

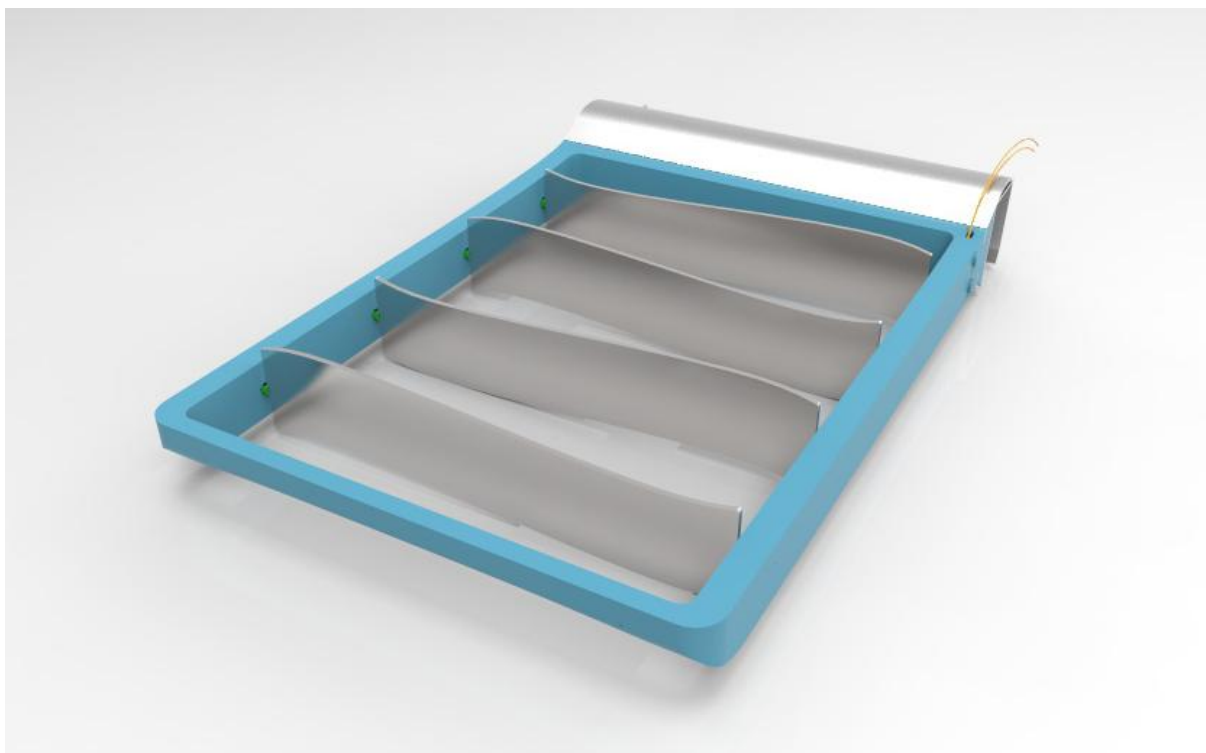
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

**Curso de Desenho Industrial**  
Projeto de Produto

Relatório de Projeto de Graduação

**Catamarã**

Sistema de Iluminação Natural para Ambientes Escurecidos



Joana Maciel Cavalcante Real Nunes

Escola de Belas Artes  
Departamento de Desenho Industrial

Novembro de 2014

## **Catamarã - Sistema de Iluminação Natural para Ambientes Escurecidos**

**Joana Maciel Cavalcante Real Nunes**

Aprovado por:

---

Profa. Jeanine Torres Geammal

---

Prof. Anael Alves

---

Profa. Maria Beatriz Afflalo Brandão

Rio de Janeiro  
Novembro de 2014

## Agradecimentos

Gostaria de agradecer de uma forma geral aos meus familiares e amigos por me mostrarem sempre que nada se faz sozinho.

Especialmente à minha orientadora Jeanine por sempre ser paciente nos momentos de ansiedade e bem humorada nos momentos de tensão. Por dar um excelente suporte em todo o processo e me orientar por caminhos tão sábios. À Anael Alves que promoveu uma pequena e crucial revolução no projeto.

Julio Florindo, por me dar sempre as melhores ideias, os melhores incentivos e por compartilhar comigo todos os momentos.

Victor Bonfim, por me enriquecer com excelentes materiais e companhia insubstituível.

Thiago Bôa, por ser meu anjo da guarda e disponibilizar de bom grado todo seu talento e amizade para este projeto.

Paulo Ricardo Nunes por sabiamente me mostrar todos os caminhos e seguir comigo de mãos dadas, e Mara Cecília Cavalcante por também me dar a mão me convidando de tempos em tempos a parar para apreciar a vista.

## Dedicatória

Este trabalho é dedicado para os novos designers.

Que ele possa servir de estímulo para nunca deixar que as novas reflexões parem de surgir.

Catamarã - Sistema de Iluminação Natural para Ambientes Escurecidos

Joana Maciel Cavalcante Real Nunes

Novembro de 2014

Orientador: Profa. Jeanine Torres Geammal; Co-orientador: Prof. Anael Alves

Departamento de Desenho Industrial/Projeto de Produto

O tema proposto por este projeto de graduação gira em torno de dois universos que estão intimamente relacionados. O primeiro deles é o universo do consumo e desperdício de energia elétrica que envolve milhões de pessoas em todo o mundo e gera impactos ambientais. O segundo é o problema da residência moderna, onde é preciso muitas vezes lidar com ambientes escurecidos, que são resultado da alta densidade de edificações urbanas.

Buscando relacionar esses dois temas e propôr soluções para algumas dessas questões, neste projeto é desenvolvido um sistema de reflexão da luz solar para dentro de ambientes escurecidos. Este sistema é acoplado à janelas basculantes pré-instaladas e pode ser regulável através de um sistema de paletas pivotantes. O objetivo principal é estimular as pessoas a usar menos luz elétrica durante o dia.

O cenário nacional teve grande enfoque na pesquisa, já que o Brasil apresenta quantidades de irradiação solar superior à maioria dos países do mundo. Para alcançar esse resultado foi necessário adquirir bases de desenvolvimento que envolveram a investigação de materiais teóricos a respeito de iluminação natural, consumo e produção de energia elétrica, desenvolvimento de testes práticos e digitais e visita à estabelecimentos comerciais.

Catamarã - Sistema de Iluminación Natural para Ambientes Oscuros

Joana Maciel Cavalcante Real Nunes

Noviembre 2014

Supervisor Profa. Jeanine Torres Geammal; Cosupervisor: Prof. Anael Alves

Departamento de Diseño Industrial/Proyecto del Producto

La temática propuesta para este proyecto de graduación gira alrededor de dos universos que están estrechamente relacionados. El primer es el universo de consumo y desperdicio de energía eléctrica que afecta a millones de personas en todo el mundo y genera impactos ambientales. El segundo es el problema de la residencia moderna, donde a menudo se debe hacer frente muchas veces a entornos domésticos oscuros, lo cual es consecuencia de la alta densidad urbana.

Tratando de relacionar estos dos temas y proponer soluciones a algunas de estas cuestiones, en este proyecto se desarrolla un sistema de reflexión de la luz solar en cuartos oscuros. Este sistema está acoplado a las ventanas preinstalado y la inclinación puede ser ajustable por pivotamiento de un sistema de paletas. El objetivo principal es el de animar a la gente a utilizar menos electricidad durante el día.

La escena nacional tuvo un fuerte enfoque en la investigación, ya que Brasil tiene cantidades de radiación solar más altos que la mayoría de los países en el mundo. Para lograr este resultado fue necesario adquirir las bases de desarrollo que abarcan la investigación de materiales teóricos sobre la iluminación natural, el consumo y la producción de energía eléctrica, desarrollo de pruebas prácticas y digitales y visitas a tiendas.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Tabela 1:</b> Cronograma de projeto (Fonte: elaboração própria).....	7
<b>Gráfico 1:</b> Variação do PIB e variação do consumo de energia (1998 - 2007) (Fonte: divulgação, Ipea).....	12
<b>Gráfico 2:</b> Participação das diversas regiões do mundo no consumo de energia em 1973 e 2006 (Fonte: divulgação, IEA).....	13
<b>Gráfico 3:</b> Taxas médias de crescimento anual da capacidade de energia renovável (Fonte: divulgação, REN21).....	14
<b>Gráfico 4:</b> Variação da radiação solar no Brasil em 2007 (Fonte: divulgação, EPE).....	15
<b>Figura 1:</b> Casa com arquitetura bioclimática (Fonte: divulgação, Revista Habitare).....	16
<b>Gráfico 5:</b> Consumo de energia elétrica por setor no Brasil em 2007 (Fonte: divulgação, BEN).....	17
<b>Gráfico 6:</b> Esquema de incidência de luz em um ambiente fechado (Fonte: elaboração própria).....	19
<b>Figura 2:</b> Claraboia (Fonte: divulgação, Domus Hall).....	21
<b>Figura 3:</b> Telha de vidro (Fonte: divulgação, Leroy Merlin).....	22
<b>Figura 4:</b> Telha de fibra de vidro (Fonte: divulgação, Fort Lev).....	23
<b>Figura 5:</b> Telha de policarbonato (Fonte: divulgação, Poly Solution).....	23
<b>Figura 6:</b> Tijolo de vidro (Fonte: divulgação, Leroy Merlin).....	24
<b>Figura 7:</b> Solatube (Fonte: divulgação, Solatube).....	25
<b>Figura 8:</b> Aluminat (Fonte: divulgação, Tube Light).....	26
<b>Figura 9:</b> Tipos de janelas (Fonte: elaboração própria).....	30
<b>Figura 10:</b> Partes e funcionamento da janela basculante (Fonte: divulgação, C&C).....	31
<b>Figura 11:</b> Variações de largura dos perfis de alumínio (Fonte: divulgação, Alcoa).....	33
<b>Figura 12:</b> Painel de termos do cenário atual (Fonte: elaboração própria).....	37
<b>Figura 13:</b> Painel de imagens do cenário atual (Fonte: elaboração própria).....	38
<b>Figura 14:</b> Painel de termos do cenário desejado (Fonte: elaboração própria).....	38

<b>Figura 15:</b> Painel de imagens do cenário desejado (Fonte: elaboração própria).....	39
<b>Figura 16:</b> Painel de inspirações: água (Fonte: elaboração própria).....	40
<b>Figura 17:</b> Primeiros rascunhos: opção integrada (Fonte: elaboração própria).....	42
<b>Figura 18:</b> Rascunhos e foto ilustrativa de fixação por ventosa (Fonte: rascunho elaboração própria e imagem Gusmão).....	43
<b>Figura 19:</b> Rascunhos da fixação tipo grampo (Fonte: elaboração própria).....	44
<b>Figura 20:</b> Teste físico (Fonte: elaboração própria).....	45
<b>Figura 21:</b> Rascunhos da fixação das estruturas em “C” (Fonte: elaboração própria).....	46
<b>Figura 22:</b> Rascunhos da fixação por cinta (Fonte: elaboração própria).....	46
<b>Figura 23:</b> Teste de reflexão (Fonte: elaboração própria).....	47
<b>Tabela 2:</b> Resultado do teste de reflexão para paletas com 5 mm de distância entre si (Fonte: elaboração própria).....	49
<b>Tabela 3:</b> Resultado do teste de reflexão para paletas com 40 mm de distância entre si (Fonte: elaboração própria).....	50
<b>Figura 24:</b> Rascunhos da fixação vertical com barra de regulagem (Fonte: elaboração própria)..	51
<b>Figura 25:</b> Rascunhos do sistema de reflexão inteiriço (Fonte: elaboração própria).....	52
<b>Figura 26:</b> Rascunhos do sistema de regulagem de paletas (Fonte: elaboração própria).....	53
<b>Figura 27:</b> Teste de regulagem (Fonte: elaboração própria).....	53
<b>Figura 28:</b> Estudo sobre o local de fixação do sistema (Fonte: elaboração própria).....	54
<b>Figura 29:</b> Estudos de forma e de modo de fixação do sistema (Fonte: elaboração própria).....	55
<b>Figura 30:</b> Perspectiva explodida de todos os componentes (Fonte: elaboração própria).....	57
<b>Figura 31:</b> Visão geral do sistema de fixação (Fonte: elaboração própria).....	58
<b>Figura 32:</b> Componentes do sistema de fixação (Fonte: elaboração própria).....	58
<b>Figura 33:</b> Esquema detalhado da fixação (Fonte: elaboração própria).....	59
<b>Figura 34:</b> Etapas de fixação das duas estruturas (Fonte: elaboração própria).....	60
<b>Figura 35:</b> Visão geral do sistema de reflexão (Fonte: elaboração própria).....	61
<b>Figura 36:</b> Paleta (Fonte: elaboração própria).....	62
<b>Figura 37:</b> Peça-eixo (Fonte: elaboração própria).....	62



