivo e mesa de centro. Na figura 52 demonstra-se a montagem de banco individual com uma estrutura modular, quatro peças de encaixe duplo e um assento individual.

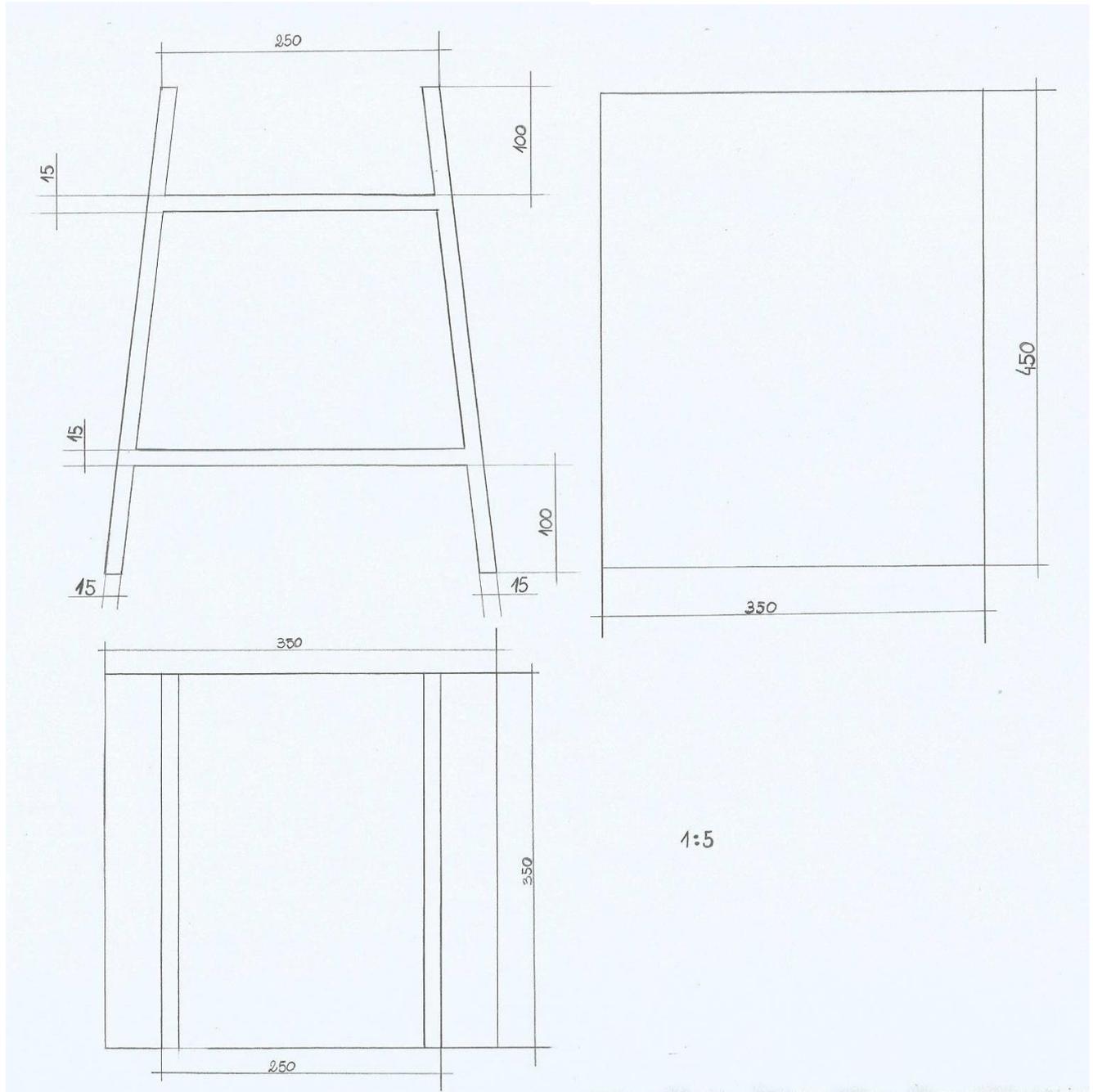
Figura 52: Banco individual.



Fonte: coleção da autora, 2018.

