

ORIGAMI COMO RECURSO DE DESIGN

Filosofia e soluções do origami como recurso para projeto de design.

Caio Fabrício Ramos Costa

Orientação

Prof^a Symone Jardim

SUMÁRIO

1	Introdução	5
1.1	Contextualização	5
1.2	Problemática	5
1.3	Objetivos do projeto	5
1.4	Justificativa	6
1.5	Processo de design	6
2	Origami	8
2.1	História	8
2.2	Tipos de origami	9
2.3	Tipos de dobra	11
2.4	Padrão de dobras	15
2.5	Bases	15
2.6	Inferências	16
3	Conceitos do design	17
3.1	Relação de unidade entre forma e contexto	17
3.2	Experiência do usuário	17
3.3	Usabilidade	18
3.4	Produto Mínimo Viável	18
4	Pesquisa de referências	19
4.1	Projetos similares	19
5	Método de origami em projeto de design	20
5.1	Modo de pensar	20
5.2	As dobras	20
5.3	Sustentação	21
5.4	Fluxograma	21
6	Aplicação do método	26
6.1	Geração de alternativas	26
6.2	Refino	29
6.3	Proposta Final	32
7	Conclusão	35
7.1	Lições aprendidas	35
7.2	Recomendações	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração do Senbazuru Orikata	8
Figura 2 – Software de simulação de origamis	9
Figura 3 – Origami <i>magic ball</i>	9
Figura 4 – Origami de ação	9
Figura 5 – Kusudama	10
Figura 6 – Golden Venture Folding	10
Figura 7 – Wet-folding	10
Figura 8 – Origami Tessellations	10
Figura 9 – Dobras em vale e montanhas	11
Figura 10 – Dobra reversa externa	12
Figura 11 – Dobra reversa interna	12
Figura 12 – Orelha de Coelho	12
Figura 13 – Dobra achatada	13
Figura 14 – Dobra em pétala	13
Figura 15 – Dobra em prega	13
Figura 16 – Dobra em friso	14
Figura 17 – Dobra em friso 1	14
Figura 18 – Dobra de afundo	14
Figura 19 – Padrão de dobra	15
Figura 20 – Pássaro de origami	15
Figura 21 – Padrão de dobras, bases clássicas e seus origamis resultantes	15
Figura 22 – Lâmpada dobrável	19
Figura 23 – Embalagem Ups	19
Figura 24 – Haiku Desk	19
Figura 25 – Cadeira dobrável	19
Figura 26 – Banco portátil	19
Figura 27 – Fluxograma do método	22
Figura 28 – Etapa de Análise	23
Figura 29 – Etapa do Origami	23
Figura 30 – Etapa de Adaptação	24
Figura 31 – Pré dobras	26
Figura 32 – Padrão de dobras - banco1	27
Figura 33 – Modelo - banco1 aberto	27

Figura 34 – Modelo - banco1 fechado	27
Figura 35 – Padrão de dobras - mesa	28
Figura 36 – Modelo - mesa	28
Figura 37 – Modelo - mesa	28
Figura 38 – Esquema Banco1	29
Figura 39 – Esquema Banco2	29
Figura 40 – modelo - Banco2	29
Figura 41 – modelo fechado - Banco2	29
Figura 42 – Padrão de dobra - Banco2	30
Figura 43 – Modelo em paraná	30
Figura 44 – Modelo em paraná fechado	30
Figura 45 – Modelagem digital	31
Figura 46 – Modelagem digital fechado	31
Figura 47 – Modelagem digita - Proposta final	32
Figura 48 – Modelagem digital fechada - Proposta Final	32
Figura 49 – Modelo em escala	33
Figura 50 – dobradiças utilizadas	34
Figura 51 – dobradiça em uso	34
Figura 52 – Dobradiça invisível	34

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

O origami é uma arte centenária aperfeiçoada pelos japoneses que pode ser resumida a uma manipulação de planos que torna simples superfícies em esculturas tridimensionais obedecendo a uma lógica de criação e execução.

Esta lógica e o paralelo traçado entre ela e o método do design foi o que gerou as demandas e limitações para este projeto e por este motivo, o origami foi considerado o contexto do projeto.

1.2 Problemática

Muitos novos objetos são feitos todo ano, mas qual a relevância de fazer, por exemplo, mais uma estante? Qual o grande problema este novo móvel vai resolver que nenhum dos seus antecessores não o fez? Que diferença este novo projeto fará?

Com isso em mente, este projeto toma um passo para trás e pretende refletir “como projetar” em detrimento do “que projetar”. Utilizando o origami como o ponto de partida, a pretensão é achar uma nova maneira de projetar, tornando a técnica de criação e de montagem de um origami viável em um projeto de design.

1.3 Objetivos do projeto

1.3.1 Objetivo Geral

Criar um método experimental para desenvolvimento de objetos com a utilização do origami como base para a criação e estruturação formal

1.3.2 Objetivos específicos

1. Manter uma relação estrutural formal com origamis;
2. Utilizar materiais que possibilitem a utilização da técnica do origami;
3. Aplicar o modo de pensar origamis no desenvolvimento do produto;

4. Garantir a replicabilidade da adaptação da técnica do origami aplicada no projeto;

1.4 Justificativa

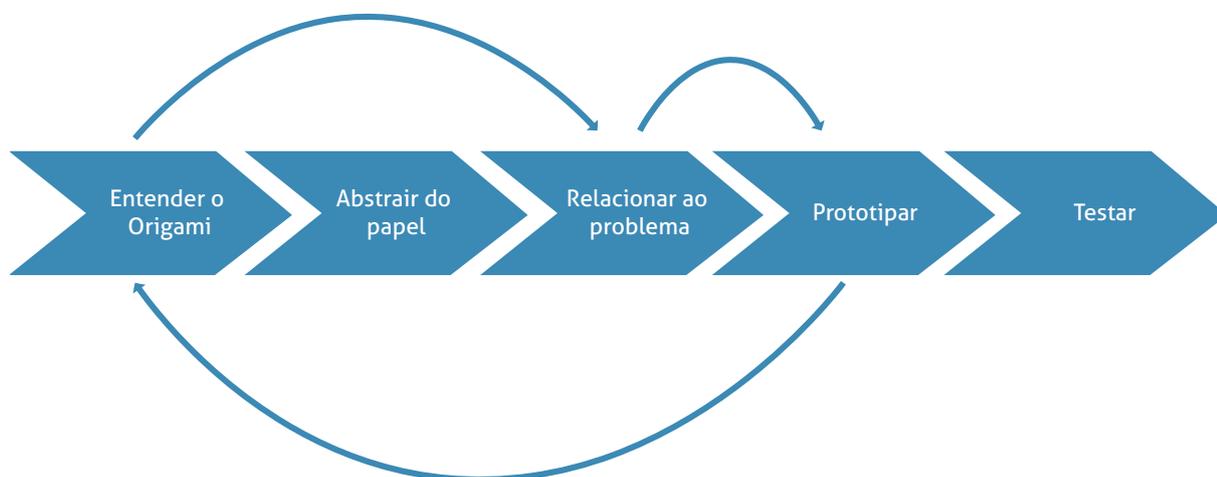
A motivação inicial deste projeto é usar o origami como base para um projeto de design. Pesquisando sobre esta técnica percebeu-se o seu potencial em otimizar a utilização do espaço de um objeto por meio das dobras.

Atualmente no mercado existem alguns móveis que utilizam a estética do origami, outros usam dobras como um mecanismo para articular suas partes, mas é raro ver móveis que tenham utilizado a técnica do origami em seu processo de criação e que realmente utilizam as dobras como um meio de possibilitar um melhor aproveitamento do ambiente.

A intenção deste projeto é utilizar a manipulação de planos, inerente do origami, bem como o método de criação deste em um projeto de design, podendo potencializar o uso de espaço que um objeto do cotidiano ocupa em diferentes momentos, como em seu transporte, armazenamento em tempo ocioso ou estocagem.

1.5 Processo de design

O ponto central deste projeto é utilizar os insumos que o origami pode oferecer. Levando isso em consideração, o método utilizado girou em torno de extrair as vantagens e limitações do origami, analisar maneiras de transpor a barreira do papel, e então aplicá-las em outros contextos para buscar soluções para o problema proposto.



A cada dificuldade o ciclo se renova, logo houve uma constante consulta a como as dobras do origami manipulam o plano inicial do papel e como transpor isso para outros materiais e situações.

2 ORIGAMI

2.1 História

A origem exata do Origami é uma questão de discussão entre historiadores da área, a dúvida existe pois o papel é invenção chinesa datada do século I depois de Cristo e apenas levado ao Japão por monges budistas no século VI, e persiste principalmente por não existirem documentos escritos que provem os fatos ocorridos. Independente de sua origem, não restam dúvidas que o país que mais aperfeiçoou a arte do origami foi o Japão.

Tradicionalmente, os japoneses passavam os ensinamentos sobre origami de mãe para filha, e por isso, apenas os modelos mais simples desta época se mantiveram. Apenas em 1797, doze séculos após a chegada do papel no Japão, é que foi publicado o primeiro livro sobre o assunto, o *Senbazuru Oriakata* (Dobradura de Mil Grous).



Figura 1 – Ilustração do *Senbazuru Oriakata*

Apesar de se tratar de uma arte centenária, foi apenas no início dos anos 1950 que o origami realmente começou a se desenvolver até o ponto no qual se encontra atualmente. Antes disso, segundo Robert Lang (2003), todos os diferentes modelos existentes no mundo podiam ser catalogados em uma única folha de papel digitado. Ele atribui isso à uma barreira prática, as regras tradicionais do origami: “apenas uma folha de papel, sem cortes”. A princípio elas aparentam apenas possibilitar a conquista de apenas formas simples, mas ao longo do anos, centenas de modelos de origamis foram criados através da tentativa e erro, apesar de ainda apresentarem formas bastante estilizadas.