<b>Figura 38:</b> Fixação do sistema de cordas nas paletas (Fonte: elaboração própria) .....	62
<b>Figura 39:</b> Eixos de tensão retráteis e carretel (Fonte: elaboração própria). .....	63
<b>Figura 40:</b> Detalhes dos eixos com carretel (Fonte: elaboração própria). .....	64
<b>Figura 41:</b> Esquema de encaixe <i>snap-fit</i> (Fonte: elaboração própria) .....	64
<b>Figura 42:</b> Detalhes dos encaixes (Fonte: elaboração própria) .....	65
<b>Figura 43:</b> Detalhes das formas com a carenagem fechada (Fonte: elaboração própria) .....	65
<b>Figura 44:</b> Porca sextavada (Fonte: Garrafix). .....	67
<b>Figura 45:</b> Pé nivelador (Fonte: Tamoyo). .....	68
<b>Figura 46:</b> Cordas trançadas (Fonte: elaboração própria). .....	70
<b>Figura 47:</b> Cordas trançadas em detalhe (Fonte: elaboração própria). .....	70
<b>Figura 48:</b> Esquema de regulagem do sistema (Fonte: elaboração própria) .....	71
<b>Figura 49:</b> Local de trava do sistema (Fonte: elaboração própria). .....	71
<b>Figura 50:</b> Esquema de abertura da carenagem (Fonte: elaboração própria). .....	72
<b>Figura 51:</b> Protótipo (Fonte: elaboração própria). .....	73
<b>Figura 52:</b> Vista geral (Fonte: elaboração própria). .....	74

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPITULO I: ELEMENTOS DA PROPOSIÇÃO</b> .....	<b>2</b>
<b>I.1: Apresentação geral do problema projetual</b> .....	<b>2</b>
I.1.1: Problemas ambientais e a crise energética – O Brasil em foco.....	2
I.1.2: O papel do Designer.....	3
I.1.3: Ambientes residenciais escurecidos.....	4
<b>I.2: Objetivos</b> .....	<b>5</b>
I.2.1: Geral.....	5
I.2.2: Específicos.....	5
<b>I.3: Justificativa</b> .....	<b>5</b>
<b>I.4: Metodologia</b> .....	<b>6</b>
<b>CAPITULO II: LEVANTAMENTO, ANÁLISE E SÍNTESE DE DADOS</b> .....	<b>8</b>
<b>II.1: Análise energética geral</b> .....	<b>8</b>
<b>II.2: Fontes de Energia</b> .....	<b>9</b>
II.2.1: Renováveis.....	9
II.2.2: Não-renováveis.....	11
<b>II.3: Análise contextual e o cenário atual</b> .....	<b>12</b>
<b>II.4: O Sol como alternativa</b> .....	<b>14</b>
II.4.1: O Sol no Brasil.....	15
II.4.2: Vantagens e desvantagens.....	16
<b>II.5: O desperdício de energia no lar</b> .....	<b>17</b>
II.5.1: O desperdício de luz elétrica.....	17
II.5.2: Características dos ambientes escurecidos.....	18
II.5.3: Requisitos e restrições em iluminação natural de ambientes.....	19

<b>II.6: Análise de Similares</b> .....	<b>20</b>
II.6.1: Levantamento de similares .....	20
II.6.2: Estratégias de compatibilização .....	26
II.6.3: Os tipos de janelas .....	28
II.6.4: A janela basculante .....	31
<b>II.7: Lista de requisitos e restrições do projeto</b> .....	<b>34</b>
<b>CAPITULO III: CONCEITUAÇÃO FORMAL DO PROJETO</b> .....	<b>35</b>
<b>III.1: Funções práticas, estéticas, simbólicas e sociais</b> .....	<b>35</b>
<b>III.2: Mood boards e referências gerais</b> .....	<b>37</b>
<b>III.3: Conclusão da conceituação</b> .....	<b>41</b>
<b>CAPITULO IV: DESENVOLVIMENTO DE ALTERNATIVAS</b> .....	<b>42</b>
<b>IV.1: Desenvolvimento de desenhos e pensamentos</b> .....	<b>42</b>
IV.1.1: Análise crítica de mecanismos e modelos .....	42
<b>IV. 2: Conclusão do desenvolvimento de alternativas</b> .....	<b>56</b>
<b>CAPITULO V: DESENVOLVIMENTO E RESULTADO DO PROJETO</b> .....	<b>57</b>
<b>V.1: Descrição dos elementos</b> .....	<b>57</b>
<b>V.2: Materiais e Processos de Fabricação</b> .....	<b>66</b>
<b>V.3: Fatores Humanos</b> .....	<b>70</b>
<b>V.3: Modelo Físico</b> .....	<b>70</b>
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>74</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>76</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>78</b>

# INTRODUÇÃO

---

Vivemos hoje uma crise mundial cada vez mais flagrante. A escassez dos recursos naturais ocasionada pelo aumento progressivo da cultura de consumo é um tema discutido por diversos setores. Grandes soluções e estratégias vêm sendo geradas ao longo dos anos para tentar amenizar os impactos de uma sociedade de consumo tão ativa. Porém, além das grandes soluções é importante também dar atenção às iniciativas locais a favor da preservação ambiental.

A primeira e grande inspiração para este desenvolvimento foi conhecer o projeto Lâmpada de Moser, criado e espalhado por Alfredo Moser. Com um sistema simples instalado no teto (garrafa PET cheia com uma solução de água e cloro) este mecânico conseguiu ter em seu galpão de trabalho uma potente lâmpada para situações diurnas. Não só seu galpão, mas casas de todo o Brasil e mundo puderam compartilhar dessa brilhante invenção. Residências que nunca puderam ter acesso à luz elétrica tinham agora ambientes com mais possibilidades de utilização. Isso me fez pensar quão importante é a luz do dia, não só para residências carentes mas também para contextos urbanos e desenvolvidos. Muitos de nós sofremos dessa carência. E ela não só se reflete no subaproveitamento de espaços mas também resulta no aumento de gastos com energia na tentativa de suprir essa necessidade. O aumento do consumo de energia está diretamente ligado ao aumento de impactos ambientais em todo o mundo. Vemos então que aqui há um ciclo de práticas que, por serem pouco questionadas, acabam virando hábitos bastante prejudiciais.

Este projeto pretende desenvolver temas e questionamentos envolvidos nesse ciclo e trabalhar no universo da iluminação natural para gerar um produto que atenda às necessidades modernas.

## CAPITULO I: ELEMENTOS DA PROPOSIÇÃO

---

### I.1: APRESENTAÇÃO GERAL DO PROBLEMA PROJETUAL

Para melhor compreensão deste relatório é necessário identificar alguns contextos específicos que serão aqui tratados e justificam todo o projeto. Todos esses três contextos se relacionam de algum modo com uma insatisfação generalizada com os desdobramentos de padrões construídos ao longo de anos.

#### **I.1.1: Problemas ambientais e a crise energética – O Brasil em foco**

O contexto brasileiro em relação à geração de energia é de grande destaque no mundo. Temos um grande potencial hidroelétrico conhecido e aproveitado cada vez mais através da tecnologia industrial, e que é responsável pela maior parte do abastecimento do país. Por outro lado, por sermos um país em crescente e acelerado desenvolvimento, somos também foco global em relação aos impactos ambientais. Uma porcentagem significativa desses impactos é gerada pela indústria energética, e o mundo todo está em alerta para amenizar as consequências futuras desses impactos.

Nesse cenário, o investimento em fontes de energia renováveis tem grande participação no desenvolvimento tecnológico moderno. Por definição da ANEEL, energias renováveis são aquelas que não geram resíduos no seu processo produtivo. Diversas alternativas foram criadas, e nesse sentido o Brasil está em vantagem quando comparado a outros países. O vasto território coberto de rios e lagos permite que a energia hidrelétrica seja a fonte principal de abastecimento energético dos brasileiros. Por outro lado, o crescimento contínuo e acelerado da população e do consumo traz problemas ambientais, sociais e econômicos para o país.

Existem atualmente diversas formas de se gerar energia de forma renovável, mas para o contexto do Brasil ainda são consideradas insuficientes. Seja pela relação entre custo

e benefício, pela difícil acessibilidade ou instalação ou mesmo pela geração de outros prejuízos para a natureza, que não se relacionam com resíduos, mas afetam diretamente nas sociedades. Dentre alguns exemplos desde último fator é possível destacar os impactos à fauna e à flora brasileira e à cultura indígena que são defendidas com grande esforço por organizações ambientais.

### **I.1.2: O papel do Designer**

A questão abordada acima é uma das dificuldades que faz parte das diversas discussões sobre a convivência do homem contemporâneo no planeta. Todos esses temas são resultados de avaliações a respeito das transformações dos costumes humanos, que interferem diretamente no seu consumo e então geram consequências nas sociedades e no planeta.

É sabido que desde a Revolução Industrial o acesso aos produtos e ao território foi muito facilitado pelo desenvolvimento da tecnologia. Desde então, a possibilidade desses acessos foi crescendo vertiginosamente o que influenciou diretamente na conjuntura atual das sociedades. Todo esse crescimento também modificou totalmente a forma de atuação do Design na geração de produtos e serviços e ao consumo em padrões elevados desses bens e serviços ofertados.

Até hoje, infelizmente, o papel do designer não tem sido, de uma forma geral, o de contribuir para a geração de qualidade de vida. Isso ocorre, pois o designer vem vinculando seu trabalho a interesses externos que preservam as noções de bem estar que se articulam desde meados da Revolução Industrial. Essas noções baseiam-se em vincular o conceito de qualidade de vida com uma crescente disponibilidade de produtos e serviços.

Por conta do latente esgotamento dos nossos recursos naturais, passamos a nos dar conta do quão prejudicial essas noções podem se tornar, pois popularizam práticas de consumo totalmente insustentáveis. Assim, é importante entender que essas consequências são em grande parte geradas pela atuação de alguns designers em sua profissão, que contribuem sem se dar conta, para a disseminação da ideia de que o Design é um ofício voltado para as elites, já que tem único propósito em desenvolver produtos e serviços belos e atraentes.

O design tem soluções a propor e valores muito específicos, capazes de transmitir o pensamento no todo. Esse tipo de reconhecimento sobre o contexto de atuação faz com que o designer possa ser um profissional de grande potencial na educação de hábitos de

consumo. Através do pensamento sistêmico, que é justamente a capacidade de avaliar acontecimentos e suas possíveis implicações dentro de uma conjuntura, o designer pode gerar produtos e serviços que de fato melhorem a qualidade de vida no mundo lidando diretamente com as pessoas e seus artefatos, sejam eles quais forem. (CARDOSO, 2012)

Unindo esse conceito ao atual contexto natural que nos inserimos, fica fácil concluir que o designer pode e deve ser influente direto na transformação social. É interessante pensar em sua atuação como agente da inovação, por ser um profissional que busca raciocinar com lógicas do mundo futuro. Utilizando-se das tecnologias mais avançadas, das ideias mais criativas e dos meios mais inusitados para desenvolver com sensibilidade o que o homem daquela época precisa ou deseja.

### **I.1.3: Ambientes residenciais escurecidos**

A malha urbana brasileira vem apresentando exponencial expansão, tanto horizontal quanto vertical. A princípio isso pode significar um avanço social pela maior geração de moradias. Porém observa-se que o investimento na quantidade de moradias urbanas está pouquíssimo relacionado à qualidade delas.

Ao longo dos tempos os conceitos de bem estar social e conforto ambiental foram sendo estrangulados e reduzidos a definir apenas as necessidades básicas de sobrevivência do homem num espaço. As percepções sensoriais humanas são acionadas automaticamente e funcionam como uma espécie de radar que permite que nos relacionemos. Muitas das manifestações psicossensoriais são frequentemente ignoradas em projetos residenciais.

Um dos exemplos mais flagrantes que ocorre com frequência em ambientes urbanos é a ocorrência de cômodos escurecidos. A precariedade de acesso à luz natural ocorre muitas vezes pelo bloqueio solar feito pelos altos edifícios. Como não chega a haver a ausência total de incidência de luz natural, esse não é considerado necessariamente um problema projetual. Porém incomoda o morador, que acaba utilizando a luz artificial por mais horas no dia para proporcionar um pouco mais de conforto ao utilizar aquele ambiente.

A falta de alternativas de bem estar social é mais um fator que estimula a máquina do consumo exagerado e empobrece ainda mais os recursos naturais do planeta, conforme comentamos anteriormente.

## I.2: OBJETIVOS

### I.2.1: Geral

Dentro deste cenário de super consumo e crescimento urbano desordenado com edificações mal planejadas, propomos desenvolver um produto que possibilite a redução do consumo de energia elétrica, potencializando o uso da iluminação natural para ambientes residenciais fechados ou semiabertos. Isso deverá ocorrer através de um sistema que amplie a incidência de luz solar nos banheiros, cozinhas, áreas de serviço e dependências, que são ambientes normalmente prejudicados em termos de iluminação natural. Devem servir a edificações urbanas típicas, que são prédios com média de 7 andares e devem ser instalados em janelas basculantes pré-existentes no cômodo.

### I.2.2: Específicos

- Projetar mecanismos de funcionamento e instalação que funcionem com simplicidade e segurança, ou selecionar mecanismos disponíveis no mercado com essas características;
- Gerar iluminação efetiva em todas as estações do ano;
- Proporcionar a viabilidade e facilidade na sua reprodução e replicação sejam viáveis, de forma a produzir um produto tão acessível quanto possível;
- Possibilitar manutenção e reposições de peças, reduzindo o impacto pelo descarte antecipado;

## I.3: JUSTIFICATIVA

O esgotamento iminente das reservas naturais do planeta, gerado pelo consumo desenfreado e irresponsável, nos fez caminhar para um presente contexto cheio de incertezas. Mantendo hábitos tão prejudiciais, seguiremos para um futuro próximo marcado pela falta de recursos e falência total do que entendemos hoje por estilo de vida. Precisamos urgentemente repensar nossos hábitos de consumo. E um dos



mais preocupantes é o consumo de energia, que aumenta a cada ano em proporções gigantescas, acompanhando o crescimento da população mundial e a popularização do consumo de produtos elétrico-eletrônicos. É preciso buscar outras formas de iluminação, que gerem menos impacto em longo prazo.