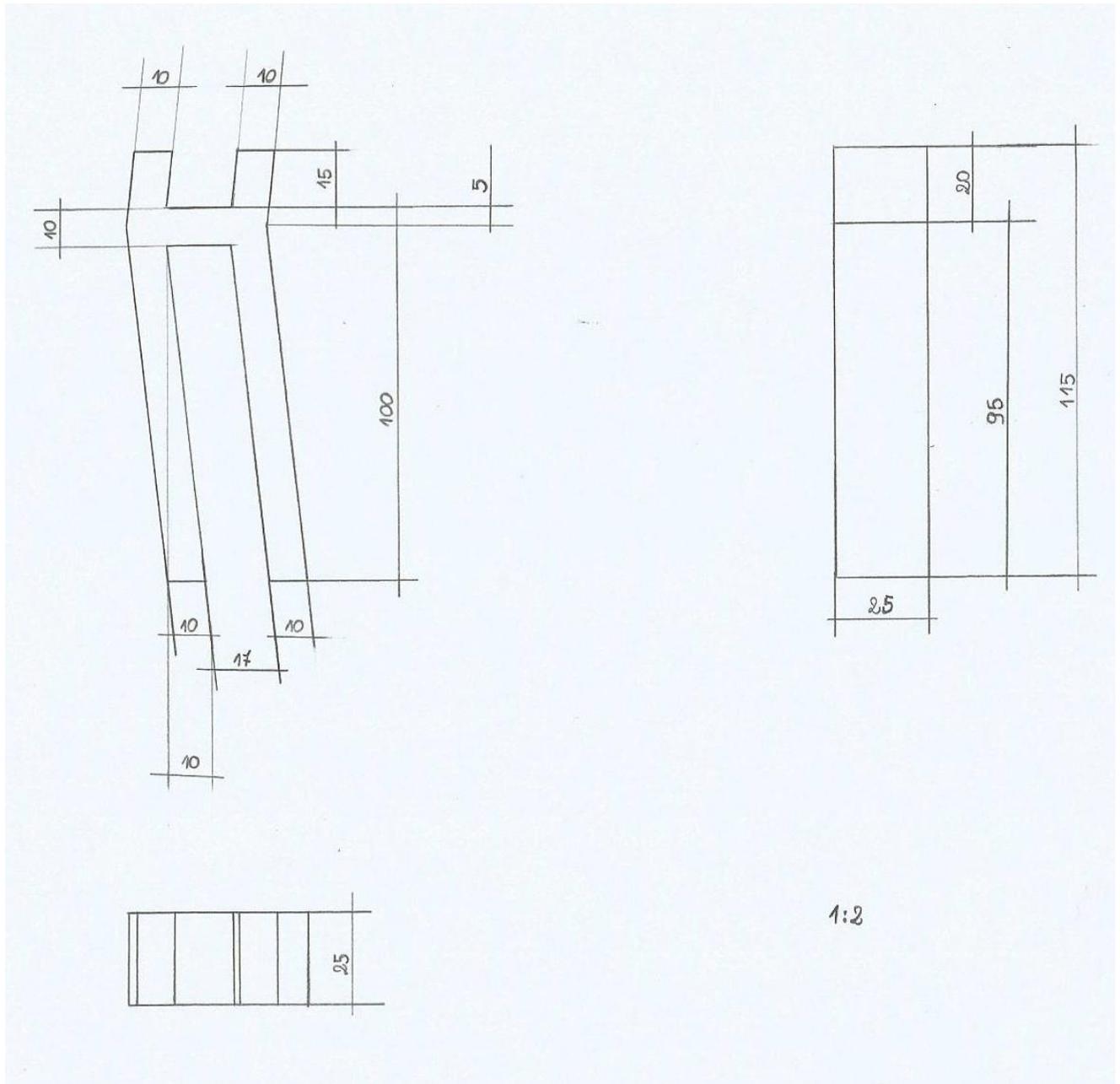
Com as Figuras 53, 54, 55, 56, 57 e 58 é possível observar as dimensões gerais da estrutura modular, das peças de encaixe e dos componentes adicionais. Elas apresentam croquis individuais com medidas em milímetros.

Figura 53: Croqui da estrutura modular.



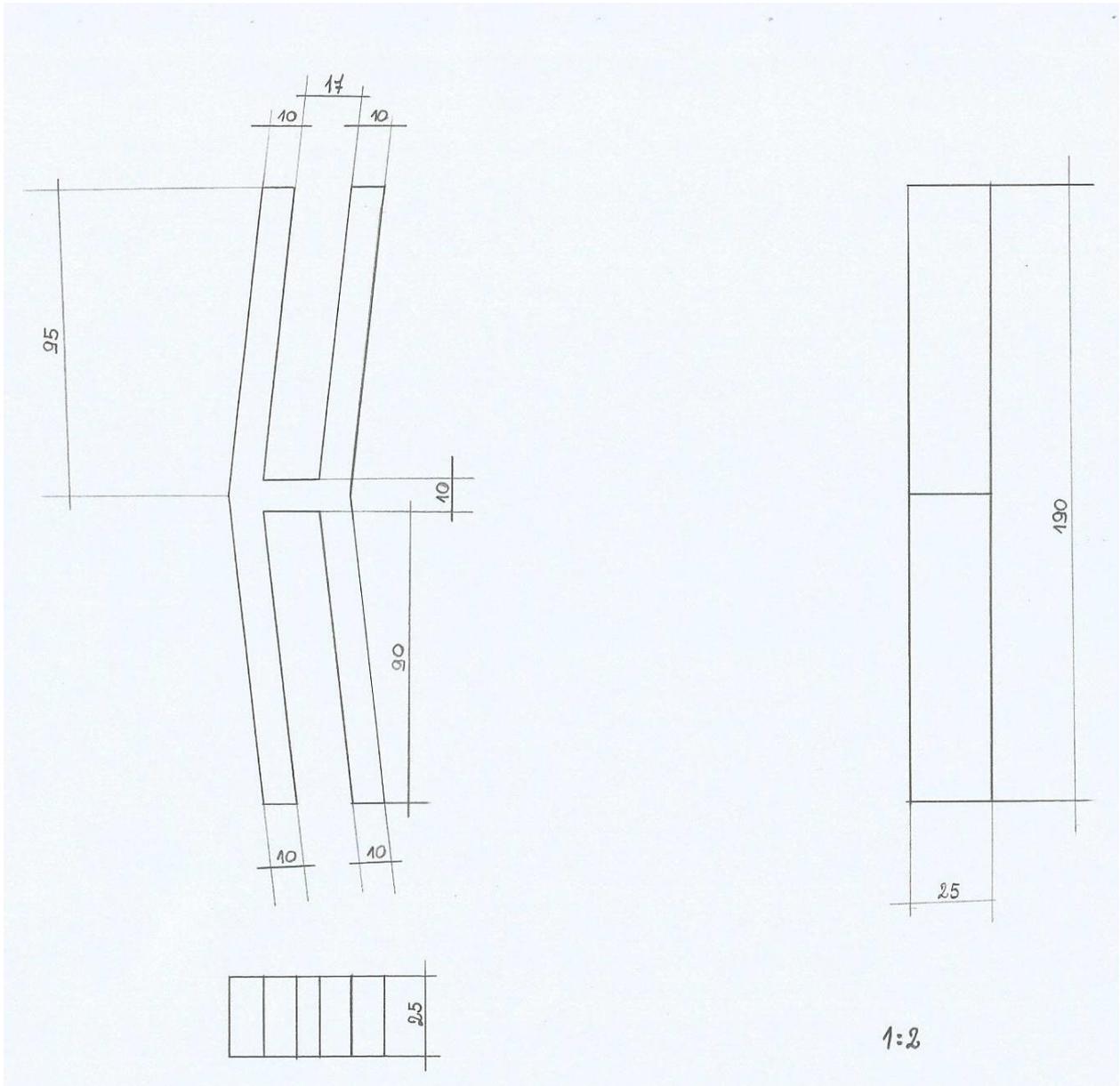
Fonte: coleção da autora, 2018.