A complexidade e o realismo vieram apenas depois de métodos especializados para a criação de origamis. Desde os anos 50, *softwares* que calculam as dobras possíveis em um papel possibilitaram esta nova complexidade para a arte do origami. Isto gerou um novo contexto onde existem milhares de modelos projetados, mas um número relativamente pequeno de criadores.

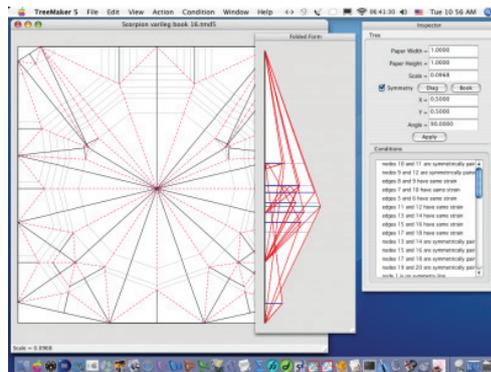


Figura 2 – Software de simulação de origamis

2.2 Tipos de origami

Por definição, origami é a arte de transformar um plano em uma escultura por meio de dobras, apesar do papel ser o suporte mais tradicional dessa arte, pode se fazer origami a partir de quase qualquer coisa capaz de manter uma dobra. Além da variação no material, existe também uma classificação dos modelos de acordo com a técnica utilizada e o resultado final do modelo. Os tipos de origami são:

2.2.1 Origami de ação

Origamis de ação são aqueles que, no resultado final, apresentam abas ou “membros” que podem ser movimentados. Alguns também consideram origamis de ação aqueles que podem voar ou ser inflados.

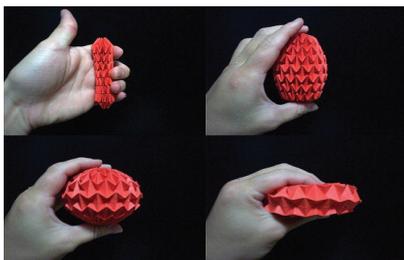


Figura 3 – Origami magic ball



Figura 4 – Origami de ação

2.2.2 Origami modular

Este estilo foge das regras tradicionais por se utilizar de mais de uma folha de papel. Nele várias peças idênticas são unidas para formar um modelo completo. Este estilo ainda tem subdivisões, as mais famosas são as kusudamas e os Golden Venture Folding.



Figura 5 – Kusudama



Figura 6 – Golden Venture Folding

2.2.3 Wet-folding

O *wet-folding* é uma técnica que consiste em umedecer o papel para possibilitar dobras com curvas mais suaves, geralmente utilizado para modelos de animais e plantas, a fim de obter um resultado mais natural.

2.2.4 Origami tessellations

É um tipo de origami que tem como objetivo criar padrões mais complexos a partir de dobras por torção e pregas.



Figura 7 – Wet-folding

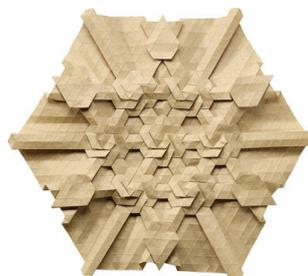


Figura 8 – Origami Tessellations

2.3 Tipos de dobra

Para chegar ao resultado final, diferentes tipos de dobra são necessários, cada qual com um objetivo específico que possibilita diferentes ações e novas formas para o papel. A seguir, serão listadas as diferentes dobras e o efeito causado por elas no suporte.

2.3.1 Dobra em montanha e dobra em vale

Esse par de dobras, na realidade, consiste na dobra simples do papel e se diferenciam pelo referencial adotado. A dobra em montanha, ao ser desdobrada, gera um vinco que se eleva em relação ao plano inicial, enquanto a dobra em vale cria um vinco que rebaixa em relação ao plano inicial. Elas são as dobras mais simples existentes e a combinação delas origina todas as outras, a ponto de alguns as considerarem como as únicas existentes.

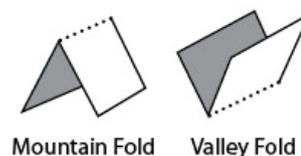


Figura 9 – Dobras em vale e montanhas

De maneira geral, elas são utilizadas para reduzir a área do plano criando um segundo plano passível de ser dobrado, sendo que os dois se mantêm conectados por uma aresta; outra consequência desta operação é a redução de extremidades livres do papel por uma, ou seja, se no plano inicial possui quatro extremidades livres, ao realizar uma dobra em montanha ou vale, serão criados dois planos paralelos que se conectam por uma aresta e possuem outras três extremidades livres.

2.3.2 Dobra reversa (interna e externa)

A dobra reversa é normalmente utilizada para trocar a direção de uma dobra preexistente; quando a camada superior se dobra em montanha e a inferior em vale, o resultado é uma aba que se aponta na direção oposta a dobra original, formando uma

dobra reversa interna (figura 11), a mais comum entre as duas. Porém, quando a dobra da camada superior é um vale e a da inferior uma montanha, o resultado aponta na direção da dobra inicial e é considerada como dobra reversa externa (figura 10).

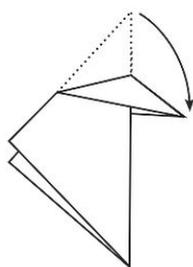


Figura 10 – Dobra reversa externa

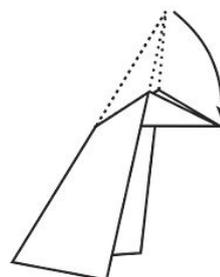


Figura 11 – Dobra reversa interna

2.3.3 Orelha de Coelho

A dobra orelha de coelho ganhou este nome pelo diagrama do origami do coelho e consiste em dobrar simultaneamente a bissetriz dos três ângulos de um triângulo qualquer. O resultado é criar uma aba perpendicular ao restante do papel enquanto as partes do triângulo original se alinham em uma camada do papel. Esta é uma dobra que permite uma tridimensionalidade ao modelo, abrindo possibilidade para futuras dobras na aba resultante.

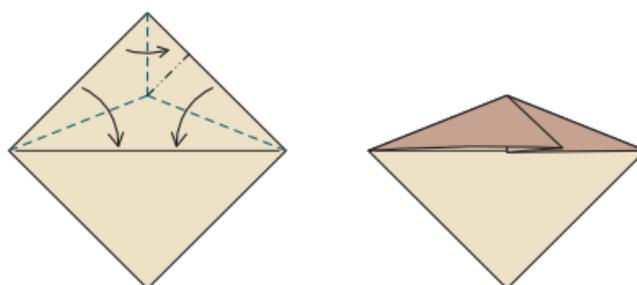


Figura 12 – Orelha de Coelho

2.3.4 Dobra achatada

A dobra achatada é possível uma vez que o suporte já possui uma dobra existente. Para realizá-la, deve-se abrir levemente o papel e pressionar a dobra anterior para que esta toque a camada inferior do papel gerando um plano de quatro arestas livres ortogonal ao plano inicial. Esta dobra permite a tridimensionalidade e abre um novo leque de dobras, uma vez que gera um plano de quatro arestas livres, ou seja, com mais possibilidades para dar sequência à escultura.

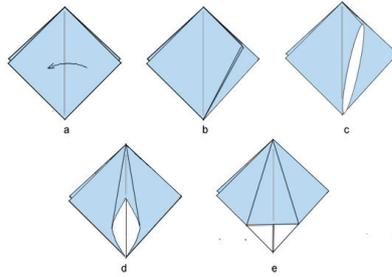


Figura 13 – Dobra achatada

2.3.5 Dobra em pétala

Esta é uma dobra bastante famosa é uma das dobras principais do *tsuru*. Ela tem este nome por ser comum em modelos de flores, e consiste em executar duas dobras achatadas lado a lado que partilham de uma mesma dobra em vale. O resultado é criar uma nova aba mais fina e mais alongada no papel.

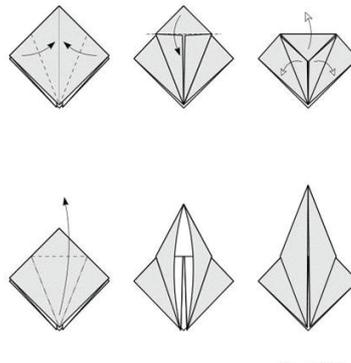


Figura 14 – Dobra em pétala

2.3.6 Dobra em prega

Esta dobra também é utilizada para modelar as abas de um modelo. A dobra em prega, acontece quando se combina uma dobra em montanha e outra em vale, fazendo um zigue zague no papel. O resultado gerado é a ocultação de um segmento de papel e a criação de uma prega naquela aba, portanto o nome.

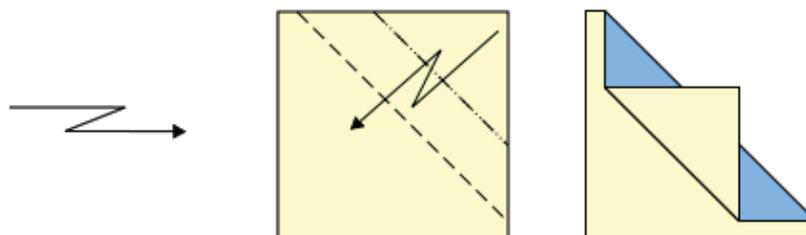


Figura 15 – Dobra em prega

2.3.7 Dobra em friso.

Assim como a dobra em prega, a dobra em friso consiste em uma combinação de uma dobra em montanha e outra em vale, a diferença básica entre elas é que, enquanto a dobra em prega ocorre em apenas uma aba do papel, a de friso necessariamente ocorre em duas camadas simultaneamente. Isso confere à dobra maior fixação e quando as dobras em montanha e vale não são paralelas, também permite uma mudança na direção que aquele segmento de papel vai tomar.