A escolha por trabalhar com o tema da transformação de paradigmas a respeito do consumo e da relação do homem com o espaço em que habita surgiu também de um questionamento pessoal que ocorre desde o início da formação do orientando. Desde então, um dos meus motivos mais estimulantes para trabalhos e pesquisas foi o de entender o real sentido em ter em mãos a ferramenta de se poder projetar produtos e de que forma essa ferramenta poderia proporcionar a melhora de contextos locais e globais.

#### I.4: METODOLOGIA

O projeto foi desenvolvido em cinco etapas denominadas: “Definição do Tema”, “Investigações sobre o tema”, “Geração de alternativas”, “Definição e desenvolvimento da solução final”, e “Elaboração de material complementar”. Nesta seção descreveremos cada uma dessas fases e sua relação com o projeto de maneira geral.

A “Definição do Tema” ocorreu partindo da minha vontade em desenvolver um projeto dentro da temática da sustentabilidade e da iluminação de ambientes. A investigação de temas a partir de bibliografia direcionada pela orientadora foi fundamental para a maturação desta ideia.

As “Investigações sobre o tema” de iluminação natural começaram com a listagem de assuntos que envolviam e se relacionavam com esse ponto. Esses assuntos foram desenvolvidos e levaram à busca de maiores detalhes e informações. A leitura de artigos, publicações e livros e até uma pesquisa de interesses acrescentaram dados quantitativos que foram somados a dados qualitativos coletados em visitas técnicas. Neste momento, houve uma apresentação conjunta, proposta pela orientadora, onde todos os seus orientandos expuseram formalmente a proposta e o desenvolvimento de seus projetos até então. Foi um exercício de troca muito rico onde os orientandos puderam não só ter uma noção global do desenvolvimento até então como também análises bastante construtivas sobre seus projetos.

Durante a “Geração de alternativas”, foram buscadas referências de diversos mecanismos

já existentes além da troca constante a respeito de dúvidas com professores da UFRJ e outros profissionais especializados. A elaboração de testes físicos e digitais foi essencial para contribuir com conclusões robustas. Durante esta fase mais um exercício proposto pela orientadora foi importante para a maturação de ideias e conceitos. A apresentação individual de toda a conceituação do projeto, envolvendo funções e referências, ajudou a consolidá-lo.

Após uma intensa consideração a respeito das alternativas houve a etapa de “Definição e desenvolvimento da solução final” que considerou questões mais específicas a respeito de produção e funcionamento dos mecanismos escolhidos. Investigações sobre a efetividade da solução elaborada ocorreram através de testes funcionais e modelagem 3D. Nesse momento a prototipagem do modelo começou a ser considerada e desenvolvida.

Ao longo de todas as etapas foi se desenvolvendo a “Elaboração de material complementar” que foi finalizada assim que todas as soluções projetuais foram definidas.

Segue abaixo o cronograma básico que resume essas atividades:

FASE DO PROJETO	INÍCIO	APROVAÇÃO
Definição do tema	setembro de 2013	outubro de 2013
Investigações sobre o tema	novembro de 2013	março 2014
Geração de alternativas	abril 2014	agosto de 2014
Definição e desenvolvimento da solução final	setembro 2013	novembro 2014
Elaboração de material complementar	novembro 2014	novembro 2014
<b>Apresentação</b>	<b>De 28 novembro a 12 de dezembro de 2014</b>	

**Tabela 1:** Cronograma de projeto (Fonte: elaboração própria)

## CAPITULO II: LEVANTAMENTO, ANÁLISE E SÍNTESE DE DADOS

---

### II.1: ANÁLISE ENERGÉTICA GERAL

A energia é a força que move o mundo. Desde o momento em que o homem descobre as utilidades do fogo para se aquecer e cozinhar, dos ventos para se locomover e das águas para mover máquinas a utilização da energia já se mostra uma ferramenta fundamental em todos os grandes avanços humanos. Após todos os progressos conseguidos a partir da invenção da máquina a vapor, o grande marco da utilização da energia pelo homem, as inovações tecnológicas avançaram em escala exponencial. A eletricidade se tornou então a principal fonte de luz, calor e força utilizada no mundo moderno. Fábricas, supermercados, shoppings e uma infinidade de outros lugares precisam dela para funcionar. Grande parte dos avanços tecnológicos que alcançamos se deve à energia elétrica.

Atividades corriqueiras como assistir à televisão ou navegar na internet são possíveis porque a energia elétrica chega até a casa da maioria das pessoas do mundo. Mas em meio a todos esses grandes avanços que nos permitem realizar muitas de nossas atividades pode-se dizer que o mais importante e básico deles é a iluminação por luz elétrica. Ela é responsável por grande parte do consumo de energia elétrica em todo o mundo. Todas as principais matérias-primas para a sua geração são encontradas na natureza e, por isso, não é difícil constatar que todos esses avanços também geram prejuízos ambientais que começam a preocupar.

Abordaremos neste capítulo as diferentes formas de obtenção de energia, bem como suas aplicações e consequências.

## II.2: FONTES DE ENERGIA

As fontes para geração elétrica são diversas. Em geral, classificadas em renováveis e não renováveis. As fontes renováveis de energia são consideradas com capacidade de regeneração, ou seja, são virtualmente inesgotáveis. As fontes não-renováveis por sua vez são as que não tem capacidade regenerativa, ou seja, conforme são consumidas sua oferta natural vai se esgotando. Veremos a seguir os exemplos de cada uma dessas categorias de fonte de energia. (ANEEL, 2008)

### II.2.1: Renováveis

#### Hidráulica

Esse tipo de energia é gerado pelas usinas hidrelétricas. São usinas de grande porte que ficam instaladas em locais de altas quedas d'água ou em beiras de rio. A energia é gerada pelo aproveitamento do fluxo das águas fluviais que passam com uma velocidade controlada por turbinas especiais. Quando movimentadas essas turbinas iniciam o processo de geração de energia e a água em seguida é devolvida ao curso do rio. (ANEEL, 2008)

É imprescindível considerar neste processo a integração da vazão do rio, a quantidade de água disponível e os desníveis do relevo em questão. Por isso são utilizados recursos como barreiras e canais que fazem com que a água passe de forma regular pelas turbinas da usina, sem gerar qualquer descompensação no sistema. (ANEEL, 2008)

#### Biomassa

A biomassa é, por definição, qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica. As origens dessa matéria são diversas e podem ser classificadas como florestal (madeira, principalmente), agrícola (soja, arroz, cana-de-açúcar, entre outros) e rejeitos urbanos e industriais (sólidos ou líquidos, como o lixo). (ANEEL, 2008)

Como a variedade da origem é grande, os processos de geração de energia também variam conforme o tipo de matéria. Podemos citar, por exemplo, a combustão direta para obtenção de calor, e a pirólise para conversão de lenha em carvão. É possível gerar tanto energia elétrica quanto biocombustíveis, o que faz a biomassa ser uma matéria prima extremamente interessante nos dias de hoje. (ANEEL, 2008)

## **Eólica**

A origem da utilização dos ventos como gerador de energia está em nossos antepassados e não tem data específica. Porém, antigamente sua utilização parava na geração de energia mecânica. Agora, os ventos acionam pás de cata-ventos que através da energia mecânica acionam as usinas gerando assim energia. (ANEEL, 2008)

Assim como a geração de energia hidráulica a eólica depende de condições muito específicas do vento para ocorrer. Isso faz com que seja necessária uma série de cálculos e considerações profundas sobre o posicionamento da usina. Sua instalação e o investimento em seu maquinário costumam ser bem caros. Por isso esse processo de geração de energia acaba sendo pouco empregado. (ANEEL, 2008)

## **Biogás**

O biogás é resultado de um processo específico de obtenção de energia por biomassa. Ele é obtido através de dejetos (urbanos, industriais e agropecuários) e em esgotos. Existem alguns tipos de processos para obtenção de biogás. O mais popular deles é a exposição da biomassa em estado sólido à ação de micro organismos que decompõem a matéria orgânica, fazendo com que ela passe do estado sólido para o gasoso. (ANEEL, 2008)

Essa é uma das fontes mais favoráveis ao meio ambiente, pois ajuda na despoluição de rios, lençóis freáticos e solos usando o lixo urbano como matéria prima. (ANEEL, 2008)

## **Geotérmica**

Esse tipo de energia é gerado pelo calor que existe no interior da Terra. Esse calor pode ser acesso em gêiseres (fontes de vapor no interior da Terra que apresentam erupções periódicas) ou através do calor que existe no interior das rochas, que aquece a água gerando vapor utilizado em usinas termelétricas. (ANEEL, 2008)

Os empreendimentos atuais de energia geotérmica têm porte significativo, porém nos últimos anos não expandiu tanto quanto outras fontes com o mesmo nível de expressividade. (ANEEL, 2008)

## **Mar**

O potencial de geração de energia elétrica a partir do mar inclui o aproveitamento das marés, correntes marítimas, ondas, energia térmica e gradientes de salinidade, segundo o estudo sobre Fontes Alternativas inserido no Plano Nacional de Energia 2030. A energia

cinética produzida pelo movimento das águas e variações da maré é a maior aliada neste processo. (ANEEL, 2008)

A Energia Solar, por ser a que mais está em foco neste projeto, será citada e descrita separadamente.

## **II.2.2: Não-renováveis**

### **Gás Natural**

O gás natural é um hidrocarboneto resultante da decomposição da matéria orgânica durante milhões de anos e pode ou não estar associado ao petróleo. Em usinas termelétricas, sua combustão é transformada em energia térmica, em seguida em energia mecânica e por fim em energia elétrica através de processos industriais. (ANEEL, 2008)

### **Derivados do Petróleo**

O petróleo é um óleo inflamável que é gerado por milhões de anos de decomposição organiza no subsolo. Dentre os diversos derivados do petróleo os utilizados para a geração de energia elétrica são o óleo diesel e o óleo combustível e, em menor proporção, o óleo superviscoso. O processo de geração de energia através dessas matérias primas é semelhante ao do gás natural, envolvendo a sua combustão seguida de transformação em diversas energias, gerando energia elétrica. (ANEEL, 2008)

### **Energia Nuclear**

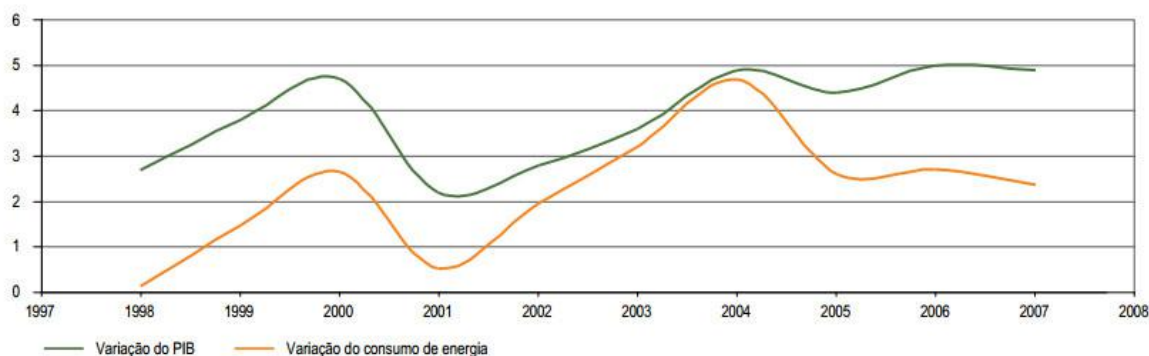
Esse tipo de energia é gerado a partir da exploração no minério urânio, que possui o primeiro elemento químico da natureza descoberto com capacidade de radiação. Em usinas termonucleares, energia térmica é gerada a partir de processos de divisão do núcleo do átomo de urânio. Essa energia esquenta lentamente quantidades de água que geram vapor para mover as turbinas da usina. A partir daí se inicia o processo produtivo de geração de energia elétrica. (ANEEL, 2008)

### **Carvão Mineral**

O carvão mineral é uma matéria prima de origem fóssil e é largamente usada para geração de energia em todo o mundo. O processo se dá pela pulverização do carvão e em seguida sua queima. Essa queima aquece a água que circula em tubos pela caldeira, gerando vapor que move as turbinas da usina. Muitas vezes esse vapor também é aproveitado para outros processos industriais. (ANEEL, 2008)

### II.3: ANÁLISE CONTEXTUAL E O CENÁRIO ATUAL

É interessante analisar que o consumo energético mundial varia de acordo com o aumento ou diminuição do PIB de um país. Isso ocorre porque, conforme o PIB cresce, o poder aquisitivo social aumenta, gerando maior acesso à compra e uso de veículos particulares e eletrodomésticos variados, por exemplo. (ANEEL, 2008)