Figura 54: Croqui da peça de encaixe duplo.



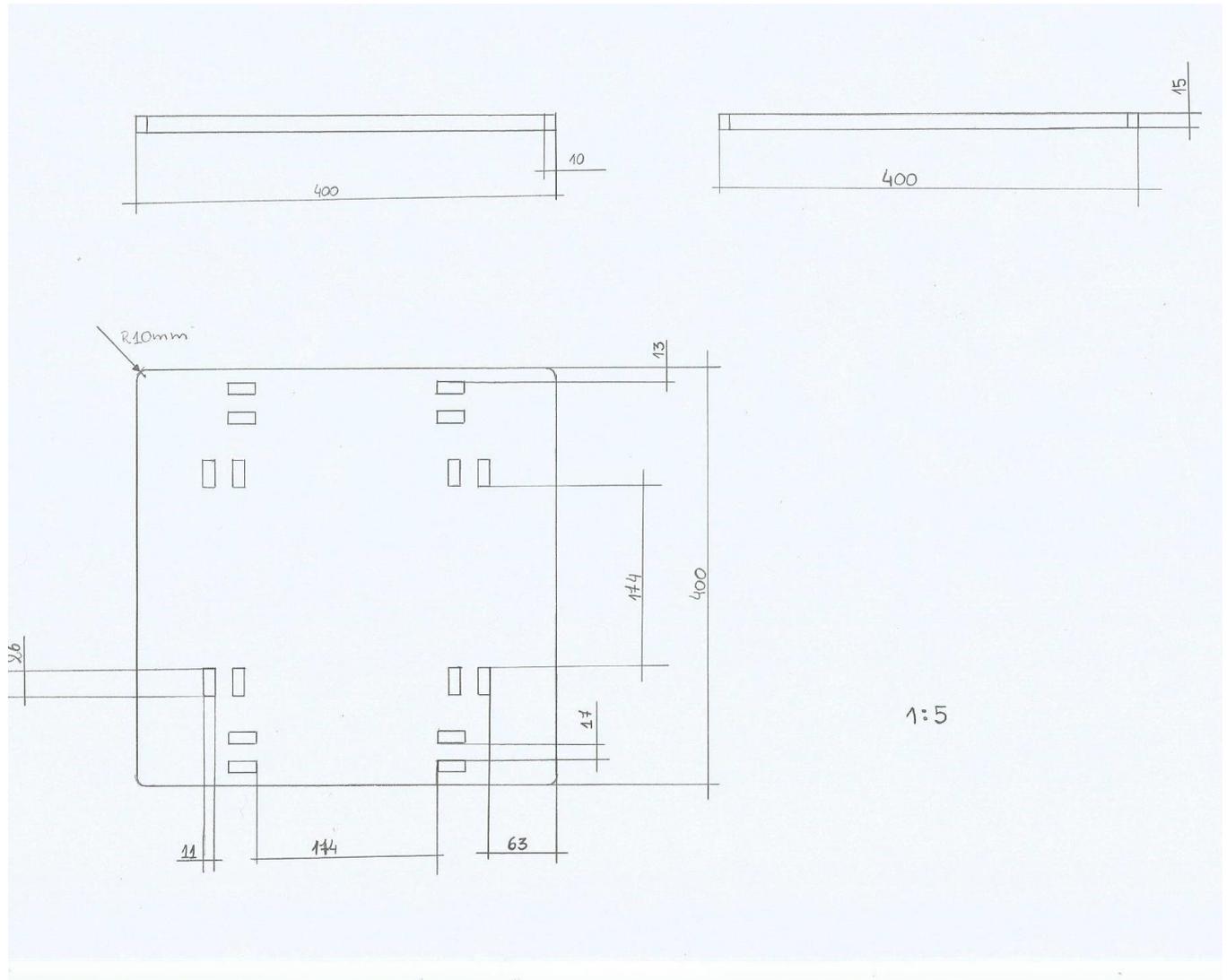
Fonte: coleção da autora, 2018.