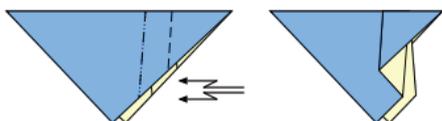


Figura 16 – Dobra em friso

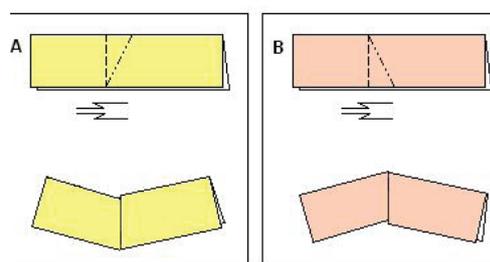


Figura 17 – Dobra em friso 1

2.3.8 Dobra de afundo

Diferente das outras dobras citadas, esta é a única que não utiliza nenhuma extremidade para ser feita, seja ela criada por outra dobra ou do próprio papel, isto torna a dobra de afundo uma das mais trabalhosas, pois sempre existirá uma camada do papel que não estará acessível para manuseio. Ela é feita a partir da inversão de uma quina formada no centro do papel e para realizá-la deve delimitar a área a ser afundada por dobras em montanha e então inverter todas as dobras na área delimitada pelas dobras em montanha, ou seja, tudo que era vale vira montanha e vice versa. O resultado desta dobra é a ocultação de partes indesejadas do papel para o modelo final.

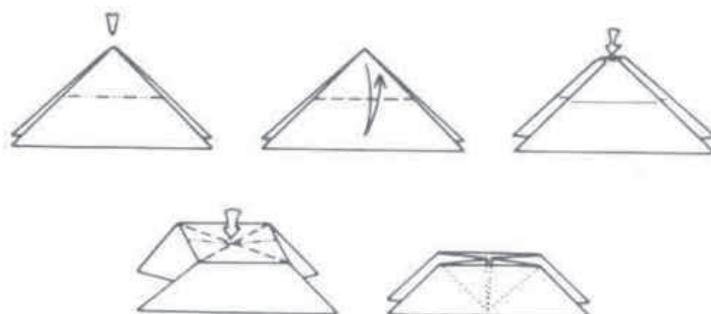


Figura 18 – Dobra de afundo

2.4 Padrão de dobras

O padrão de dobras é ilustração de todas as dobras utilizadas em um modelo e pode dar informações da estrutura do modelo, como qual foi a base utilizada e quais outras dobras foram feitas a partir dela. Ele também é uma bom guia para se analisar a quantidade de papel que uma dobra exige e como elas se sobrepõem no modelo final, de uma forma planificada.

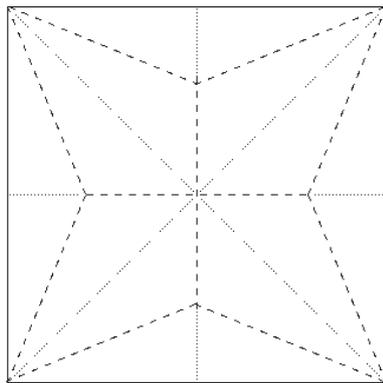


Figura 19 – Padrão de dobra

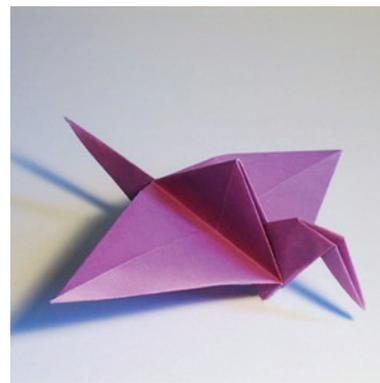


Figura 20 – Pássaro de origami

2.5 Bases

O processo de dobra de um origami pode ser separado em duas grandes partes, a dobra da base e a adição das dobras de detalhamento. A Base é a parte do origami que gera a sua estrutura geral e sempre envolve completamente o papel, enquanto os detalhamentos ocupam áreas menores do papel e não influenciam na estrutura base do modelo.

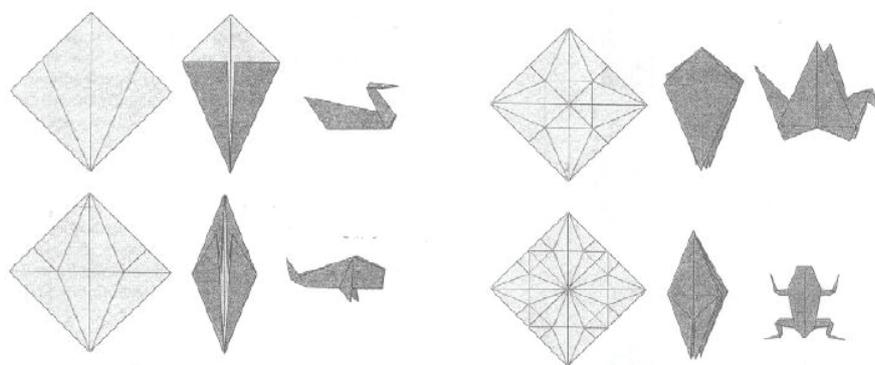


Figura 21 – Padrão de dobras, bases clássicas e seus origamis resultantes

2.6 Inferências

Desta seção da pesquisa pode-se concluir que as dobras em um origami e as diferentes combinações possíveis entre elas são o ponto chave para conferir a forma final de cada modelo. Além disso é importante visualizar cada dobra como uma ferramenta do processo de criação de um origami, para cada desafio existe uma combinação de dobras que pode ser feita para solucionar o problema.

3 CONCEITOS DO DESIGN

3.1 Relação de unidade entre forma e contexto

Com os conceitos abordados por Alexander (1970), entende-se que a forma é o maior produto do design e para obter uma clareza na forma projetada seria necessário traçar os antecedentes do problema de design que ela soluciona e então observar os padrões que nascem entre as soluções encontradas ao longo dos anos.

Além disso Alexander também defende que para projetar uma forma, não basta entender seus antecedentes, mas também o contexto que ela será inserida. Sendo o contexto uma parte do mundo a qual não se pode alterar, mas que gera demandas para a forma que se quer projetar.

Quando forma e contexto são colocados juntos, o contato não deve exigir esforço e os dois devem coexistir sem atritos. Garantir a boa relação entre essas duas entidades, em que uma se molda para atingir as demandas do outro é o desafio a ser conquistado pelo profissional do design.

3.2 Experiência do usuário

Utilizar a experiência do usuário como uma ferramenta de projeto é um recurso muito valioso, uma vez que a melhor maneira de saber se um produto é confortável no uso ou não, por exemplo, é considerar o ponto de vista de quem irá utilizar aquele objeto quando ele estiver pronto.

Não basta utilizar-se das medidas do humano médio e afirmar estar fazendo projeto pensando no usuário, deve-se refletir como a pessoa irá usar aquele objeto, o que a leva a utilizá-lo de uma maneira e não outra, o quão confortável é para a pessoa usar o objeto do modo proposto pelo designer, e principalmente, se esse modo proposto é óbvio para o usuário, de maneira que ele não precise criar seu próprio jeito de usar o objeto projetado.

3.3 Usabilidade

A usabilidade diz respeito à eficácia e eficiência no uso do objeto. Para avaliar um produto quanto sua usabilidade se deve considerar se o usuário foi eficaz no uso e o quão eficiente foi a atividade desempenhada.

Para poder avaliar a usabilidade de um produto é necessário fazer um teste com o usuário e dele retirar informações sobre a realização da tarefa proposta pelo objeto. Essas informações podem ser recolhidas pela observação de um avaliador ou então por meio de conversa com o usuário durante ou após o teste.

Vale lembrar que, para usar efetivamente esta ferramenta, é preciso que antes da avaliação acontecer sejam traçados quais parâmetros serão observados, para que os dados coletados sejam realmente relevantes ao projeto. É importante saber o quão rápido o usuário completou a tarefa, ou é mais importante que ele não tenha dúvidas durante o processo, talvez seja mais relevante monitorar quantas vezes ele precisou refazer um procedimento, ou ainda pedir para que ele narre seus pensamentos enquanto executa a tarefa. Todos estes pontos, quando observados, gerarão insumos para o projeto, mas é importante delimitar quais são os mais importantes em cada situação de projeto.

3.4 Produto Mínimo Viável

Para que os insumos da experiência do usuário e da usabilidade do produto sejam recolhidos, não é preciso que o produto esteja completamente definido, muitas vezes pode-se recorrer a um produto mínimo viável para testar partes específicas do projeto.

Este recurso consiste em criar protótipos que apresentem as características principais a serem testadas, de preferência nos estágios iniciais do projeto. Também é importante que estes produtos iniciais possam ser feitos com agilidade, pouco esforço e menor custo, para que eles realmente atinjam o objetivo de ser uma opção realista e viável de testar o projeto. Assim, as possíveis alterações podem ser feitas no decorrer do projeto e não após sua finalização, poupando muito retrabalho e gastos de refazer completamente um produto.