**Gráfico 1:** Variação do PIB e variação do consumo de energia (1998 - 2007) (Fonte: divulgação, Ipea)

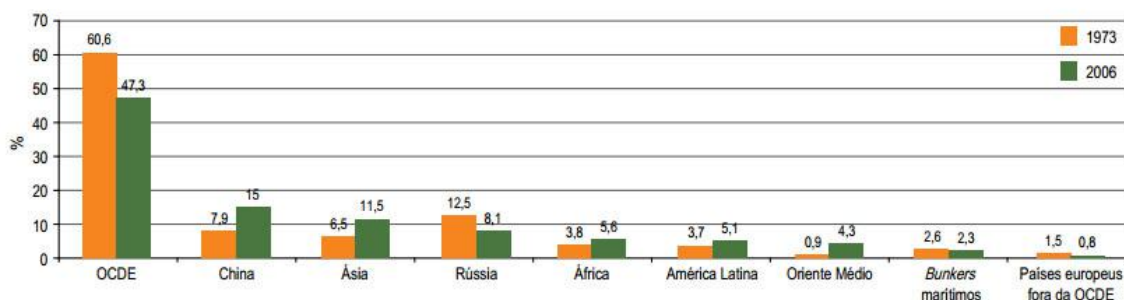
Nos últimos 250 anos o aumento populacional e o desenvolvimento econômico mundial aceleraram exponencialmente o ritmo de exploração da natureza para geração de energia. Isso permitiu o desenvolvimento socioeconômico e a melhoria da qualidade de vida, especialmente nos países hoje considerados desenvolvidos. (GESEL, 2012)

Essa aceleração, porém, proporcionou impactos ambientais de grande porte. Dentre os mais significativos se destacam as alterações climáticas, devido ao seu impacto global e aos seus efeitos sobre o equilíbrio da biosfera. Esse impacto foi considerado de grande porte porque a matriz energética mundial é predominante na combustão de insumos fósseis o que gerou desequilíbrio no ciclo do carbono e aumento da concentração de compostos orgânicos na atmosfera. Atualmente aproximadamente 70% das emissões de gases do efeito estufa são oriundas do setor energético. (GESEL, 2012)

Em termos mundiais, o setor elétrico responde por 38% do consumo primário de energia (IEA, 2011). Esta demanda é atendida predominantemente a partir de insumos fósseis que respondem por aproximadamente 70% da matriz elétrica mundial (IEA, 2010a).

Com esse cenário global preocupante, diversos encontros foram promovidos para se discutir soluções e metas de esforços nacionais para desacelerar esse quadro preocupante. Essas negociações climáticas sempre foram pautadas no princípio da responsabilidade comum, porém com responsabilidades diferenciadas, cabendo aos países desenvolvidos um maior

nível de comprometimento no combate ao aquecimento global. Países membros da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) concentram os maiores PIB's do mundo e por isso são hoje responsáveis em conjunto pela maior emissão de gases do efeito estufa. Por outro lado, estima-se que os países não membros da OCDE serão responsáveis por cerca de 90% do crescimento de demanda energética até 2035 por conta de seus crescimentos econômico e populacional. (GESEL, 2012)



**Gráfico 2:** Participação das diversas regiões do mundo no consumo de energia em 1973 e 2006 (Fonte: divulgação, IEA)

Ainda há uma grande relutância de alguns países como EUA e China em despenderem esforços para a redução de emissão de carbono. Isso porque a solução mais efetiva é o investimento em exploração de energias renováveis o que é muito mais custoso do que o permanecimento no cenário da matriz energética atual.

O Brasil é hoje um dos países não membros da OCDE e é responsável por emissão 2 bilhões de toneladas de CO<sup>2</sup>, sendo um dos maiores emissores mundiais de gases do efeito estufa. Porém é interessante observar que no Brasil a maior parte das emissões é oriunda do desmatamento. Isso porque a matriz energética brasileira é esmagadoramente sustentada pela exploração da energia hidrelétrica. Ao contrário da maioria dos países, o Brasil é dotado de abundantes recursos hídricos. (GESEL, 2012)

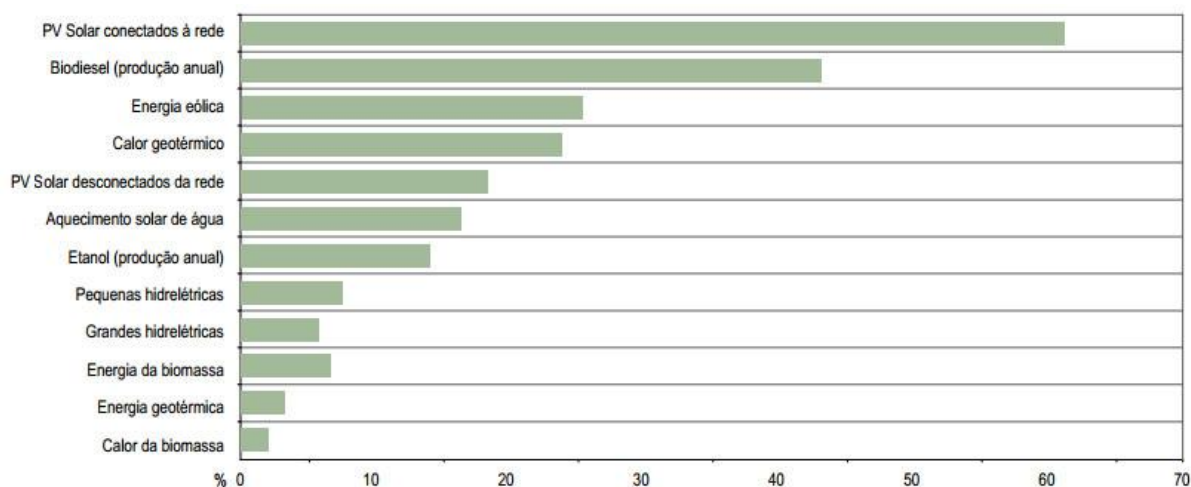
Pensar que a principal fonte energética nacional é um recurso renovável pode parecer a princípio vantajoso, porém já é preciso considerar algumas variáveis nesse processo. O recurso hídrico é por natureza instável. Necessita de condições muito específicas de fluxo e abundância para funcionar com excelência. O vasto território brasileiro somado ao crescente aumento populacional e maior acesso de domicílios à luz elétrica faz com que o consumo aumente em proporções maiores do que a oferta de energia. Ou seja, o recurso hídrico é renovável, porém não atesta garantia de acompanhamento da demanda crescente. Já passamos por crises de transmissões incluindo esforços nacionais de racionamento de energia em 2001 que obtiveram excelentes resultados na época, porém hoje a situação



retorna a um quadro crítico. Medidas como essas, afetam diretamente o consumo energético residencial, que é hoje o segundo maior setor consumidor no Brasil.

Uma das principais formas de conter a expansão do consumo sem comprometer a qualidade de vida tem sido o estímulo do uso consciente. Programas nacionais como o Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) e o Luz Para Todos orientam consumidores através de cartilhas, projetos escolares e cursos técnicos com boas práticas específicas em eficiência energética, além de garantir a segurança no suprimento e promover a modicidade tarifária.

O potencial brasileiro para exploração de recursos renováveis é bastante alto. Além dos recursos hídricos já citados o potencial tanto tarifário quanto de abundância natural para geração de energia eólica e de biomassa é alto. Fica claro então que as estratégias mais efetivas para o Brasil estão essencialmente atreladas à mudanças de hábitos de consumo e consideração de investimentos a médio prazo na exploração de potenciais abundantes no país, criando assim, condições que permitam manter por muitos anos uma matriz sustentável.



**Gráfico 3:** Taxas médias de crescimento anual da capacidade de energia renovável (Fonte: divulgação, REN21)

## II.4: O SOL COMO ALTERNATIVA

Por mais que a participação da energia solar seja pouco expressiva na matriz elétrica mundial, o Sol é uma das fontes de energia mais poderosas que encontramos. Segundo o estudo do Plano Nacional de Energia 2030 a irradiação de energia solar na superfície da Terra é suficiente para atender milhares de vezes o consumo anual de energia no mundo. Essa irradiação, porém, não atinge de maneira uniforme toda a crosta terrestre, o que gera uma série de obstáculos impedindo que a aproveitemos em grande escala.

### II.4.1: O Sol no Brasil

O Brasil tem um território privilegiado quando se fala de incidência solar. Apesar do vasto território e da grande variação climática entre regiões as variações médias de 14 a 22 MJ (megajoules) de incidência de radiação encontradas no território brasileiro se comparam às regiões mais privilegiadas em incidência solar no mundo. (ANEEL, 2008)

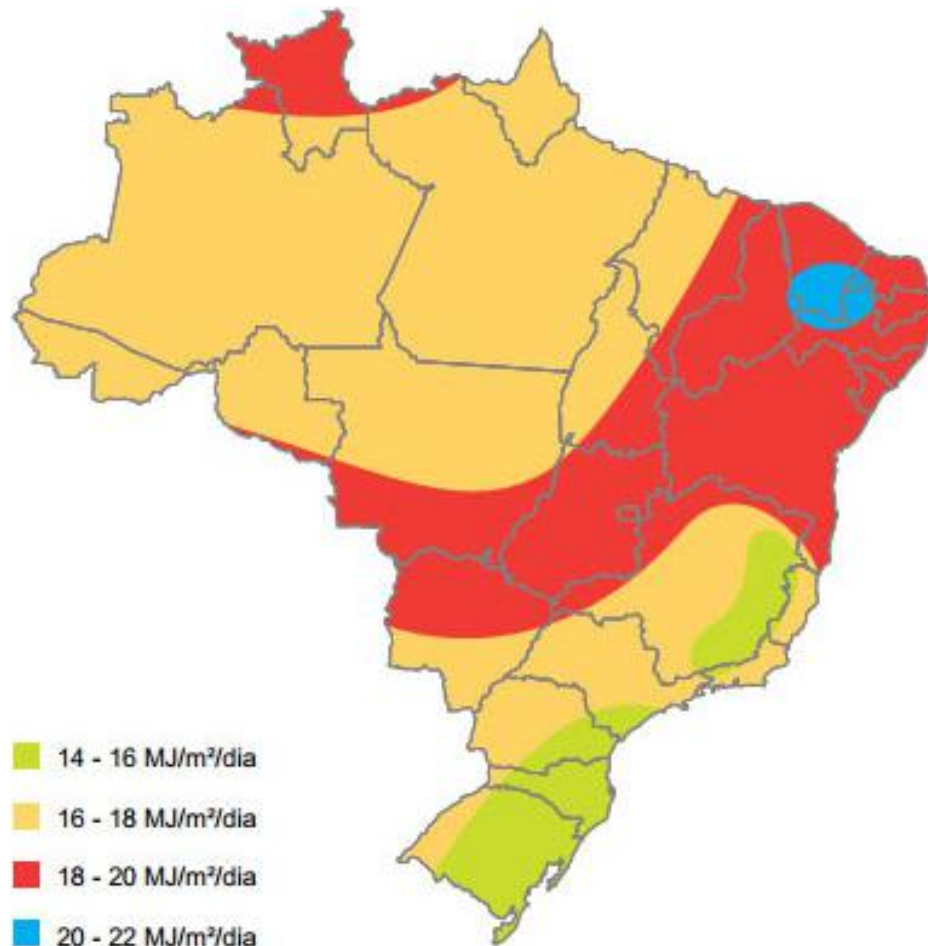


Gráfico 4: Variação da radiação solar no Brasil em 2007 (Fonte: divulgação, EPE)

Ainda assim, o Brasil segue a tendência mundial e tem participação ainda inexpressiva de geração de energia solar. Apenas alguns países como Alemanha, França e Espanha têm excelente potencial e conseguem ser bem sucedidos no aproveitamento dele para gerar resultados significativos para suas nações. Cabe frisar que nenhum desses países, líderes em exploração de energia solar, tem potencial tão grande quanto o do Brasil. Nós brasileiros acabamos por subexplorar esse recurso tão abundante pela falta de interesse político e falta de incentivo público no estímulo da população para esse fim. (ANEEL,2008)

## II.4.2: Vantagens e desvantagens

É preciso compreender também o porquê da falta de investimentos num recurso natural tão abundante. As pesquisas voltadas para as tecnologias desta área ainda são muito recentes quando se trata de abastecimento em larga escala. Tanto o investimento em pesquisas quanto em compra dos componentes necessários para o equipamento especializado são muito caros. Isso acarreta na pouca ocorrência desse tipo de tecnologia como alternativa ao abastecimento elétrico, podendo ser visto de forma relativamente isolada tanto no setor residencial quanto no industrial. Ainda assim a sua participação na matriz energética é a que mais cresceu nos últimos anos, cerca de 2000%, e gerou economias expressivas em países que estipularam porcentagens de uso de energia solar em estabelecimentos. (ANEEL, 2008)

Dentre as fontes renováveis de energia, a solar se destaca como a menor geradora de resíduos e com maior garantia de oferta. A luz visível dos raios do sol pode ser aproveitada para gerar eletricidade ou calor para diversos fins.