Figura 55: Croqui da peça de encaixe único.



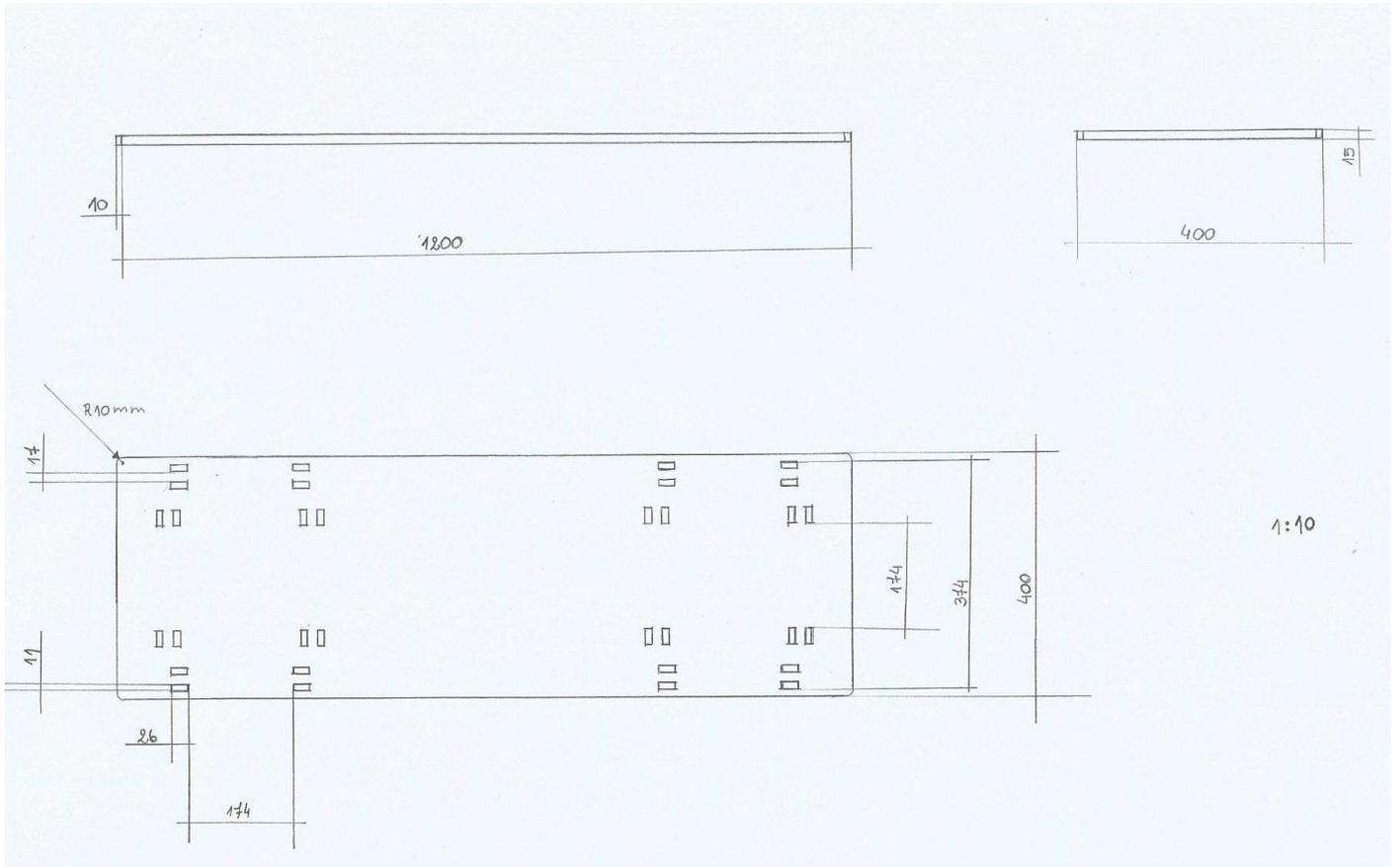
Fonte: coleção da autora, 2018.

Figura 56: Assento para banco individual.