4 PESQUISA DE REFERÊNCIAS

4.1 Projetos similares

A pesquisa de referências foi feita para buscar como outros projetos utilizaram elementos da técnica do origami. O foco desta pesquisa era observar como foi resolvida a interação entre o material utilizado e a utilização das dobras do origami. Foi observado também articulação do objeto e se as dobras feitas eram reversíveis ou não e como isso afeta na aparência e uso do objeto.

Com a pesquisa feita, observou-se que, salvo produtos que não necessitam suportar carga (imagens 22 e 23), as dobras feitas são predominantemente simples e localizadas em pontos que não deveriam receber carga (imagem 24), caso contrário a sustentação do objeto fica comprometida. Em casos onde as dobras se localizam em pontos de carga, elas são sustentadas por outros elementos (imagens 25 e 26).



Figura 22 – Lâmpada dobrável



Figura 23 – Embalagem Ups



Figura 24 – Haiku Desk



Figura 25 – Cadeira dobrável



Figura 26 – Banco portátil

5 MÉTODO DE ORIGAMI EM PROJETO DE DESIGN

5.1 Modo de pensar

Naturalmente influenciado pela cultura oriental, o origami exige certa disciplina e precisão ao se seguir os passos de um modelo, a ordem dos passos é muito importante assim como a necessidade de executá-los perfeitamente. Isto por que cada dobra executada no papel dará a base para se fazer a próxima, logo se um pequeno erro é cometido nas dobras iniciais ela irá persistir até o fim da execução do modelo, por vezes se amplificando a cada passo dado.

Por outro lado, projetar um origami exige um modelo mental diferente e, surpreendentemente parecido com o projetar do designer. Quando se decide criar um origami uma série de perguntas devem ser respondidas: o que será representado? O quão fiel será o modelo? Ele será mais estilizado ou naturalista? Em comparação com um projeto de design, essas perguntas serão norteadoras para a geração do contexto do projeto, e a partir da resposta delas, irão surgir as delimitações do origami a ser produzido, as demandas do contexto sobre a forma.

Ao responder estas perguntas, o projetista começa a definir como o resultado final do modelo será e então utilizará as dobras para modelar o papel à sua vontade. Outra similaridade do origami com o design é que não existe uma única maneira de se resolver um problema, o mesmo resultado pode ser obtido por uma sequência diferente de passos e a definição desta sequência vem da decisão do projetista, levando em consideração o contexto de cada questão.

5.2 As dobras

As dobras devem ser encaradas como as ferramentas do projeto, cada uma tem sua funcionalidade e pode resolver uma gama de diferentes problemas. Mas isso não quer dizer, necessariamente, que se deve utilizar todas elas em um modelo.

Vale lembrar que para criar um bom origami cada dobra deve contar para o resultado final, um modelo eficiente utiliza completamente o papel para o resultado final, excesso de camadas é uma marca de modelos ineficientes e os torna mais instáveis. As

dobras de um modelo eficiente usam o máximo possível do papel e por isso geram menos camadas sobrepostas, por consequência, o modelo final também é o maior possível considerando o tamanho original do papel.

Outro ponto a ser ressaltado é a espessura dos materiais. No papel esta dimensão é desprezível e por isso uma grande variedade de dobras é possível. Entretanto em objetos feitos de outros materiais esta dimensão cria limitações para a quantidade e amplitude das dobras utilizadas.

Em diagramas e padrões de dobras, o sentido do movimento do papel é indicado por uma diferença no peso das linhas demonstradas. Em objetos tridimensionais, este recurso não está disponível, logo, do ponto de vista da usabilidade do objeto, o posicionamento de dobradiças em dobras articuladas é importante pois elas podem servir como um direcionamento do movimento que será executado.

5.3 Sustentação

O que faz um modelo de origami se sustentar são as dobras da base que dão sua forma, por isso mais uma vez a eficiência das dobras é importante. Durante o processo de criação de um origami, a escolha da base utilizada é extremamente importante pois ela é quem ditará como a estrutura do origami será. A partir dessa base, as dobras seguintes servirão para adicionar detalhes e funcionalidades, mas não têm tanto efeito quanto a estrutura central do origami em questão.

Existem várias bases e a escolha de qual utilizar afeta diretamente em quais dobras de detalhamento podem ser feitas a partir delas e como cada uma vai interagir com as outras. A base irá determinar quantas abas serão criadas, qual o tamanho final do modelo e quanto de papel fica disponível para as dobras de detalhamento. Em outras palavras, elas são o contexto em que as outras dobras existem e geram as limitações do modelo. Nos anexos deste relatório estão as bases mais comuns do origami.

5.4 Fluxograma

Para ilustrar o caminho tomado ao adaptar as técnicas foi criado o fluxograma a seguir:

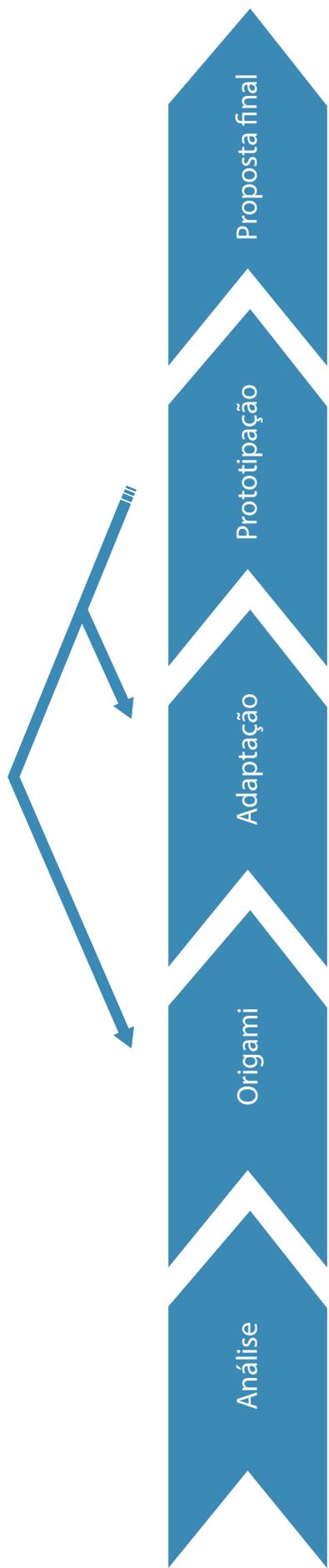


Figura 27 – Fluxograma do método

5.4.1 Análise

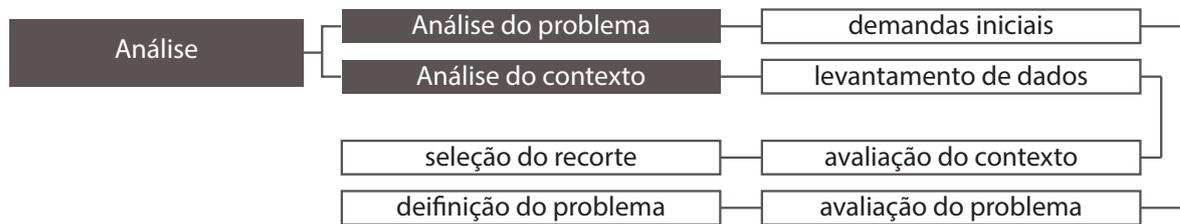


Figura 28 – Etapa de Análise

Esta etapa do projeto é dividida em duas partes: a análise do problema e a análise do contexto. As duas parte devem ocorrer simultaneamente, uma vez que uma complementa a outra.

A partir do levantamento de dados sobre o contexto, são retiradas as demandas iniciais do problema, deste ponto, começa a avaliação e priorização das demandas que podem ser contempladas pelo projeto e então comparar isto com as partes do contexto que irão influenciar ou não o projeto.

Após esta etapa do projeto espera-se ter um recorte bem definido do contexto e também um problema a ser resolvido neste contexto selecionado.

5.4.2 Origami

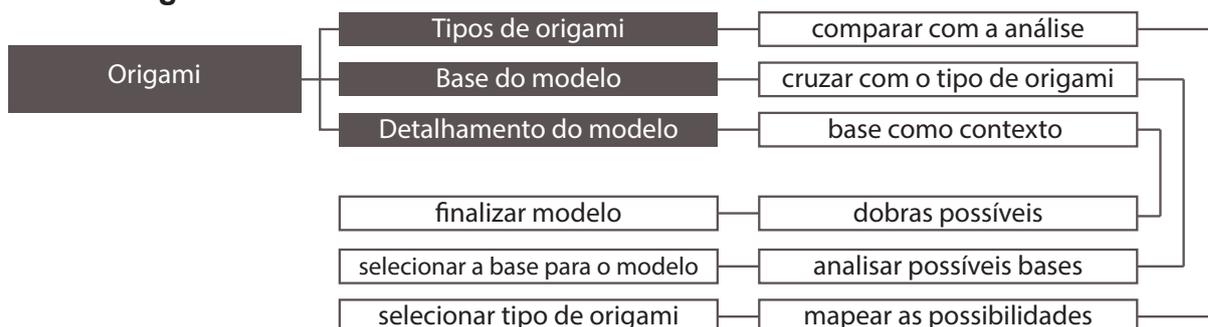


Figura 29 – Etapa do Origami

Neste momento do projeto o origami, em sua forma tradicional, é utilizado como meio para propor soluções ao problema encontrado na etapa anterior, levando em conta as delimitações do contexto.

As sub-etapas são dependentes umas das outras e apesar de seguirem uma ordem – definição do tipo, definição da base e depois detalhamento do origami – sua sucessão é rápida. Esta etapa do projeto tem uma certa fluidez entre suas partes, uma vez escolhido um tipo de origami a base é escolhida logo em seguida e dela os detalhes também. Apesar deste últimos estarem sujeitos a refeitura, este processo não depende uma grande quantidade de tempo.