Figura 1: Casa com arquitetura bioclimática (Fonte: divulgação, Revista Habitare)

Além disso, a luz do sol é explorada de forma muito interessante na construção civil, a chamada arquitetura bioclimática. Trata-se de edificações que consideram como requisitos projetuais essenciais alguns fatores naturais importantes para o bem estar daqueles que irão usufruir do espaço. A articulação de uma ventilação própria para o ambiente ocorre com o posicionamento e dimensionamento correto de janelas. O aproveitamento da luz natural de forma inteligente ao longo do dia se dá pelo planejamento do posicionamento da edificação em relação ao Sol. A climatização de ambientes pode ser feita usando recursos como

telhados forrados de vegetação, os chamado telhados verdes, entre outros. Medidas como essa sempre consideram as condições climáticas daquela região podendo corresponder com pertinência às necessidades daquela realidade.

Por mais que essa pareça uma iniciativa moderna ela é tradicionalmente utilizada desde a antiguidade. As cidades romanas com edificações voltadas para a orientação solar ou os pátios internos das típicas construções árabes são exemplos dessa exploração saudável dos recursos naturais.

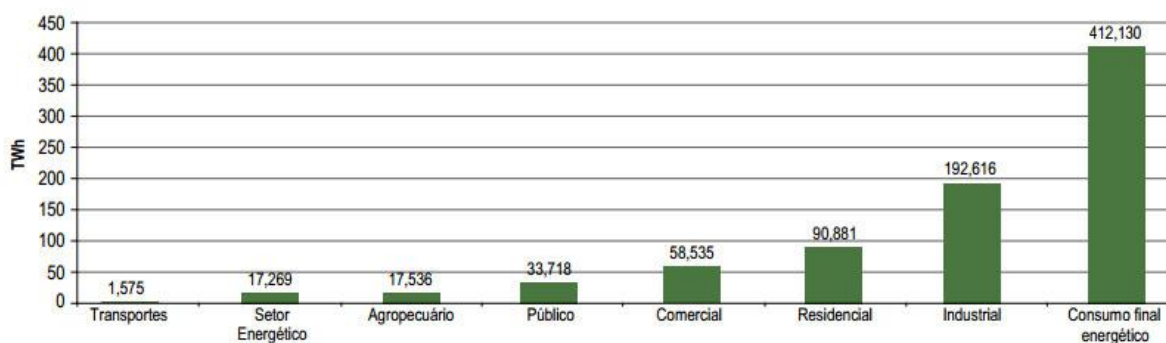
Esse tipo de medida faz com que haja a proposta da discussão sobre a interação das pessoas com o espaço em que elas frequentam e como isso deve afetá-las em suas atividades pessoais e na relação com outros. Os lares são pontos focais dessa discussão que pretende re-significar esse espaço da casa.

## II.5: O DESPERDÍCIO DA ENERGIA NO LAR

Um dos indicadores mais flagrantes da sensibilidade humana em relação ao seu lar se dá pela observação do consumo.

### II.5.1: O desperdício de luz elétrica

Segundo pesquisas divulgadas em 2010 pela Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (Abesco), estima-se que cerca de 10% dos 430 TWh (terawatt-hora) consumidos no país a cada ano são desperdiçados, volume superior ao consumido pelo total da população do estado do Rio de Janeiro, que alcança cerca de 36 TWh. (ABESCO, 2010)



**Gráfico 5:** Consumo de energia elétrica por setor no Brasil em 2007 (Fonte: divulgação, BEN)

Esse desperdício está sim bastante ligado ao setor industrial e agrícola, porém o setor residencial tem grande participação nesses números. Do total de unidades consumidoras de energia no Brasil 85% delas é residencial. O acesso facilitado a eletrodomésticos diversos e à falta de consciência a respeito da utilização saudável desses produtos gera frequentemente o consumo exagerado de energia elétrica nos lares. Isso não só afeta o consumidor nos altos preços das contas a serem pagas como contribui para o estresse da demanda energética no país, já citado anteriormente. (ANEEL, 2008)

A possibilidade de acesso aos produtos não seria tão preocupante se não houvesse o cultivo da cultura de consumo. Muitas vezes, uma pessoa adquire um produto qualquer sem refletir sobre a real necessidade dessa compra e se seu uso será feito de forma consciente. Recorrentemente, o consumo exagerado está alinhado com a vontade de suprir uma necessidade emocional, seja de inserção social em um nicho ou de um agrado pessoal através da compra.

No contexto do ambiente residencial esse tipo de consumo acontece de forma muito curiosa. Há duas possibilidades mais flagrantes de comportamento. A primeira se dá pela falta de interesse em tornar o lar um espaço acolhedor, pois cada vez menos pessoas procuram fazer de casa um lugar para se aproveitar, relaxar e se sentir confortável. O significado de local de bem estar passa a estar em outros ambientes. A segunda possibilidade de comportamento se mostra exatamente oposta à primeira, onde se procura encher a casa de recursos para torná-la interessante. Em ambos a reflexão sobre o consumo é equivocada pois deixar de investir na melhora de casa não é uma solução interessante assim como o alto investimento sem orientação provavelmente será em vão.

### **II.5.2: Características dos ambientes escurecidos**

Abordando especificamente o caso da iluminação de ambientes, é interessante citar a sensibilidade do homem pela iluminação como elemento básico de bem estar.

A essência do raciocínio de construção de espaços através da percepção dos sentidos está contida na relação fundamental entre a luz, sombra e cor. A função do ambiente é também um dos fatores mais importantes para a determinação da relação entre espaço e luz, pois nos fala de nossas possibilidades e limitações.

Ambientes residenciais escurecidos são desestimulantes e acabam sendo combatidos na maioria das vezes com iluminação artificial.

A partir dessa constatação foi gerada uma pesquisa digital de interesses específica sobre o tema para este projeto. A pesquisa foi respondida por 64 pessoas no ano de 2014 e teve como objetivo mapear o comportamento social a respeito da utilização da luz artificial nos lares. O questionário completo pode ser encontrado na sessão de Anexos.

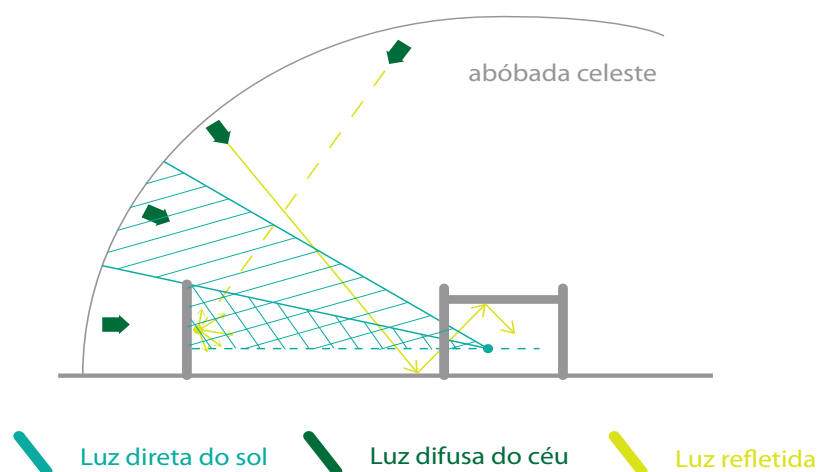
A maioria dos participantes mora em apartamento (78%) e 97% dos participantes alegou ter um ambiente escurecido em sua casa. Esses ambientes mais escurecidos são preferencialmente banheiros e corredores, respectivamente. Mais da metade dos participantes alega se incomodar com esse fato, mas não tem opção de não utilização do cômodo. A grande maioria (72%) acaba, então, usando a luz artificial para combater esse problema.

### II.5.3: Requisitos e restrições em iluminação natural de ambientes

Devemos buscar então uma maneira viável e efetiva de evitar esse cenário, fazendo com que o morador se sinta confortável em usar aquele ambiente.

O desempenho da luz solar direta e refletida depende da latitude e do clima, relacionados com a frequência da nebulosidade. No Brasil, o clima predominante é quente e úmido, onde o céu aparece parcialmente nublado e com muita luminosidade, em decorrência, principalmente, na quantidade de vapor d'água na atmosfera. (PROCEL, 2011)

Aprofundando o conceito de iluminação natural, toda a luz natural que chega a uma edificação é constituída por três componentes: luz direta do sol, luz difusa do céu e luz



**Gráfico 6:** Esquema de incidência de luz em um ambiente fechado (Fonte: elaboração própria)

refletida pelo solo e outras superfícies do entorno construído (prédios vizinhos e vegetação, por exemplo). Todos esses três componentes atingem o ambiente respeitando a lei física

de reflexão dos raios luminosos. Quando um raio de luz incide sob uma superfície ele é rebatido com o mesmo ângulo de incidência na superfície. O raio luminoso não faz curvas (gráfico 6). (PROCEL, 2011)

Os valores da luz natural observados nos espaços abertos, durante grande parte do dia, excedem as quantidades de luz requeridas para quase todas as tarefas (pelo menos as mais comuns a serem executadas em espaços fechados ou atividades internas). No Brasil, esses valores ultrapassam e muito essas quantidades requeridas, evidenciando ainda mais essa abundância. (PROCEL, 2011)

Para o aproveitamento saudável e uniforme da luz natural para iluminação de ambientes é preferível se utilizar da iluminação difusa do céu, que atua durante todo o dia com mais uniformidade. Ao contrário da luz direta do Sol que pode muitas vezes causar transtornos para o morador como aumento de temperaturas e iluminação localizada exagerada. (PROCEL, 2011)

A iluminação concebida desta forma pode ser explicada como sendo uma das peças fundamentais da verdadeira Arquitetura. Somado a isso, é importante o entendimento de quais elementos básicos da percepção devem ser considerados, para que possa ser criado um espaço que corresponda às expectativas de quem vai efetivamente utiliza-lo.

## II.6: ANÁLISE DE SIMILARES

A partir das análises feitas anteriormente, é possível compreender que este projeto propõe a geração de um produto que não tem concorrente direto no mercado. Por isso, é extremamente importante a etapa de levantamento de dados. Assim, é possível embasar a criação considerando o que já foi pesquisado e aplicado atualmente e unir contextos e soluções existentes à futuras ideias, conceitos e aplicações.

### II.6.1: Levantamento de similares

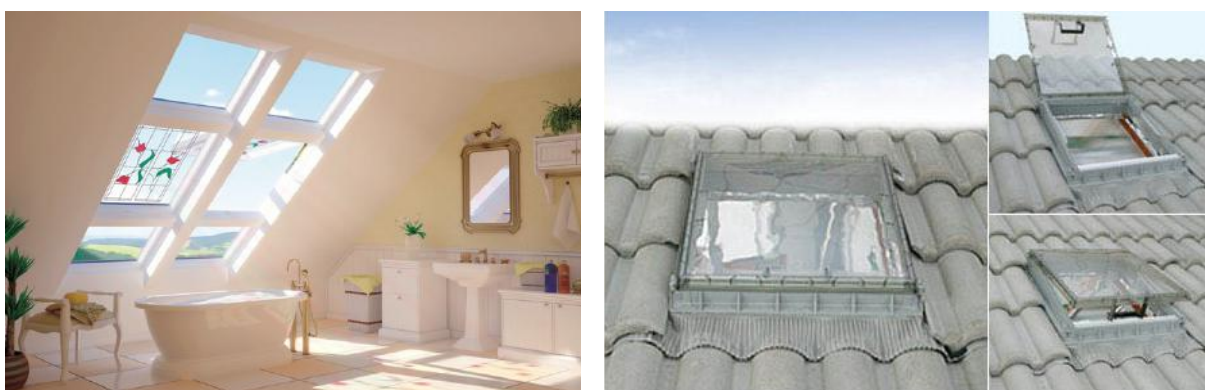
Para este caso específico, foram exploradas iniciativas projetuais que considerassem a iluminação natural de ambientes como intuito principal. Essa exploração ocorreu através de uma pesquisa profunda, incluindo a consulta de sites de lojas, artigos teóricos, sites de profissionais da arquitetura e engenharia além de visitação de lojas físicas. Foram listados e

analisados a seguir os produtos encontrados no mercado atualmente. Esses produtos foram separados em duas categorias de análise: produtos correntes e produtos inovadores

## PRODUTOS CORRENTES

Dizem respeito a produtos de uso corrente e mais imediato quando se quer utilizar a luz do sol como fonte de iluminação para um ambiente. Geralmente não possuem grandes inovações e ocorrem em grande frequência em lojas de bricolagem.

### Claraboia



**Figura 2:** Claraboia (Fonte: divulgação, Domus Hall)

As claraboias são estruturas utilizadas desde a Roma antiga. É uma abertura no alto das edificações destinada a permitir a entrada de luz e algumas permitem a circulação de ar no ambiente. Nesse caso elas podem ter aberturas fixas ou móveis, permitindo ou bloqueando a ventilação, podendo ser de forma manual ou elétrica. Essas coberturas podem ser mais comumente de vidro ou policarbonato. Os formatos são diversos, podendo ser claraboias abobadas ou piramidais de materiais poliméricos. A claraboia abobada pode ainda ser prismática, onde oferece uma entrada de luz mais suave no ambiente, e a acrílica que oferece maior proteção contra o tempo frio. A piramidal é utilizada para iluminar ambientes extensos e exige forte estrutura do teto. A de polímeros é mais leve que a de vidro, porém pode degradar, alterando coloração e transparência ao longo do tempo.