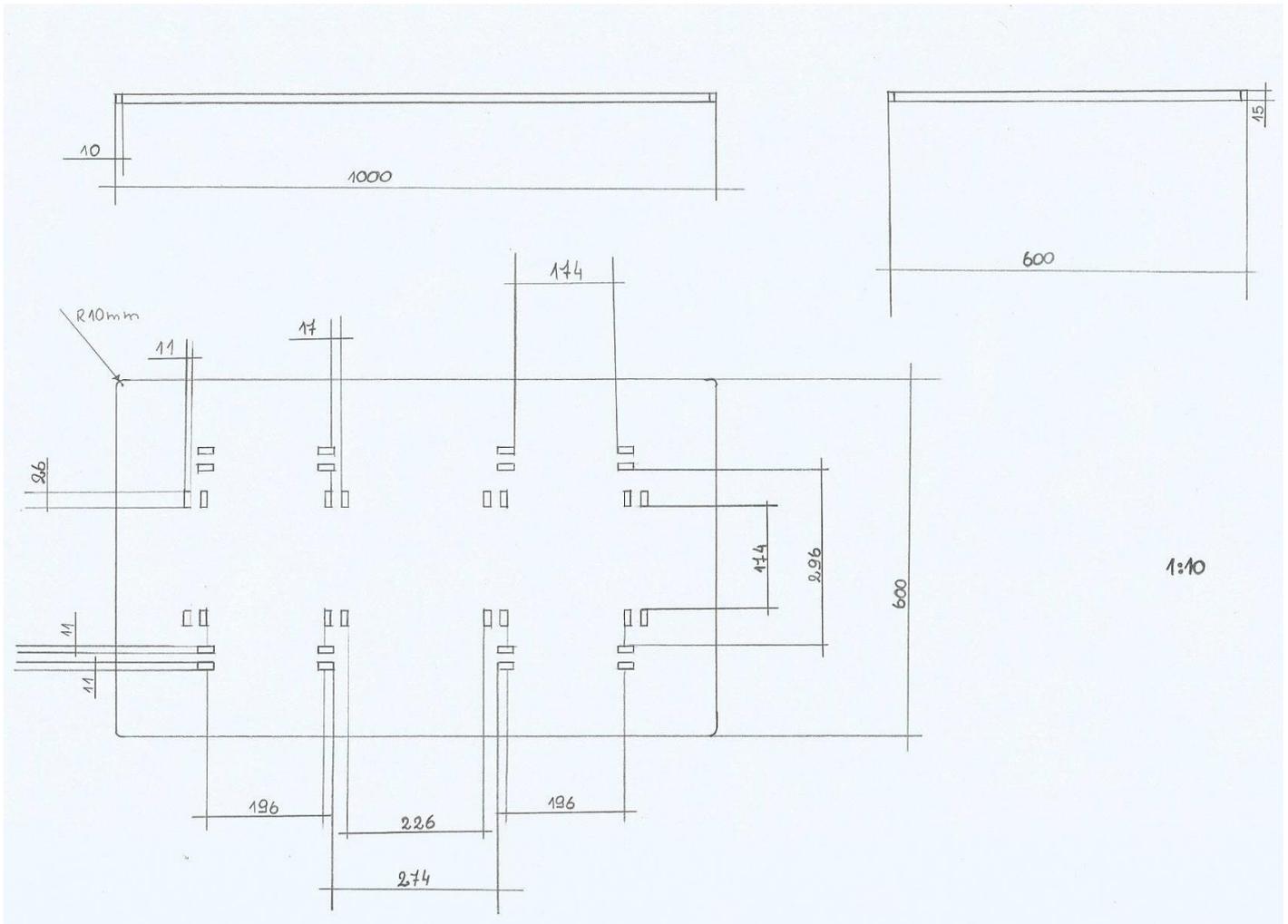
Fonte: coleção da autora, 2018.

Figura 57: Assento para banco coletivo.



Fonte: coleção da autora, 2018.

Figura 58: Tampo para mesa de centro.



Fonte: coleção da autora, 2018.

Para a realização das gerações e dos dimensionamentos, levaram-se em consideração todas as informações recolhidas na fase de análises e as medidas indicadas pelo referencial teórico.

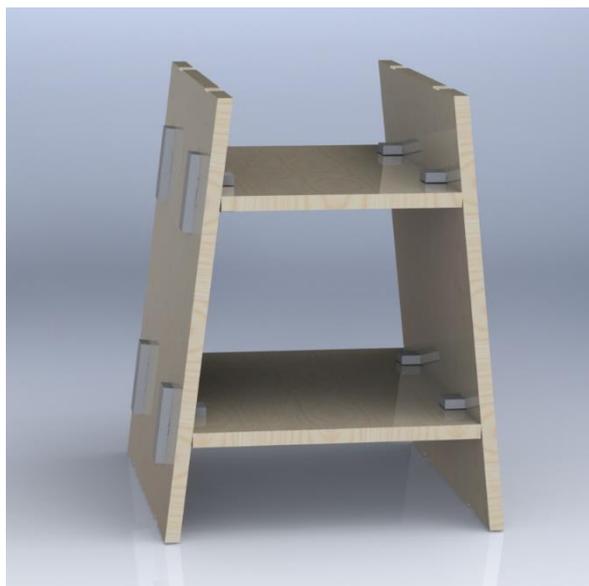
4.4 REALIZAÇÃO DA SOLUÇÃO DO PROBLEMA

A partir da avaliação das alternativas, foi possível estabelecer as características que melhor cumprem aos requisitos do projeto para a realização da estrutura modular proposta,

tanto nos materiais que foram escolhidos quanto nas dimensões que foram configuradas. O Apêndice A do trabalho em questão conta com todos os desenhos técnicos, os quais apresentam as dimensões e especificações referentes aos materiais e as formas dos componentes desenvolvidos.