5.4.3 Adaptação

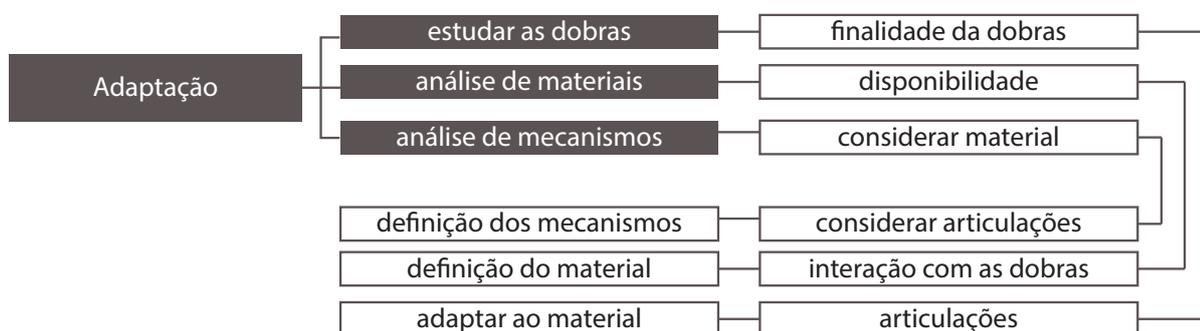


Figura 30 – Etapa de Adaptação

Esta é a etapa principal do projeto, é aqui onde o maior esforço cognitivo é aplicado. Adaptar o modelo do origami a materiais diferentes do papel é bastante desafiador e gera algumas limitações que são desprezíveis no papel.

O estudo das dobras deve ser o ponto inicial desta etapa, pois é com ele que se consegue entender qual a função de cada dobra no modelo criado, quais foram feitas para a sustentação, quais são articuladas e até quais podem ou não ser ignoradas na adaptação para outro material. Aqui é importante lembrar que uma das regras do origami, a de não cortar o papel, nem sempre poderá ser obedecida em outros materiais e por isso é preciso ter atenção para não se desvirtuar muito do modelo original utilizando esta incapacidade de dobra em certos materiais como prerrogativa.

Na análise de materiais, além de se levar em conta a finalidade do objeto, é necessário pensar em como o material irá interagir com as dobras do modelo original, quais delas poderão ser aplicadas a ele e em quais será necessário fazer um corte para então fixar novamente as partes. Junto com a análise do material, mecanismos auxiliares, como dobradiças, travas, vincos, etc., Devem ser levados em consideração. Mais

uma vez é imperativo que se tenham sempre o modelo inicial em mente para que a adição destes mecanismos auxiliares não descaracterizem o produto final do projeto.

5.4.4 Prototipação

Esta é uma etapa de testes e deve ser aplicada com frequência ao contrário de apenas no final do projeto. O importante de se lembrar é que cada teste deve ser capaz de por a prova efetivamente, em uma situação próxima à realidade, pelo menos uma parte do projeto, gastando o menor tempo possível, despendendo pouco esforço e recursos.

A prototipação, neste projeto, é extremamente importante, principalmente no momento de “exportar” o origami criado no papel para outro material por causa da mudança na relevância da espessura no resultado obtido. Caso o teste seja feito em escala, deve-se lembrar que os mecanismos usamos no teste também devem obedecer esta escala, caso contrário eles gerarão resultados destoantes da realidade.

Esta etapa deve ser repetida até que o produto resultante atinja completamente os requisitos e solucione o problema proposto no início do projeto. Neste momento a Proposta Final será atingida e o projeto finalizado.

6 APLICAÇÃO DO MÉTODO

Os conceitos abordados foram utilizados como base para criar um objeto seguindo o método desenvolvido com o intuito de testar a sua efetividade na prática.

6.1 Geração de alternativas

Para efetivamente utilizar o método proposto, a geração de alternativas partiu de uma folha de papel. Esta foi dobrada em 16 partes iguais horizontal e verticalmente vem como em ambas as diagonais, este procedimento se chama pré dobrar o papel, ou seja, fazer dobras que irão guiar as dobras do modelo, mas que não necessariamente farão parte do modelo.



Figura 31 – Pré dobras

Esta forma de pré dobra foi escolhida pois ela dá uma grande liberdade de criação e possibilita a maior parte de combinações de dobraduras. A partir dessa base, iniciou-se a geração de alternativas

6.1.1 Banco

Inicialmente foi pensado em um banco de três lugares dobrável, que se transforma em um banco individual. Para fazer isso, o papel foi dobrado de acordo com o padrão de dobra a seguir:

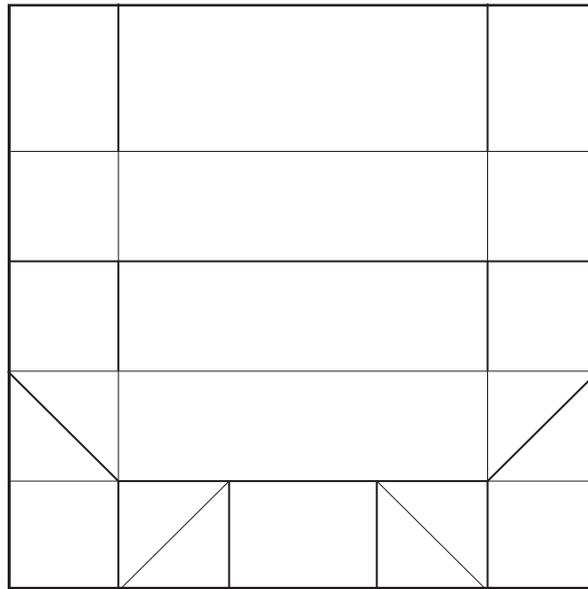


Figura 32 – Padrão de dobras - banco1

Onde as linhas de maior peso são dobras em montanha e as de menor peso, dobras em vale. As duas diagonais em montanha nas extremidades do papel em conjunto com a dobra em vale horizontal acima delas foram feitas para fazer a parte central se elevar, além de delimitar a parte posterior do banco. As duas dobras em vale horizontais abaixo das diagonais foram feitas para delimitar as paredes laterais do banco assim como as duas dobras em montanha verticais que compartilham um vértice com estas em vale. As diagonais em vale fazem o banco dobrar-se sobre si e o transforma em um banco de um lugar de espessura delimitada entre as duas dobras verticais em montanha no centro do papel. O modelo dobrado possui a aparência abaixo e o passo a passo de sua montagem se encontra nos anexos.



Figura 33 – Modelo - banco1 aberto



Figura 34 – Modelo - banco1 fechado

6.1.2 Mesa

Para o modelo da mesa, o ponto de partida foi um triângulo isósceles no qual foi dobrada a base do pássaro, como ilustrado no padrão de dobras abaixo:

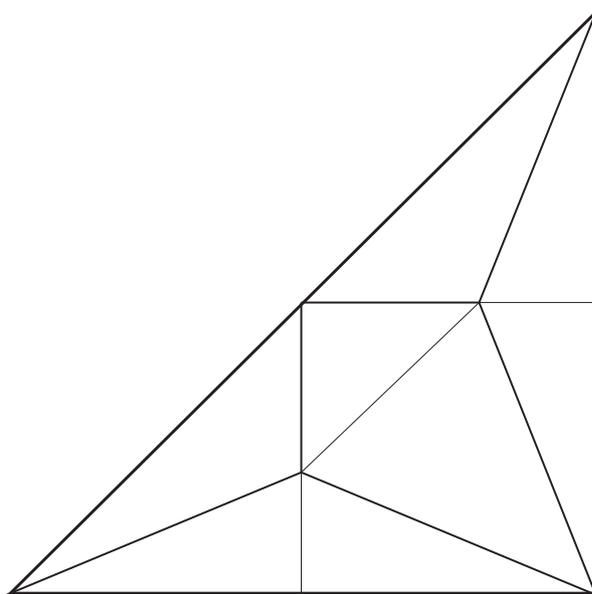


Figura 35 – Padrão de dobras - mesa

Os vértices adjacentes ao maior lado do triângulo são dobrados seguindo as dobras indicadas até encontrarem o vértice restante no canto inferior direito formando um quadrado, este representa a mesa em seu formato aberto. Para fechar a mesa, devem ser feitas as duas dobras em montanha que partem vértice do canto inferior direito, formando um quadrilátero delimitado por estas dobras e as outras duas em montanhas adjacentes a elas. O modelo dobrado tem o resultado ilustrado abaixo e o passo a passo de sua montagem se encontra nos anexos deste relatório.



Figura 36 – Modelo - mesa



Figura 37 – Modelo - mesa

6.2 Refino

Nesta etapa do projeto, optou-se por prosseguir apenas com a alternativa do banco, pois o modelo da mesa apresentou duas dobras que necessitavam de um ângulo de giro de 360° , o que impossibilitou sua adaptação para outros materiais.

No banco, foi necessário fazer uma alteração em sua estrutura, devido a falta de sustentação que o assento central possuía em sua posição aberta, isto comprometida a segurança do usuário e se mostrou um problema para a sustentação do modelo como um todo. Este problema foi resolvido remodelando o banco para dois lugares em sua posição aberta no lugar de três, sendo que um destes é completamente fixo e apoiado pelas “paredes” do móvel.