As principais vantagens da claraboia são a boa utilização da luz do dia para iluminar ambientes internos. Além disso, o sistema gera impressão de ampliação do espaço que ilumina, pois o formato côncavo da sua cúpula faz com que a luz solar entre e se espalhe pelo cômodo. Ainda, se for do tipo que permite a passagem de ar, torna o ambiente mais ventilado nos dias de calor.

As desvantagens principais são que em caso de não tratamento do vidro para bloquear



raios UV e de uma claraboia muito grande o vidro deixa que o ambiente fique quente com a entrada de luz solar. A claraboia é também é uma estrutura difícil de limpar por conta do acesso. Se a humidade no ambiente interno for muito grande a superfície da cobertura pode criar condensação de humidade.

### Telha de vidro



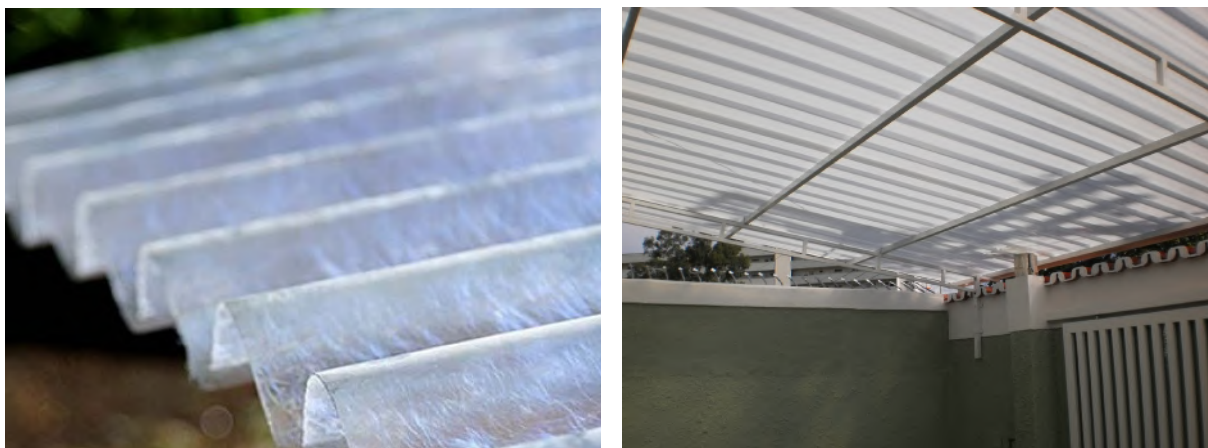
Figura 3: Telha de vidro (Fonte: divulgação, Leroy Merlin)

São peças encaixáveis para fazer acabamento e cobertura em telhado de uma casa. Assemelham-se em forma e modo de instalação às telhas comuns de barro, porém além de proteger o interior do ambiente permitem a entrada de luz. Em sua instalação devem ser intercaladas com telhas de outros materiais, como cerâmica. Existem diferentes modelos de telha de vidro que acompanham os modelos de telhas convencionais para que possam ser instaladas em todo o tipo de telhado.

A vantagem principal é o fato do material não sofrer corrosão com o tempo. Isso faz com que seja um produto bastante resistente, durável e de fácil manuseio. Há disponibilidade de diversos modelos no mercado, e pode ser distribuído em diversas disposições além de requerer baixa manutenção em sua vida útil.

As maiores desvantagens são o preço e o isolamento térmico. A telha de vidro tem custo mais alto em relação à telha convencional de barro. Se o vidro não for tratado, deixa que o ambiente fique quente com a entrada de luz solar. O vidro por si só é um material que oferece baixo isolamento acústico e térmico.

### Telha de fibra de vidro



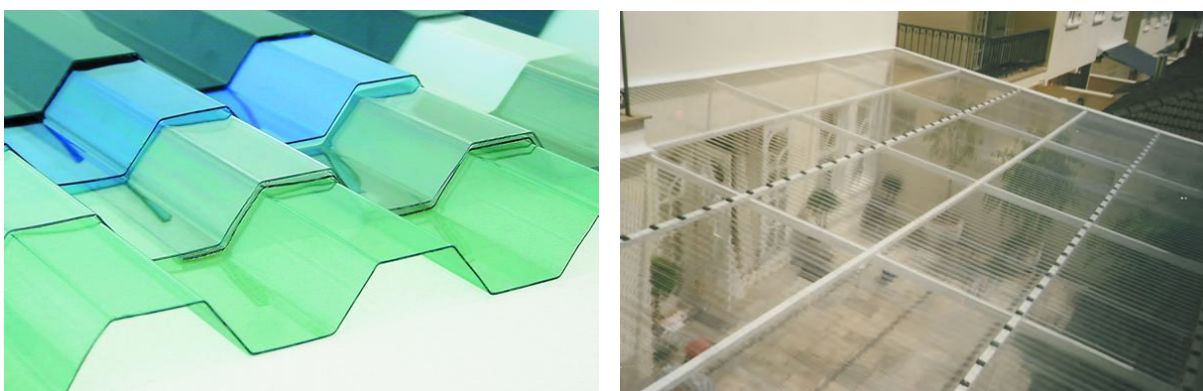
**Figura 4:** Telha de fibra de vidro (Fonte: divulgação, Fort Lev)

Esse tipo de produto é bem conhecido em diversas construções. É uma peça de fibra de vidro com ondulações que permitem apoio e encaixe entre si. A fibra de vidro proporciona a passagem parcial da luz por ser um material translúcido, porém não totalmente transparente. Ele possui cristais e ranhuras típicas do material alternadas em sua superfície, o que gera difusão da luz. É ótimo para a cobertura de ambientes ao ar livre como varandas e quintais.

A telha de fibra de vidro é um material leve e é um dos mais baratos em relação aos materiais oferecidos no mercado. Sua instalação é muito simples, pois permite perfuração e cortes.

Porém, sua resistência contra choques e fortes ventos é muito baixa. Em dias de chuva gera bastante barulho para o recinto, o que pode ser bastante desconfortável. Fornece pouco isolamento térmico e pode sofrer expansões e contrações em sua estrutura conforme flutuações de temperatura.

### Telha de policarbonato



**Figura 5:** Telha de policarbonato (Fonte: divulgação, Poly Solution)

Esta telha tem propriedades muito parecidas com a telha de fibra de vidro, porém sua superfície é mais uniforme e transparente do que a anterior. Além disso, podem ser encontradas em diversos formatos, inclusive plano.

O policarbonato é um material que oferece alta resistência a impactos. A telha pode receber tratamento para bloquear raios UV o que garante uma vida útil muito maior do que outros tipos de telha de materiais sintéticos, fazendo com que transmita uma menor quantidade de calor e não amarele. É um material auto extingüível o que significa que em caso de incêndio ele não contribui para a propagação do fogo.

Em dias de chuva gera bastante barulho para o ambiente o que pode ser bastante desconfortável. Mesmo sendo resistente a impactos não deve ser considerado como cobertura muito extensa por conta do risco de arrombamento.

### Tijolo de vidro



**Figura 6:** Tijolo de vidro (Fonte: divulgação, Leroy Merlin)

O tijolo de vidro é um material que substitui o tijolo convencional na construção. É de formato quadrado, constituído por paredes de vidro com camada de ar entre elas. Pode ser facilmente encontrado em diversas cores e acabamentos: liso, ondulado, transparente, translúcido ou em bastonetes. Além disso, podem constituir paredes completamente cobertas, gerando vedação completa ou podem ser vazados permitindo a circulação de ar no ambiente.

Pelo fato de ser um material já pronto para construção, não exige qualquer acabamento com pintura ou verniz após a aplicação. Permite diferentes tipos de disposição e desenhos, podendo ocorrer em pontos específicos da parede como abertura de pontos de luz ou mesmo pode ser a composição de uma divisória ou parede inteira.

Porém a utilização do tijolo de vidro pode acarretar em algumas desvantagens. No caso da construção de uma parede inteira com esse material, é importante entender que esta não deve ser considerada uma parede estrutural, não podendo suportar grandes pesos. Os tijolos de vidro também não devem ser utilizados em ambientes com temperatura inferior a 4°C. Por fim, são de custo bem mais elevado em relação aos tijolos comuns.

## PRODUTOS INOVADORES

Entende-se por produtos inovadores aqueles que utilizam de tecnologias diversas para agregar funções e utilidade variadas ao produto, se aproximando um pouco mais da proposta deste projeto. Muitas vezes deixam de ser apenas um material usado na construção para ser um produto com um pouco mais de complexidade e valor agregado. É interessante considerá-los como comparação pois se propõem a resolver as mesmas questões dos produtos correntes.

### Solatube

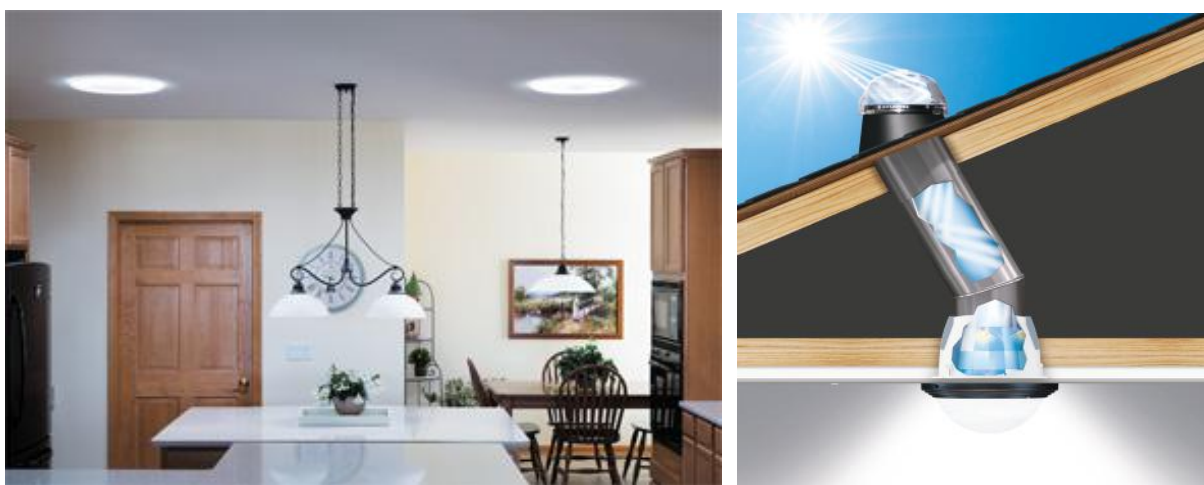


Figura 7: Solatube (Fonte: divulgação, Solatube)

É um sistema de iluminação criado na Austrália nos anos 1980 e tem a função de iluminar ambientes internos através de um sistema integrado. Ele inclui uma cúpula externa captadora, tubulação espelhada e difusores internos em forma de lente prismática, que leva a luz do sol do ambiente externo para o ambiente interno. Pode ser instalado tanto em casas quanto em espaços comerciais de um ou mais pavimentos. Possui ainda diversos modelos de sistemas, com desdobramentos funcionais como regulação da luz que atinge o interior, sistemas de ventilação inteligentes que evitam a condensação e ainda lâmpadas de LED que fazem a iluminação noturna.

Pode ser adaptado a muitos tipos de cômodos e a muitos tipos de construções por conta

dos diferentes tipos de peças disponíveis. Os acessórios extras permitem a resolução de diversos problemas normalmente encontrados nos sistemas comuns de iluminação natural, como condensação nas superfícies do sistema. É de fácil instalação e possui representantes em todo o mundo inclusive no Brasil.

Todo esse complexo sistema acarreta diversas pesquisas e complexo desenvolvimento, por isso de todas as opções é o sistema mais caro, assim sendo, pouquíssimo acessível para a grande parcela da população brasileira.

### **Aluminate**



**Figura 8:** Aluminate (Fonte: divulgação, Tube Light)

Este produto se propõe a ser uma estrutura de rebatimento da luz do sol para dentro do ambiente. A maior utilização de luz natural faz com que a demanda por luz artificial seja menor e com isso haja redução do consumo elétrico. Ele pode ser instalado em janelas de até 10 metros de comprimento através de um completo manual de instruções de instalação que acompanha o produto e também está disponível online.

Sua efetividade é garantida pela superfície horizontal texturizada que fica alinhada perpendicular à janela e recebe a luz do sol que é rebatida para o cômodo. Toda a sua estrutura, que fica instalada para dentro do ambiente a ser iluminado, é projetada usando alumínio reciclado.

### **II.6.2: Estratégias de Compatibilização**

Para gerar uma análise efetiva dos similares escolhidos, decidimos propor temas que

gerassem características de compatibilização entre eles. Dessa forma podemos englobar e comparar soluções.

### **Material reciclável/reutilizável**

Se no contexto deste projeto estamos considerando o aproveitamento da luz solar para reduzir gastos e resíduos é importante ficar atento ao potencial de reciclagem ou reuso dos materiais usados nos projetos.

Nem todos os materiais poliméricos são recicláveis mas a conscientização de utilização de polímeros termoplásticos (que permitem reciclagem) é incentivada tanto pelas indústrias que lucram com processos facilitados pelo reaproveitamento de matéria prima, quanto por políticas públicas de ressignificação do plástico em todo o mundo.

A porcentagem de vidros reciclados no Brasil vem aumentando bastante nos últimos anos. Cerca de metade de todo o vidro produzido já é reciclado hoje. Porém, se for mal descartado, o vidro pode demorar até 1 milhão de anos para se decompor na natureza, é o material que leva mais tempo para ser absorvido novamente.