Com base nas definições foram realizados *renders* das diferentes montagens que podem ser configuradas com a estrutura modular e seus componentes, com o acréscimo do grampo lateral, utilizado para unir as laterais e prateleiras. O módulo básico (Figura 59), que é utilizado para todas as outras montagens, compõe-se por duas laterais, uma prateleira pequena, uma prateleira grande e oito grampos de encaixe entre a lateral e as prateleiras. A montagem do banco individual e banco duplo (Figuras 60 e 61), da mesa de centro (figura 62) e da estante tripla (Figura 63), apresentam-se na sequência.

Figura 59: render digital do módulo básico montado com grampos brancos.



Fonte: Coleção da Autora, 2018.

Figura 60: *render* digital banco individual com grampos pretos.



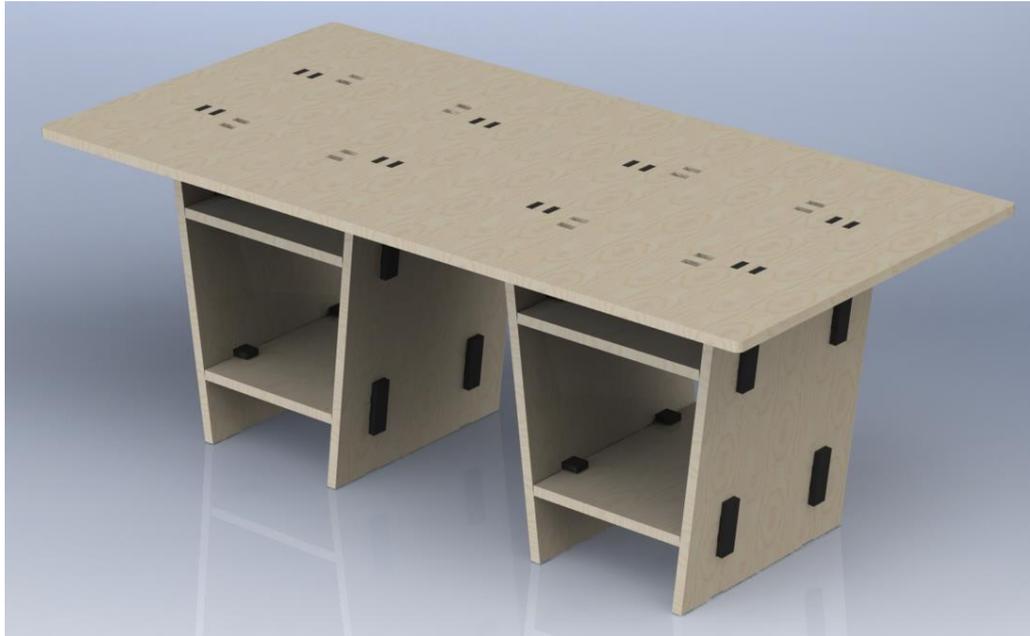
Fonte: coleção da autora, 2018.

Figura 61: *render* digital banco duplo com grampos marrons, fixados com pressão.



Fonte: coleção da autora, 2018.

Figura 62: *render* digital mesa de centro com grampos pretos.



Fonte: coleção da autora, 2018.

Figura 63: *render* digital estante tripla com grampos brancos.



Fonte: coleção da autora, 2018.

Ao finalizar esta etapa, foram realizados alguns registros do desenvolvimento do modelo físico, em escala 1:2, para demonstrar as fases da confecção da estrutura modular. Após

desenvolver a modelagem virtual das peças no *software* SolidWorks, os arquivos foram ajustados para a realização do corte a *laser* (Figura 64) do compensado multilaminado e do MDF, que foi utilizado na confecção dos grampos de encaixe no modelo físico para representar a forma, pois não foi possível realizar o *mocape* em polímero.

Figura 64: grampos de encaixe feitos de MDF passando pelo corte a *laser*.



Fonte: coleção da autora, 2018.

Depois de cortadas, as peças foram lixadas (Figura 65) e o acabamento foi realizado com verniz selador (Figura 66) para finalizar houve mais uma sessão de lixamento manual.

Figura 65: peças cortadas e lixadas.



Fonte: coleção da autora, 2018.

Figura 66: Aplicação de verniz selador para acabamento final.



Fonte: coleção da autora, 2018.

Para o a pintura dos grampos de encaixe foi utilizada tinta *spray* branca, como exhibe a Figura 67, e preta.

Figura 67: pintura dos grampos do modelo físico, confeccionados em MDF.



Fonte: coleção da autora, 2018.

A Figura 68 e 69 apresentam a montagem do modelo físico em escala 1:2, do módulo básico com os grampos de união e o banco individual com o assento, componentes adicionais e montagem da estante.

Figura 68: montagem módulo básico.



Fonte: coleção da autora, 2018

Figura 69: montagem banco individual, estante dupla e componentes adicionais.



Fonte: coleção da autora, 2018.

Todas as peças desencaixam-se, permitindo a embalagem individual ou de conjunto, com economia de espaço, como mostra a Figura 70, que demonstra o volume das peças de um módulo básico desmontado com seus grampos.