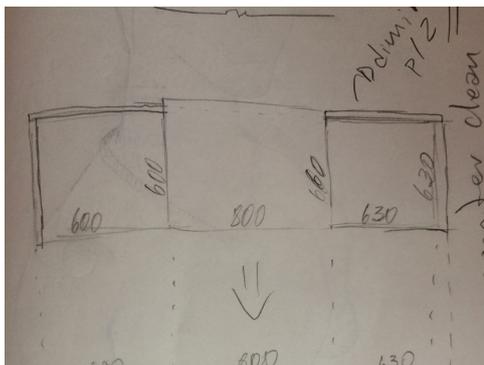


Figura 38 – Esquema Banco1

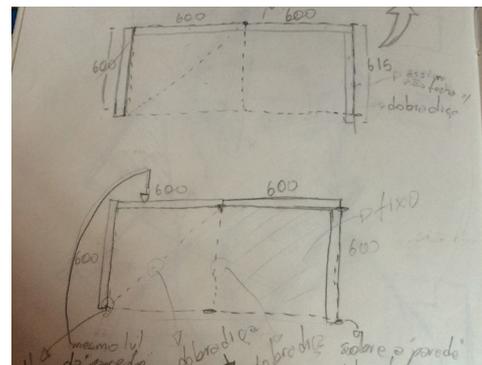


Figura 39 – Esquema Banco2

Com esta mudança, o padrão de dobras e o modelo em papel também foram atualizados para condizer com a nova realidade do projeto. O passo a passo de sua montagem se encontra nos anexos.



Figura 40 – Modelo - Banco2



Figura 41 – Modelo fechado - Banco2

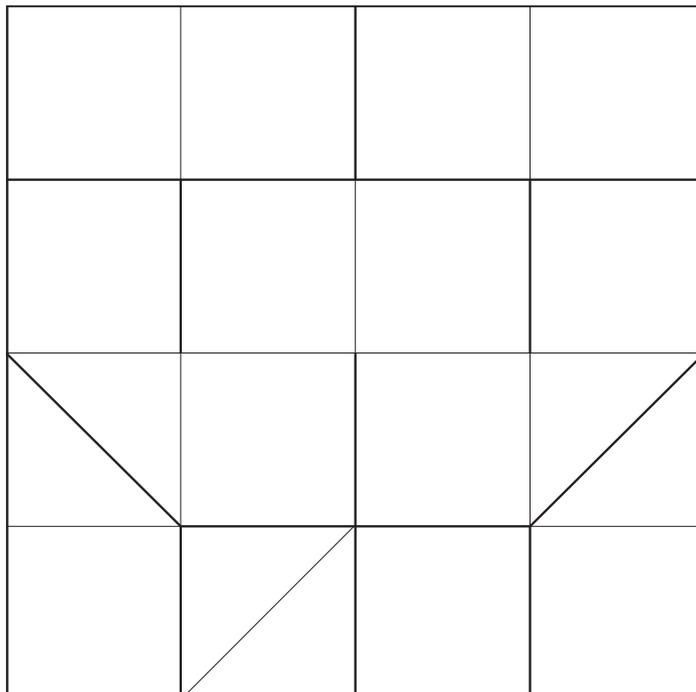


Figura 42 – Padrão de dobra - Banco2

6.2.1 Modelo em paraná

Para fosse avaliado se a espessura afetaria o móvel, foi confeccionado um modelo usando papelão paraná. A escala foi definida pela espessura do papelão (3 mm) e  de 1:5. Desta forma o modelo, quando aberto, apresenta as dimensões 240mmX125mmX120mm em largura, altura e profundidade, respectivamente, enquanto o móvel, em escala 1:1, apresentaria as dimensões 120cmX62,5cmX60cm. Quando está fechado, as dimensões do modelo são 120mmX125mmX120mm e o do móvel 60cmX62,5cmX60cm.



Figura 43 – Modelo em paraná



Figura 44 – Modelo em paraná fechado

Com este modelo foi possível observar que, ao fechar o banco, as espessuras de cada componente somadas impossibilitam o seu fechamento completo além da necessidade de mecanismos de fixação que garantam que o banco não se feche sozinho quando uma carga é aplicada sobre ele.

6.2.2 Modelagem digital

Paralelo à confecção do modelo em paraná, também foi feita uma modelagem digital e com ela uma possível solução para o problema das espessuras foi encontrada. Esta solução consistiu em posicionar a parte articulada do móvel em um nível inferior da parte fixa e também um deslocado lateralmente para que, quando fechado, todas as partes fiquem alinhadas perfeitamente.

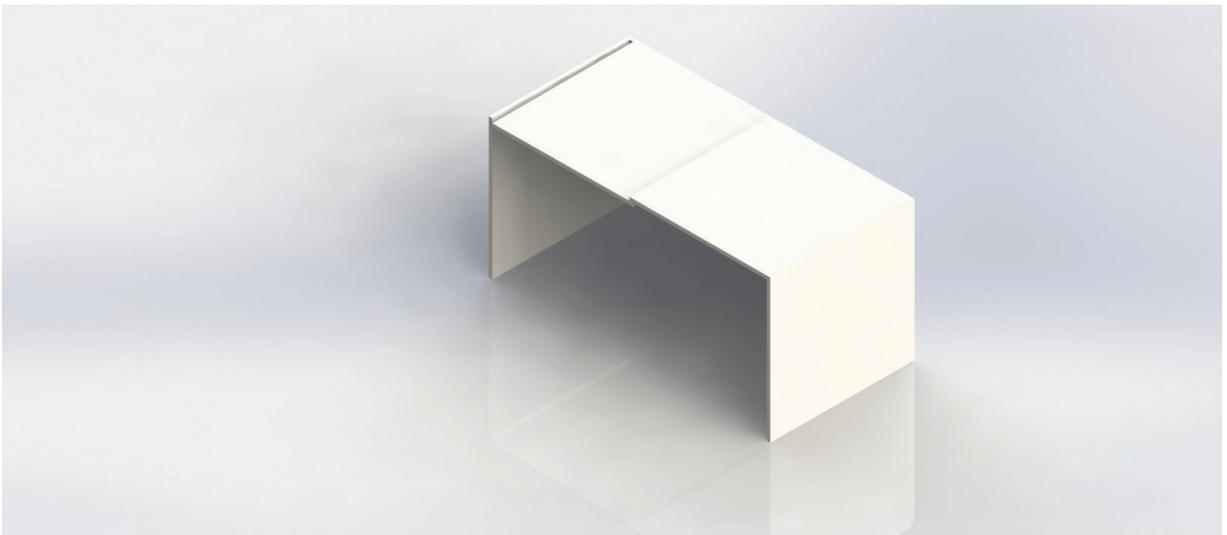


Figura 45 – Modelagem digital



Figura 46 – Modelagem digital fechado

6.3 Proposta Final

Apesar de resolver o problema do fechamento, a solução encontrada na modelagem digital comprometeu a sustentação da parte articulada do móvel. Desta forma foi necessário a adição de um apoio a ser fixado na extremidade da parte móvel. Este novo componente resolveu por completo o móvel e não afetou em seu fechamento.



Figura 47 – Modelagem digita - Proposta final

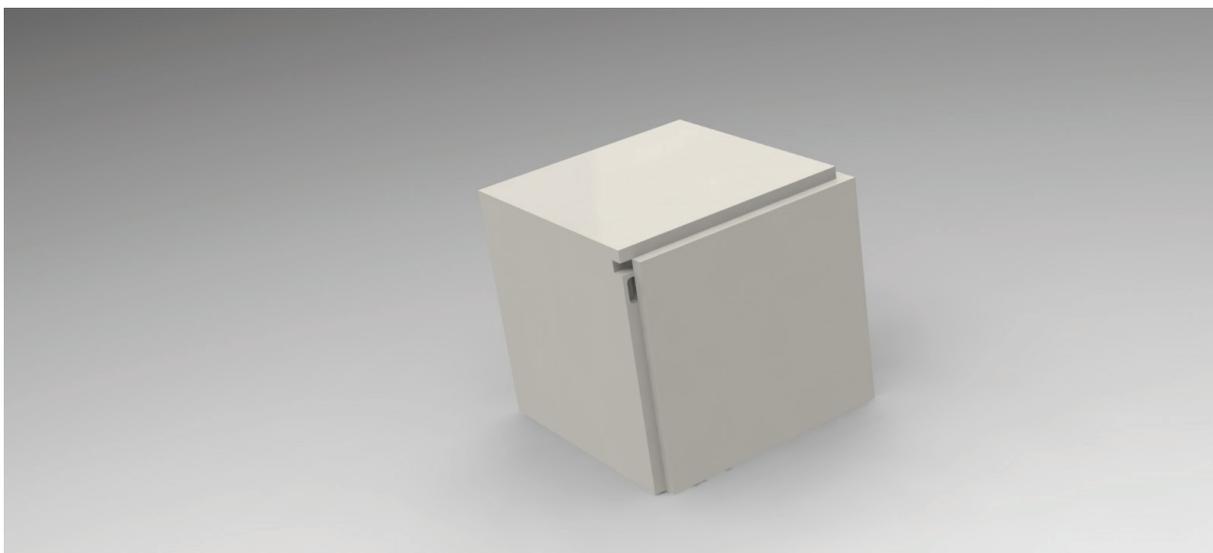


Figura 48 – Modelagem digital fechada - Proposta Final

Além disto, foi adicionado um corte no apoio da parte articulada para facilitar o manuseio, bem como indicar como é o uso do objeto.

6.3.1 Modelo em escala

Uma vez definida a proposta final, foi confeccionado um modelo em escala para a visualização do funcionamento do móvel como um todo, com os mecanismos previstos e espessura condizentes com o que seria o móvel original.