O alumínio também é um material de destaque quando se fala de reciclagem. Ela ocorre basicamente pelo derretimento da matéria e sua utilização para novos produtos. Não são todos os produtos de alumínio que aceitam bem a matéria prima reciclada. Porém esse é um processo que já é bastante utilizado já que é muito menos custoso do que a produção do alumínio fazendo com que ele seja o líder em porcentagem de reciclagem no Brasil e no mundo.

Outra característica que dificulta a reciclagem e o reuso é a utilização de muitos tipos diferentes de materiais num mesmo produto. A separação desses materiais costuma ser muito difícil e muitas vezes chega a ser inviável.

Nessa análise, o Solatube fica em desvantagem por ser constituído de um sistema bastante complexo de peças e materiais. A telha de fibra de vidro também apresenta dificuldade no processo de reciclagem por ser composto por filamentos muito finos de vidro agregados pela aplicação de resinas e outros compostos solúveis. A separação de todos esses componentes é inviável. O Aluminate por exemplo apresenta vantagens por ser basicamente todo constituído de alumínio.

### **Vida útil**

A maioria dos produtos analisados possui uma vida útil relativamente longa, pois são itens de arquitetura e construção civil. Exigem instalações seguras e propõem funções que afetam

a construção como um todo. Arranhões ou trincos na superfície de uma telha ou tijolo de vidro podem expressar a necessidade de troca dos itens.

Dentre eles o produto mais frágil é a telha de fibra de vidro, por sua baixa resistência a choques.

### **Acesso de aquisição**

Normalmente neste nicho os produtos que possuem maior efetividade são os mais caros. Porém nem todos os produtos listados têm a pretensão de atingir os mesmos objetivos finais de intensidade e conforto na iluminação natural do ambiente. A telha de policarbonato, novamente, é o item mais barato analisado e cumpre bem a função de se portar como cobertura translúcida para áreas preferencialmente abertas. É interessante compreender sempre o que se quer atingir com o produto para que determinadas reflexões a respeito de custo e benefício não ocorram de forma equivocada.

### **Instalação e manutenção**

Também por serem itens de construção civil os produtos analisados têm de uma forma geral a dificuldade de instalação como característica. Alguns são mais complexos, como o Solatube que exige contratação de pessoal treinado para a análise da edificação, furação e instalação de todo o sistema. Fazer todo esse processo sozinho seria uma tarefa muito longa e provavelmente uma atitude equivocada do cliente, isso faz com que este seja o produto analisado de maior dificuldade de instalação e manutenção. Mesmo os produtos de mais simples manejo como o tijolo de vidro ou o Aluminate exigem conhecimentos específicos de montagem, alinhamento e fixação além de ferramentas adequadas para realiza-los.

Isso aponta uma tendência desvantajosa do mercado, que não está adaptado para alternativas de fácil acesso e instalação individual, com possíveis chances de troca ou manutenção do sistema.

Pensando nessa questão entendemos que seria interessante aproveitar a própria janela já instalada nas residências como um potencial foco de estudo para a geração de novos mecanismos.

### **II.6.3: Os tipos de janelas**

Considerando que entendemos a necessidade de se desenvolver um produto para a

acomodação em janelas previamente instaladas, é importante entender também quais são os tipos de janelas existentes no mercado.

As janelas ocorrem em formatos diversos com funções específicas. Por mais que a variação de materiais e formas produzidas seja extensa, as janelas estão classificadas em sete categorias, que veremos a seguir:

### **Janela de Correr**

Abertura de folha dupla ou de número superior orientada por trilho. Por isso, as folhas não ficam projetadas para dentro ou fora do cômodo. Tipo de janela mais comum, utilizada em cômodos principais, como salas, quartos e escritórios.

### **Janela Projetante**

Abertura de folha simples projetada para fora do cômodo. O movimento é orientado por eixo localizado no topo da esquadria. Tipo de janela utilizada para cômodos menores, como áreas de serviço e banheiros.

### **Janela de Abrir – Folha Dupla**

Abertura de folha dupla projetada para dentro e/ou fora do cômodo, dependendo da limitação da esquadria. O movimento é orientado por dois eixos, um para cada folha, localizados nas laterais da esquadria. Tipo de janela pouco utilizada em construções modernas. Ocorre mais em casas e está normalmente em cômodos principais.

### **Janela de Abrir – Folha Simples**

Abertura de folha simples projetada para dentro e/ou fora do cômodo, dependendo da limitação da esquadria. O movimento é orientado por um eixo, localizado na lateral da esquadria. Tipo de janela pouco utilizada em construções modernas. Ocorre frequentemente em casas e está normalmente em cômodos principais.

### **Janela Pivotante Horizontal**

Abertura de folha simples que gira em um eixo central e horizontal. Parte da folha é projetada para dentro e parte para fora do cômodo. Quando há a utilização de pivô com ajuste de freio, pode haver projeção total da folha para fora do cômodo. Tipo de janela



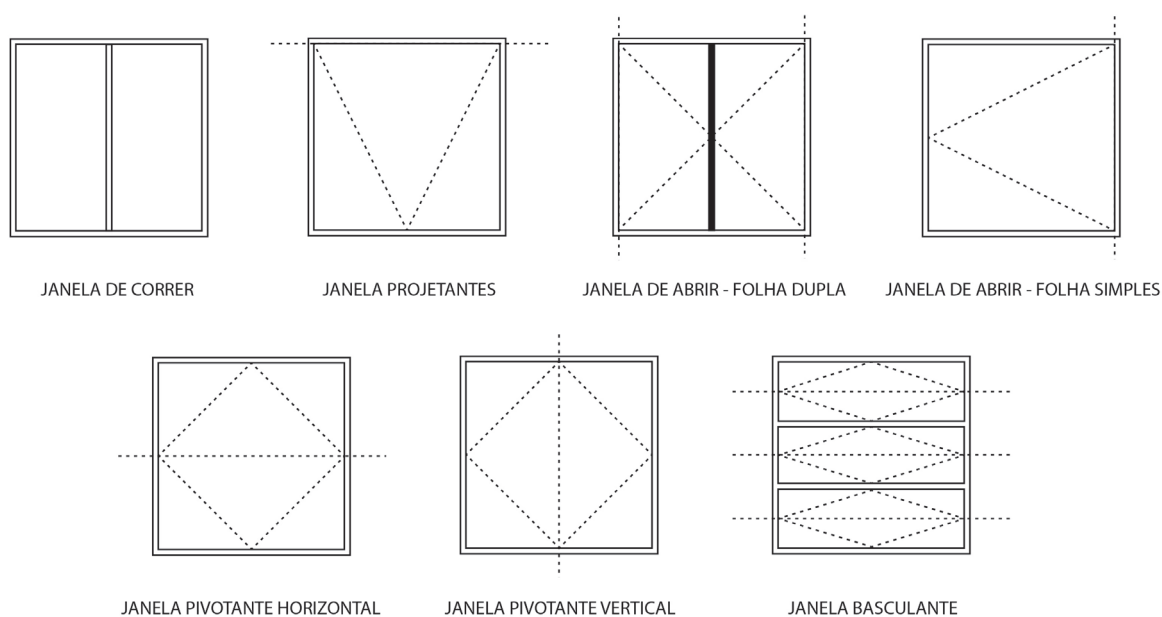
bastante utilizada para áreas de serviço, banheiros ou como parte de ventilação para janelas mistas.

### Janela Pivotante Vertical

Abertura de folha simples que gira em um eixo central e vertical. Quando aberta, parte da folha é projetada para dentro e parte para fora do cômodo. Tipo de janela bastante utilizada para áreas de serviço, banheiros ou como parte de ventilação para janelas mistas.

### Janela Basculante

Abertura de folha dupla ou de número superior. As folhas giram horizontalmente cada uma em um eixo que fica no centro das folhas assim como a janela pivotante horizontal. A abertura das folhas ocorre conjuntamente e é comandada por uma única alavanca. Tipo de janela bastante utilizada para áreas de serviço, banheiros ou como parte de ventilação para janelas mistas e está normalmente localizada na porção superior da parede instalada.



**Figura 9:** Tipos de janelas (Fonte: elaboração própria)

### Conclusões

Neste ponto é importante citar um dos fatos interessantes encontrados na pesquisa de interesses feita para este projeto e citada anteriormente. A janela basculante foi a mais citada entre os tipos de janela que estão instaladas nos ambientes escurecidos das casas dos entrevistados.

Por esse motivo e pela real pertinência desse tipo de janelas em ambientes como banheiros,

corredores, quartos de dependência, cozinhas e áreas de serviço iremos trabalhar com este tipo de janela.

Em seguida é possível entender melhor o funcionamento, materiais e medidas das janelas basculantes existentes no mercado.

#### II.6.4: A janela basculante

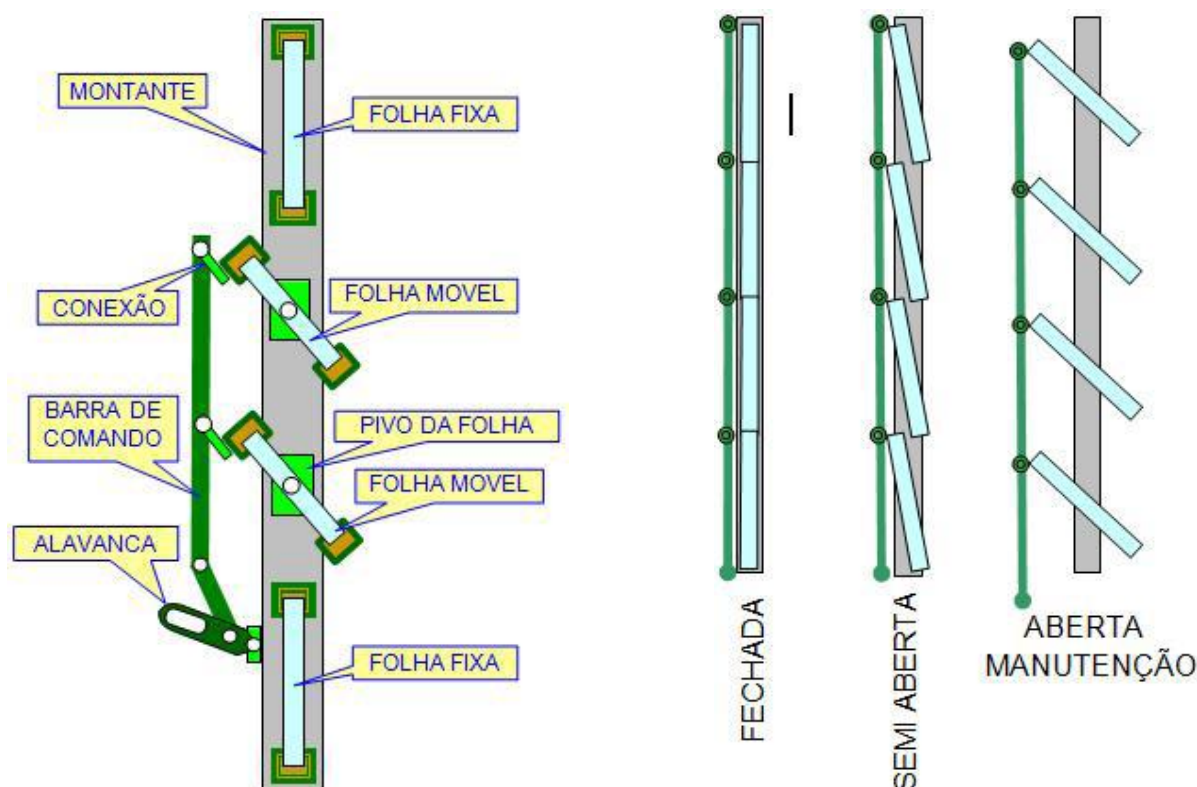


Figura 10: Partes e funcionamento da janela basculante (Fonte: divulgação, C&C)

A janela basculante possui essa nomenclatura pois funciona através de um báculo. Este é um sistema coordenado de alavancas que é usado para pivotar todas as folhas da janela ao mesmo tempo no mesmo ângulo. Vejamos a seguir as partes constituintes da janela.

As janelas basculantes são compostas pela esquadria que estrutura toda a janela, denominada montante. Fixada a ele estão as folhas que são peças retangulares de vidro com esquadrias encaixadas nas arestas para proteção e auxílio no encaixe do sistema.

As folhas fixas se localizam na parte superior e/ou inferior do montante e servem de batente para limitar a rotação das folhas móveis. A quantidade de folhas fixas varia de acordo com o dimensionamento e modelo da janela. Em raros modelos, bastante antigos, não há folhas fixas. Isso gera maior fragilidade a todo o sistema principalmente se a janela tiver grandes

dimensões. Por esse motivo, não é mais encontrado no mercado janelas do tipo basculante sem folhas fixas.

As folhas móveis são as destinadas a movimentar-se no sistema. Têm formato quase idêntico ao das folhas fixas, mudando apenas o desenho do perfil de esquadria para encaixe perfeito de todo o sistema e também a inclusão de eixos horizontais e centrais nas laterais da folha que guiam o seu giro e são o único ponto de fixação da folha com o montante. A quantidade de folhas móveis também varia conforme modelo e dimensionamento da janela.