Figura 70: módulo básico desmontado.



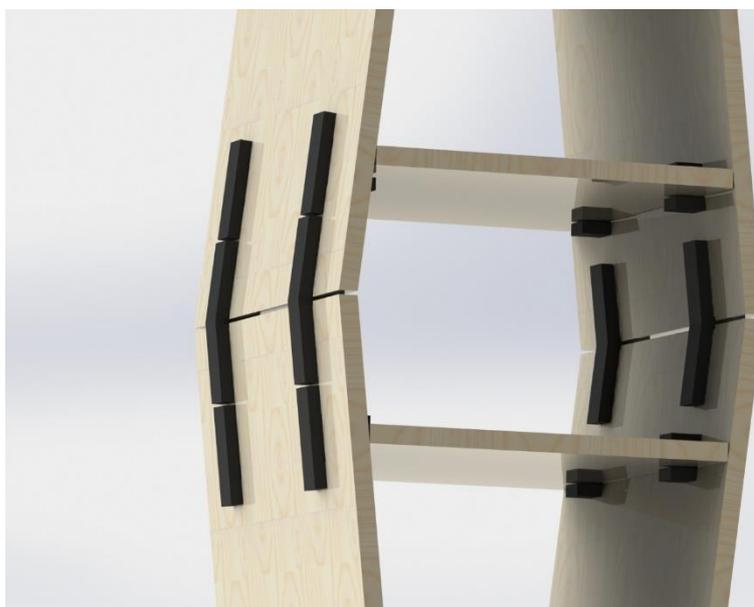
Fonte: coleção da autora, 2018.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com embasamento nas análises que foram realizadas nas informações coletadas no desenvolvimento do projeto, observou-se que os ambientes residenciais, muitas vezes, necessitam de versatilidade para compensar a falta de espaço. Como solução para o problema identificado, foi realizado o projeto de uma estrutura modular que possibilita a montagem de mesa de centro, banco, individual e duplo, e estante, contemplando a modularidade.

Três grampos de encaixe foram projetados em polipropileno (PP), com linhas retas e espessura de 10 mm, conferindo segurança às montagens e integrando-se esteticamente às montagens por possuir opções com cores neutras (preto, branco e marrom) e linhas retas como as demais peças, conforme mostra a Figura 71.

Figura 71: detalhe do encaixe dos grampos no módulo.



Fonte: coleção da autora, 2018.

As peças estruturais e componentes adicionais (laterais, prateleiras, tampo e assentos) foram desenvolvidos em compensado multilaminado cru de 15 mm, que proporciona, além da resistência, uma aparência despojada e neutra, como mostram as Figuras 72 e 73, de espaços com as composições ambientadas

Figura 72: Espaço com banco, mesa de centro e estante montados.



Fonte: coleção da autora, 2018.

Figura 73: Espaço com banco individual e duplo.



Fonte: coleção da autora, 2018.

A estrutura modular foi desenvolvida levando em consideração os conceitos de design, ergonomia, modularidade, encaixes e sustentabilidade que foram identificados durante a coleta de informações no referencial teórico.

6 CONCLUSÃO

No projeto em questão, buscou-se desenvolver uma estrutura modular que tivesse fácil montagem e desmontagem e que se integrasse esteticamente em diversos ambientes residenciais. O público-alvo compõe-se por pessoas que buscam agilidade e necessitam de itens de mobiliário com variadas funções, principalmente as que possuem espaço restrito.

Nas pesquisas realizadas no decorrer do projeto observaram-se algumas estruturas modulares já projetadas, porém muitas delas não tem acesso disponível ao consumidor, por necessitarem de processos de produção sofisticados. A partir disso, buscou-se desenvolver uma estrutura modular com o menor número de materiais possível, com o mínimo de peças e que pudesse ser produzida por meio de processos de produção já comuns na indústria.

As maiores dificuldades encontradas no desenvolvimento do projeto foram identificar materiais acessíveis e, ao mesmo tempo, resistentes para as funções que as montagens da estrutura realizarão, e a forma das peças que possibilitam o encaixe sem nenhum componente de fixação externo.

Desse modo, após superar as dificuldades e identificar as melhores soluções, foi desenvolvido um produto que, além de possuir diversas funcionalidades e mobilidade estética, é acessível, pelos seus materiais e processos.

Acredita-se que os objetivos do projeto foram alcançados e o conhecimento adquirido no decorrer do projeto foi de grande importância para compreender melhor questões estruturais e funcionais relativas a mobiliário.

REFERÊNCIAS

ARCHDAILY. **Clássicos da Arquitetura:** Residência Rietveld Schroder Gerrit Rietveld. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/01-46426/classicos-da-arquitetura-residencia-rietveld-schroder-gerrit-rietveld>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

ATEC. **Eames Storage Units.** Disponível em: <<http://atec.com.br/produtos/eames-storage-units>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

BAXTER, Mike. **Projeto de Produto:** guia prático para o desenvolvimento de novos produtos. 2. ed. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 2000. 261 p.