Figura 49 – Modelo em escala

Para a execução deste modelo, feito em escala de 1:2, foram utilizadas chapas de papelão paraná coladas umas às outras para formar cada componente do móvel. Cada um é composto de seis chapas de paraná, sendo duas como tampo e quatro como paredes, seguindo o esquema de montagem exemplificado no croqui presente nos anexos. Este sistema de montagem é um solução interessante e por ser possível de utilizá-lo em escala real usando madeiras de reaproveitamento no lugar das chapas de paraná.

Para as articulações, foram utilizadas dobradiças simples, como as exemplificadas na imagens 50 e 51, porém apesar de elas permitirem os movimentos básico necessários para a realização dos movimentos no produto, o espaço que elas ocuparam foi o suficiente para que o móvel não pudesse ser fechado com êxito e por isso dobradiças invisíveis (imagem 52) devem ser utilizadas no móvel final, uma vez que estas não ocupam nenhum espaço adicional e permitem o mesmo movimento que as utilizadas no modelo.

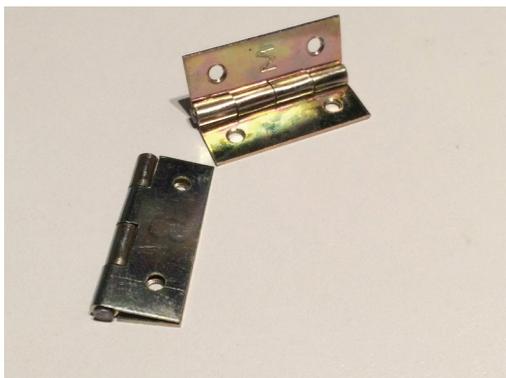


Figura 50 – Dobradiças utilizadas



Figura 51 – Dobradiça em uso

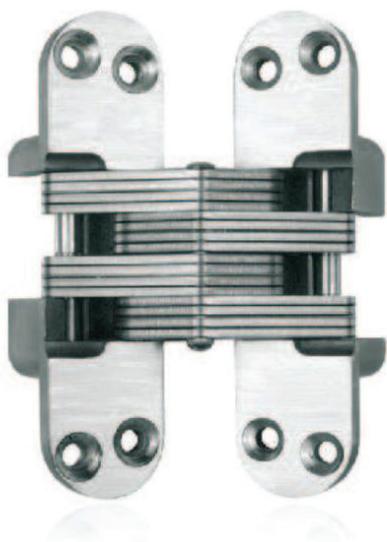


Figura 52 – Dobradiça invisível

7 CONCLUSÃO

7.1 Lições aprendidas

Este projeto foi um grande desafio, conseqüentemente, proporcionou muito aprendizado também. No que tange o origami, foi muito interessante poder descobrir como o processo de criar um modelo é muito parecido com o projetar do designer. Outro ponto foi estudar mais a fundo qual o efeito de cada dobra no papel e como isso muda o contexto para as dobras futuras, daí a importância que cada uma tem para o sucesso do resultado final.

O exercício de abstrair a filosofia e as técnicas do origami para outro contexto, no qual o material não é tão suscetível a dobras e possui uma escala completamente diferente também foi um grande desafio, talvez o maior do projeto. E com ele se aprende a prestar atenção no que realmente é a essência do origami e como ela pode ser aplicada em outros lugares. Para mim, o cerne desta arte centenária é a capacidade de se manipular os planos criados a partir da chapa de um material e reorganizá-los de uma maneira a criar um novo objeto tridimensional, com o mínimo de resíduo o possível. E isto é algo que possibilita uma capacidade de combinações enorme, logo pode resolver problemas variados, de acordo com o foco que se dê ao projeto.

Finalmente, vale ressaltar que para utilizar o método proposto neste projeto, é necessário ter prática no origami, pois para poder selecionar as dobras a serem utilizadas é preciso ter uma boa noção do que ela irá causar no resto do modelo e o quanto de material e espaço são necessários para realizar a dobra.

7.2 Recomendações

Em usos futuros deste método, deve-se ter atenção na transição entre a etapa do origami e a etapa de adaptação. Neste ponto do projeto é muito importante fazer vários testes, não somente com o papel, mas principalmente com o material escolhido ou então com similares a ele. Isto por que, como citado anteriormente, o papel possui uma espessura desprezível, o que não é o caso na maioria dos outros materiais. Este quesito pode gerar muitos problemas para a adaptação e a melhor forma de resolvê-lo é fazendo testes para perceber como o material escolhido vai se comportar.

Ainda na fase de adaptação, vale lembrar que camadas que no modelo em papel são sobrepostas podem ser substituídas por apenas uma no material final. Também é possível, quando necessário, adicionar elementos ao resultado final que não estavam presentes no origami para auxiliar o funcionamento do objeto, desde que não interfira na estética e essência o modelo original.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, Christopher. Notes on the Synthesis of Form. United States: Havard College, 1964.

LANG, Robert J. Origami design secrets: mathematical methods for an anciante art. A.K. Peters, Ltd, 2003

LAFOSSE. Michael G. Advanced origami. Turtle Publishing, 2005

FUSË, Tomoko. Unit origami: multidimensional transformations. United States: Kodansha America, 1990

ROETTGER, Ernst. Creative paper design. New york : Reinhold, 1963

DOCZI, Gyorgy. Poder dos limites: harmonias e proporções na natureza, arte e arquitetura. Rio de janeiro : Mercuryo, 1990.

ARNHEIM, Rudolf. Arte & percepção visual: Uma psicologia da visão criadora. São Paulo : Pioneira, 2000.

_____. <http://www.origami-resource-center.com>

SIŞMAN,Serdar. <http://www.yankodesign.com/2009/05/13/wood-flat-seat/>

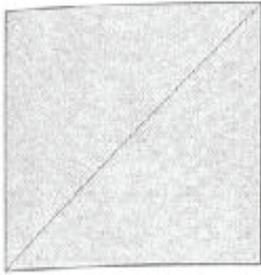
SUNG,Patrick. <http://www.yankodesign.com/2010/04/20/ups-universal-packaging-system-recyclable-corrugated-cardboard-sheet-by-patrick-sung/>

BOWERS, Bradley L. <http://www.yankodesign.com/2010/12/22/poetry-in-surface/>

HICK, Thomas. <http://www.yankodesign.com/2008/05/23/fold-your-lamp/>

FARG,Fredrik. <http://www.yankodesign.com/2008/12/17/chair-to-stool-to-chair-again/>