BÜRDEK, Bernhard E. **Design:** história, teoria e prática do design de produtos. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

CASSINA. **LC Carsier Standard.** Disponível em: <<https://www.cassina.com/en/collection/cabinets/lc-casiers-standard>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

CHMARAROSINKE. **X-Module.** Disponível em: <<http://chmararosinke.com/x-module>>. Acesso em: 07 jun. 2017.

DIÁRIO DE PERNAMBUCO: **Lugar Certo.** Disponível em: <http://diariodepernambuco.lugarcerto.com.br/app/noticia/noticias/2016/05/05/interna_noticias,45795/pessoas-optam-em-morar-so.shtml> . Acesso em: 14 mar. 2017.

ECOPLAC: **Compensado Mult. Naval 2500x1600mm.** Disponível em: <<http://ecoplac.com/produto-composto/167>>. Acesso em: 08 jul 2018.

FAGGIANI, Kátia, **O Poder do Design:** da ostentação à emoção. Brasília: Thesaurus, 2006. 136 p.

GALVÃO. **Fundamentos de Ergonomia:** pegas e manejos. Disponível em: <http://www.exatas.ufpr.br/portal/deggraf_arabella/wp-content/uploads/sites/28/2016/03/Pegas-e-manejos.pdf> Acesso em: 16 abr. 2017.

HESKETT, John. **Design.** São Paulo: Ática, 2008.

IBGE. **7A12**. Disponível em: <<http://7a12.ibge.gov.br/vamos-conhecer-o-brasil/nosso-povo/nupcialidade-e-fecundidade.html>>. Acesso em: 14 mar. 2017.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo, SP: Edgard Blücher, c1990. 465 p.

LIMA, Marco Antonio Magalhães. **Introdução aos Materiais e Processos para Designers**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006. 225 p.

LÖBACH, B. **Design Industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: EDUSP, 2002.

MARVEL BUILDING. **Modular Furniture System 3d Printed Connectors Link**. Disponível em: <<http://www.marvelbuilding.com/modular-furniture-system-3d-printed-connectors-link.html>>. Acesso em: 07 jun. 2017.

MORAES, Dijon de. **Metaprojeto: o design do design**. São Paulo, SP: Blucher, 2010. 228 p.

M2L. **Harvey Probber: 1922-2003**. Disponível em: <<https://www.m2l.com/harvey-probber-collection-2/probber-blog/326-harvey-probber-1922-2003>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

NIEMEYER, Lucy. **Elementos de Semiótica Aplicados ao Design**. 3ª tiragem 2009. Rio de Janeiro: 2AB, 2009. 79 p. (Série Design)

NOIR VIF. **NV01**. Disponível em: <<http://www.noirvif.com/en/projects/NV01.php>>. Acesso em: 06 jun. 2017.

PANERO, Julius; ZELNIK, Martin. **Dimensionamento Humano para Espaços Interiores: um livro de consulta e referência para projetos**. 2ª reimpressão 2005. México: GG, 2002. 320 p.

PAPO DE HOMEM, **As Fantásticas Técnicas de Encaixe em Madeira Japonesas**. Disponível em: <<https://papodehomem.com.br/as-fantasticas-tecnicas-de-encaixe-em-madeira-japonesas/>>. Acesso em: 19 abr. 2017.

PEREIRA, Romeu Rodrigues. **Revista da Madeira: o design dos encaixes nos móveis de madeiras.** Edição N°131 - maio 2012. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1602&subject=M%F3veis%20&%20Tecnologia&title=O%20design%20dos%20encaixes%20nos%20m%F3veis%20de%20madeiras>. Acesso em: 16 abr. 2017.

PINE, B. J. **Personalizando Produtos e Serviços - customização maciça: a nova fronteira da competição dos negócios.** São Paulo: Makron Books, 1994.

PORTAL EDUCAÇÃO. **Gestalt : definição e as sete leis básicas.** Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/psicologia/gestalt-definicao-e-as-sete-leis-basicas/48836>>. Acesso em: 17 abr. 2017.

SCHNEIDERMAN, Deborah. **Furniture as Prefabricator.** 2012. Disponível em: <https://www.academia.edu/2953712/Furniture_as_Prefabricator?auto=download>. Acesso em: 08 jun. 2017.

TÉCNICAS DE MARCENARIA. **Encaixes em Madeira.** Disponível em: <<http://tecnicasdemarcenaria.blogspot.com.br/2011/07/encaixes-em-madeira.html>>. Acesso em: 19 abr. 2017.

TREEHUGGER. **Modos Tool Free Modular Furniture.** Disponível em: <<https://www.treehugger.com/modular-design/modos-tool-free-modular-furniture.html>>. Acesso em: 06 jun. 2017.

TUDO SOBRE PLÁSTICOS. **A Injetora de Plásticos.** Disponível em: <<http://www.tudosobreplasticos.com/processo/injecao.asp>> Acesso em: 08 jun. 2018.

TUVIE. **Modular Furniture Designe by Krisztian Griz.** Disponível em: <<http://www.tuvie.com/modular-furniture-design-by-krisztian-griz/>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

YANKO DESIGN. **Furniture Made To Grow.** Disponível em: <<http://www.yankodesign.com/2009/12/29/furniture-made-to-grow/>>. Acesso em: 07 jun. 2017.

APÊNDICE A – Desenhos Técnicos

APÊNDICE B – Manual de Montagem