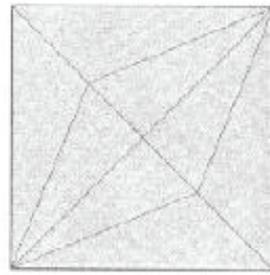
ANEXOS

ANEXO 1 - BASES CLÁSSICAS DO ORIGAMI

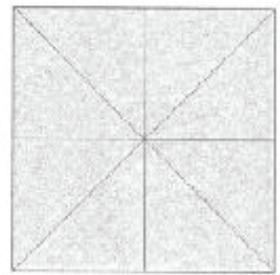
A1



A5



A8



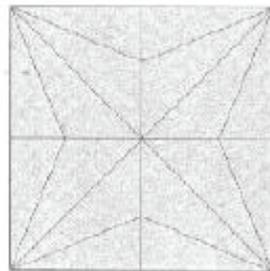
A9



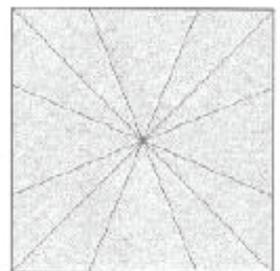
A2



A6



A10



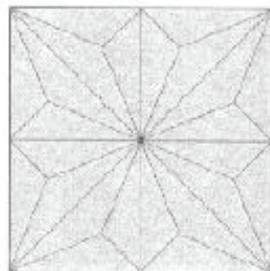
A11



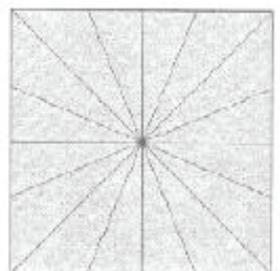
A3



A7



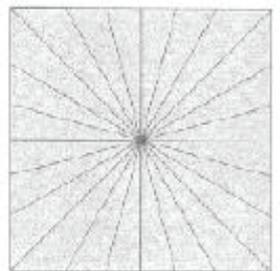
A13



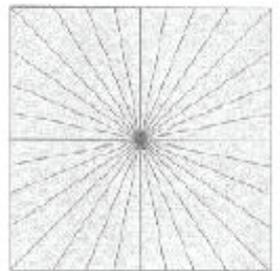
A12



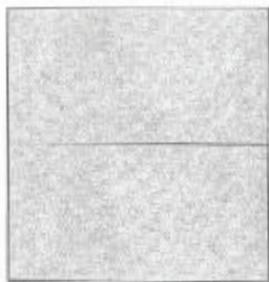
A4



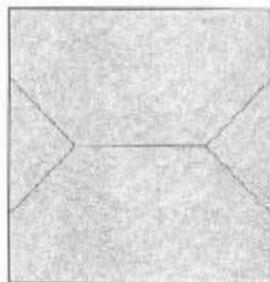
A14



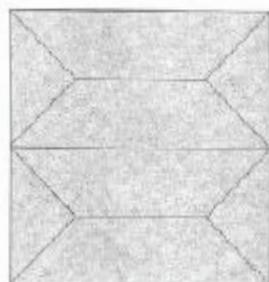
A15



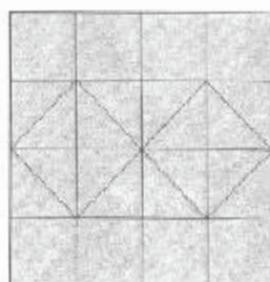
B1



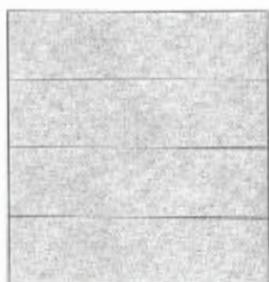
B5



B8



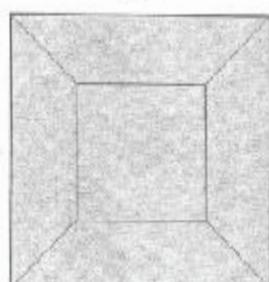
B11



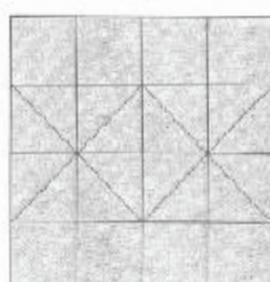
B2



B6



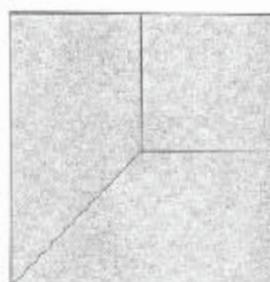
B9



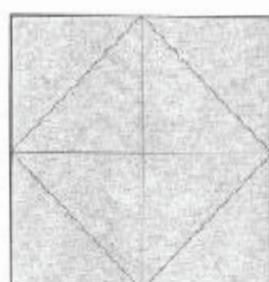
B12



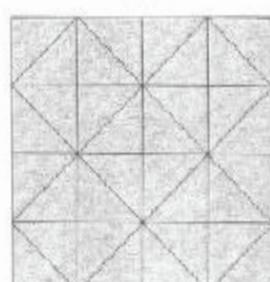
B3



B7



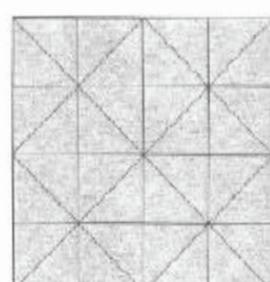
B10



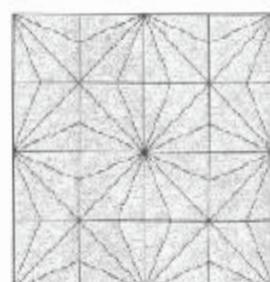
B13



B4

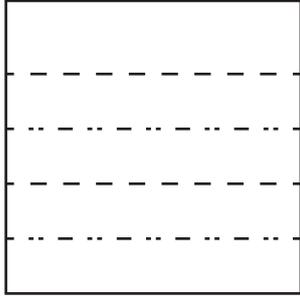


B14

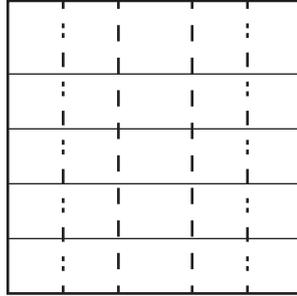


B15

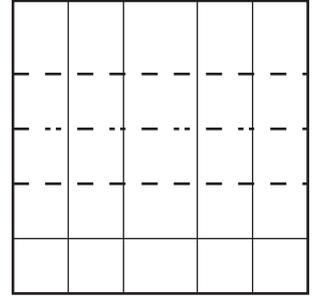
ANEXO 1 - DIAGRAMA DE MONTAGEM BANCO1



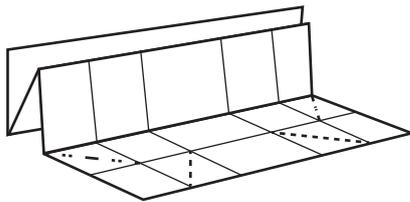
1. Faça as dobras em montanha e em vale horizontais indicadas a cima e então desdobre;



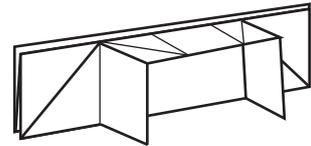
2. Em seguida faça as dobras verticais indicadas e desdobre;



3. refaça as dobras indicadas;



4. dobre as diagonais como indicado.

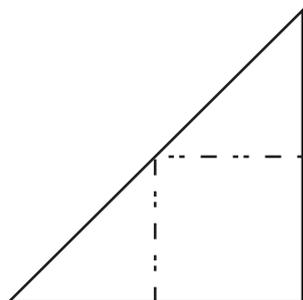


5. Modelo aberto finalizado

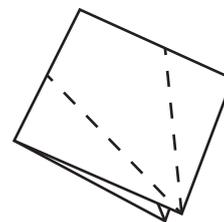
LEGENDA:

- Dobra em vale
- . - . - . Dobra em montanha
- Dobra feita

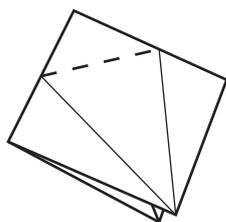
ANEXO 1 - DIAGRAMA DE MONTAGEM MESA



1. Dobre as pontas do triângulo em montanha como o indicado;



2. Em seguida dobre as extremidades do modelo para o centro e desdobre como o indicado;



3. Faça uma dobra em pétala, levantando a camada de papel mais próxima e escondendo as extremidades no interior do modelo;

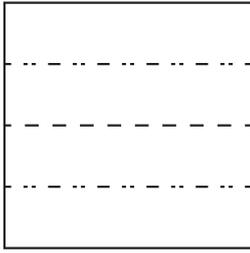


4. Modelo da mesa fechada finalizado.

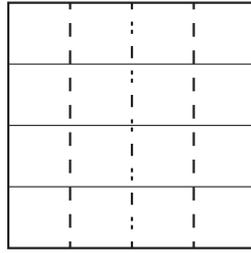
LEGENDA:

- Dobra em vale
- Dobra em montanha
- Dobra feita

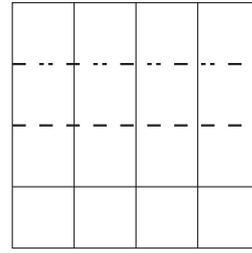
ANEXO 1 - DIAGRAMA DE MONTAGEM BANCO2



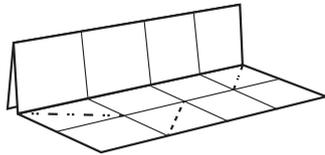
1. Faça as dobras em montanha horizontais indicadas a cima e então desdobre;



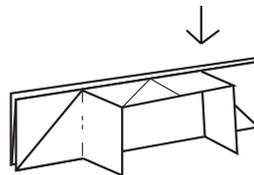
2. Em seguida faça as dobras verticais indicadas e desdobre;



3. refaça as dobras indicadas;



4. dobre as diagonais como indicado;



5. Faça uma dobra em montanha na linha indicada e repita o processo do lado oposto;



5. Modelo aberto finalizado.

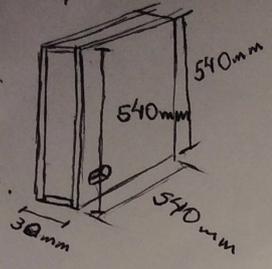
LEGENDA:

- - - - - Dobra em vale
- . - . - . Dobra em montanha
- Dobra feita

Para o modelo

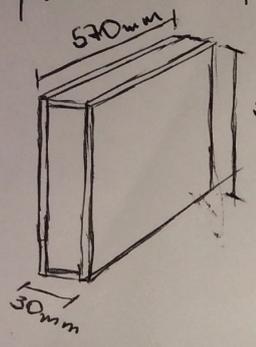
espessura parafusos
↳ 2mm

Apoio B



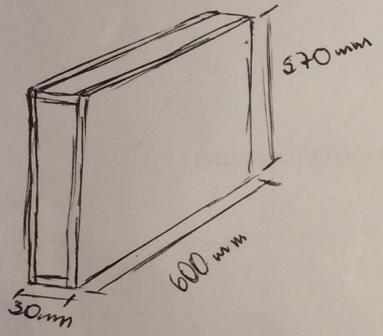
- 2x 540x540 ✓✓ → corte de 60x30 → filete de 10mm
- 2x 26x540 ✓✓ a 10mm dos bordos inferior e esquerda
- 2x 536x26 ✓✓

Fundo A e B (fazer dois) | Lateral A



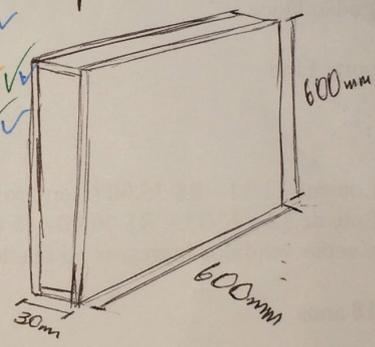
- 2x 570x570 ✓✓
- 570mm 2x 26x570 ✓✓ para um, logo 2x → 6x para os três
- 2x 566x26 ✓✓

Lateral B



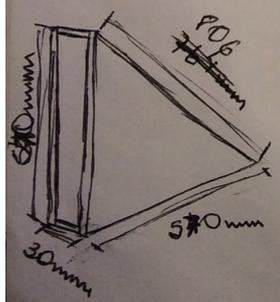
- 2x 600x570 ✓✓
- 2x 26x600 ✓✓
- 2x 566x26 ✓✓

Tampo A



- 2x 600x600 ✓✓
- 2x 26x600 ✓✓
- 2x 596x26 ✓✓

Triângulos



- 2x Δ 570x570x806 ✓✓
 - ↳ 26x566 ✓✓
 - ↳ 806x26 ✓✓
 - ↳ 26x568 ✓✓
- } para um, logo 4x Δ
2x para os dois
2x