O movimento das folhas móveis é coordenado e acionado pela báscula. Uma série de conexões ligam as folhas móveis  barra de comando de forma que elas permaneçam equidistantes do eixo de rotao e entre si. O número de conexões será tanto quanto o número de folhas móveis. Uma alavanca conectada  barra de comando e ao montante pela sua ponta inferior aciona todo o sistema verticalmente. Quando está na posio vertical ela força todo o sistema a permanecer vertical também, deixando a janela fechada. Quando está em posio horizontal todo o sistema se volta para a posio mais vertical possível, determinada pelas relaes de distância entre os eixos, a barra de comando e as folhas móveis.

A angulao máxima de abertura da janela basculante não pode ser determinada, pois varia de modelo para modelo. Além disso, com o passar dos anos de utilizao esse sistema descrito acima tende a ter suas tensões um pouco enfraquecidas o que também gera variao nesse ângulo. O que  certo  que este ângulo será sempre maior que 90° em relao ao chão, proporcionando uma inclinao adequada para que não haja acesso para dentro do cômodo de chuva ou outros detritos que possam vir a atingir a janela.

Atualmente no mercado, a janela basculante  oferecida com diversidade. Para entender melhor essa oferta levamos em considerao a loja de bricolagem Leroy Merlin como estudo de caso, por oferecer boa amostragem de janelas vendidas pelos fornecedores de maior destaque no mercado em todo país.

### **Dimensionamento**

A altura das janelas varia de 400 mm a 1100 mm, havendo maior ocorrência de janelas entre 600 mm a 700 mm. A largura varia de 400 mm a 2100 mm, havendo maior ocorrência de dimensões também entre 600 mm a 700 mm.

### **Materiais**

Os materiais disponíveis são alumínio e aço, com participao de mercado bem maior de

janelas de alumínio. As janelas de aço são bem mais brutas que as janelas de alumínio. Sua estrutura é mais forte e costuma ser usada em ambientes industriais.

### Modelos

É possível encontrar modelos deste tipo de janela com uma grade acoplada ao montante para proteção. Porém a maior parte da oferta é de janelas sem grade.

### Fornecedores

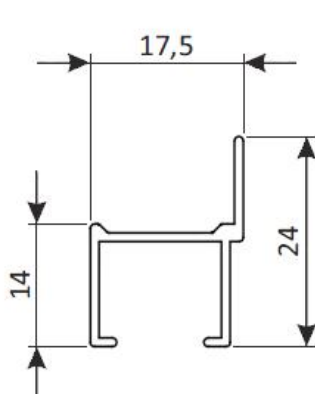
As marcas de maior expressividade no mercado de janelas de aço e alumínio são: Jap (alumínio), Sasazaki (alumínio e aço), Gravia (alumínio e aço), Atlântica (alumínio) e Ullian (alumínio e aço).

### Dimensionamento de perfis de alumínio

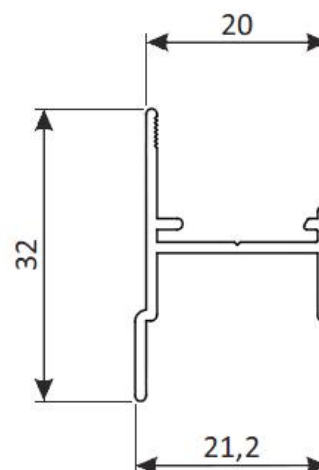
Ao analisar as esquadrias, focamos nos modelos de janelas basculantes feitas de alumínio, por conta de sua maior ocorrência em residências e conseqüente maior identificação dos consumidores.

Para esse dimensionamento específico buscamos produtores regularizados e reconhecidos. Em primeiro lugar a empresa Alcoa, uma das três maiores empresas de alumínio do mundo atuando também na pesquisa e geração de novas tecnologias de manejo do alumínio e a Alumasa com destaque como empresa nacional em produção de itens de alumínio.

Após análise minuciosa dos manuais técnicos de ambas as empresas encontramos perfis de largura variando de 17,3 mm a 25 mm. A altura total de 25 mm a 32 mm considerando as abas de batente. É possível ver alguns exemplos desses perfis com medidas abaixo.



**ALM 0002**  
0,161 Kg/m



**ALM 0700**  
0,214 Kg/m

## II.7: LISTA DE REQUISITOS E RESTRIÇÕES DO PROJETO

### Requisitos

- Gerar um produto acoplável à janelas basculantes pré-instaladas
- O mecanismo deve rebater o máximo possível de luz natural para o ambiente escurecido, usando os preceitos de reflexão da luz, de forma a aproveitá-la por mais horas do dia e/ou com maior intensidade
- Deve ser de fácil manuseio e regulagem
- Deve permitir ser desinstalado com a mesma facilidade que foi instalado

### Restrições

- Retardamento máximo dos efeitos da ação do Sol ou de outras intemperes ao longo do tempo.
- Não deve exigir habilidades ou ferramentas específicas de instalação
- Não deve ter estrutura frágil ou insegura que ameace de qualquer forma a segurança do usuário ou de outros
- Deve evitar utilizar de processos de produção ou lógicas de uso que contribuam para maiores impactos ambientais

## CAPITULO III: CONCEITUAÇÃO FORMAL DO PROJETO

---

O processo de conceituação envolve a correlação de referências formais-concretas com conceitos ideais, emocionais, relacionais que devem ser evocados pelo produto proposto. Ajudam a construir a forma e o conteúdo finais condizentes com o resultado da investigação não linear que é projetar um produto.

### III.1: FUNÇÕES PRÁTICAS, ESTÉTICAS, SIMBÓLICAS E SOCIAIS

Concordando com o que foi defendido por Bernd Löbach em seu livro “Design Industrial: bases para a configuração dos produtos industriais” acreditamos ser importante localizar o produto em desenvolvimento a respeito de algumas funções básicas. Löbach defende o exercício projetual através das funções prática, estética e simbólica. Além dessas três, incluímos a função social, extremamente condizente com toda a construção de pensamento deste projeto.

#### **Função prática**

Esta função está diretamente ligada à usabilidade do produto. Envolve as funções diretas, orgânico-corporais, de interação do usuário com o produto.

Neste projeto propomos um produto que auxilie na iluminação natural de ambientes residenciais escurecidos. Isso é feito através da utilização da luz natural que será rebatida para o interior do ambiente. A instalação deve ocorrer acoplando sua estrutura à janelas basculantes já existentes na residência, através de um mecanismo simples de fixação. A estrutura será regulável de forma acompanhar as variações de incidência da luz natural ao longo do dia e do ano e também a vontade do usuário de querer ou não essa iluminação em determinado momento. Além disso, a forma geral do produto deve lidar de maneira muito suave e natural com o possível bloqueio do acesso à janela ou à vista.

### **Função estética**

A função estética identifica o usuário com o produto através do aspecto psicológico e sensorial, durante o processo de uso. Por isso é geralmente responsável pelas características que mais prontamente fazem contato com o consumidor, já que cores, formas, texturas, sons entre outros se relacionados entre si de forma harmoniosa, cumprem a função de atrair a atenção e seduzir os usuários.

Para desenvolver um produto que se adapte o máximo possível no ambiente, não é necessariamente preciso transformá-lo em um produto invisível. Pretendemos gerar um produto interessante visualmente que combine com as janelas de forma harmoniosa, sem se portar como uma estrutura que incomoda. Essa intenção estética pode ser alcançada pela exploração de formas pouco óbvias em seus itens e escolha de materiais com acabamento leve unificando visualmente as partes.

### **Função simbólica**

Os recursos da função simbólica estão muito atrelados aos da função estética. Porém a função simbólica de um produto possibilita a associação a conceitos, emoções, sensações, premissas éticas, formas, enfim, a todo um conjunto de sinais que contribuam para uma imagem de produto com a qual o consumidor possa se identificar.

A principal sensação que queremos gerar com esse produto é a de “sentir-se em casa”. O sol não traz qualquer tipo de iluminação. A luz do sol traz calor e gera acolhimento ao mesmo tempo em que clareia e estimula. É exatamente a sensação de se estar num ambiente absolutamente agradável. Além disso, a forma que essas luzes incidem no ambiente podem ainda mais intensificar essa sensação, o que é também proporcionado pela exploração de formas fluidas da superfície refletora.

As referências principais estão no trabalho das formas e das cores, com inspiração clara no mar e seus elementos. Expressar dinamicidade, brilho, frescor, explorando bem formas curvas e contínuas são os principais recursos aplicados à essa função.

### **Função social**

A função social está mais ligada ao legado que o produto quer deixar ao ser utilizado.

Além de todas as funções descritas acima, esse projeto pretende também estimular a discussão e a reflexão sobre o consumo, sobre o real valor e a real utilidade do que nos é vendido, sobre o consumo natural e artificial e sobre o desperdício de bens.

Pretendemos também posicionar o Brasil como uma grande potência energética renovável mundial e entender as medidas tomadas considerando essa abundância esgotável. E por fim, entender a lógica do consumo e valorizar o real papel do designer como educador.

### III.2: MOOD BOARDS E REFERÊNCIAS GERAIS

Existem alguns tipos de recursos que auxiliam na investigação de referências estéticas que enriqueçam os aspectos formais do projeto. Utilizamos aqui o recurso dos *mood boards* que são painéis de impacto visual. Pretendem reunir imagens, palavras, e todos os tipos de referências que estejam englobadas em um universo.

Dividimos essa investigação estética em dois momentos: o cenário atual e o cenário desejado com a inserção do projeto.

#### Cenário Atual

Mood board de termos em brainstorm que caracterizam o cenário atual. O tamanho das palavras expressa a relevância do termo no painel:

ambientes escurecidos incômodo luz  
 artificial impessoal luz fria triste desestímulo  
 desconfortável desânimo elaborado frio digital artificial  
 monótono desperdício insensível consumo  
 fugaz caro perene pesado sem vida sólido lixo  
 quadrado poluição irresponsabilidade pobreza  
 hiperconsumo esgotamento inconsciência duro

Figura 12: Painel de termos do cenário atual (Fonte: elaboração própria)



A seguir o mood board com imagens que ilustram o cenário atual:

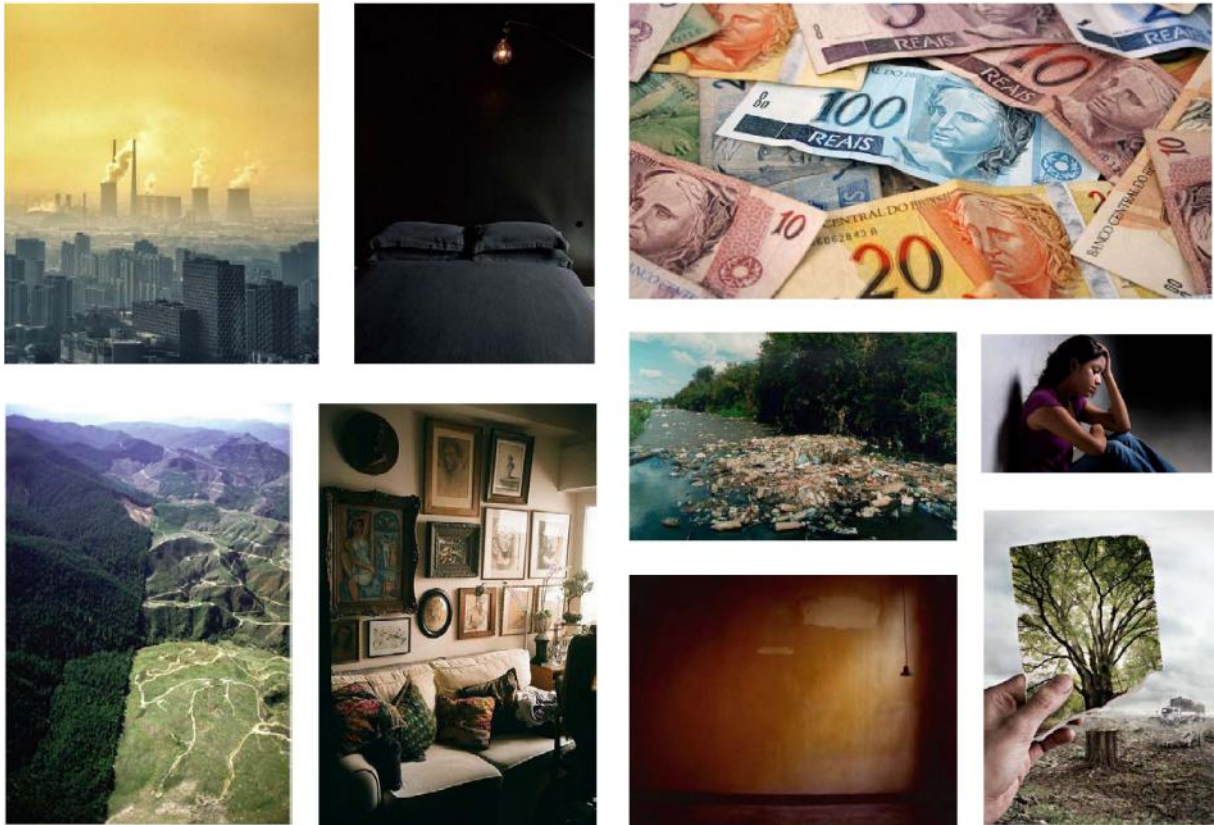
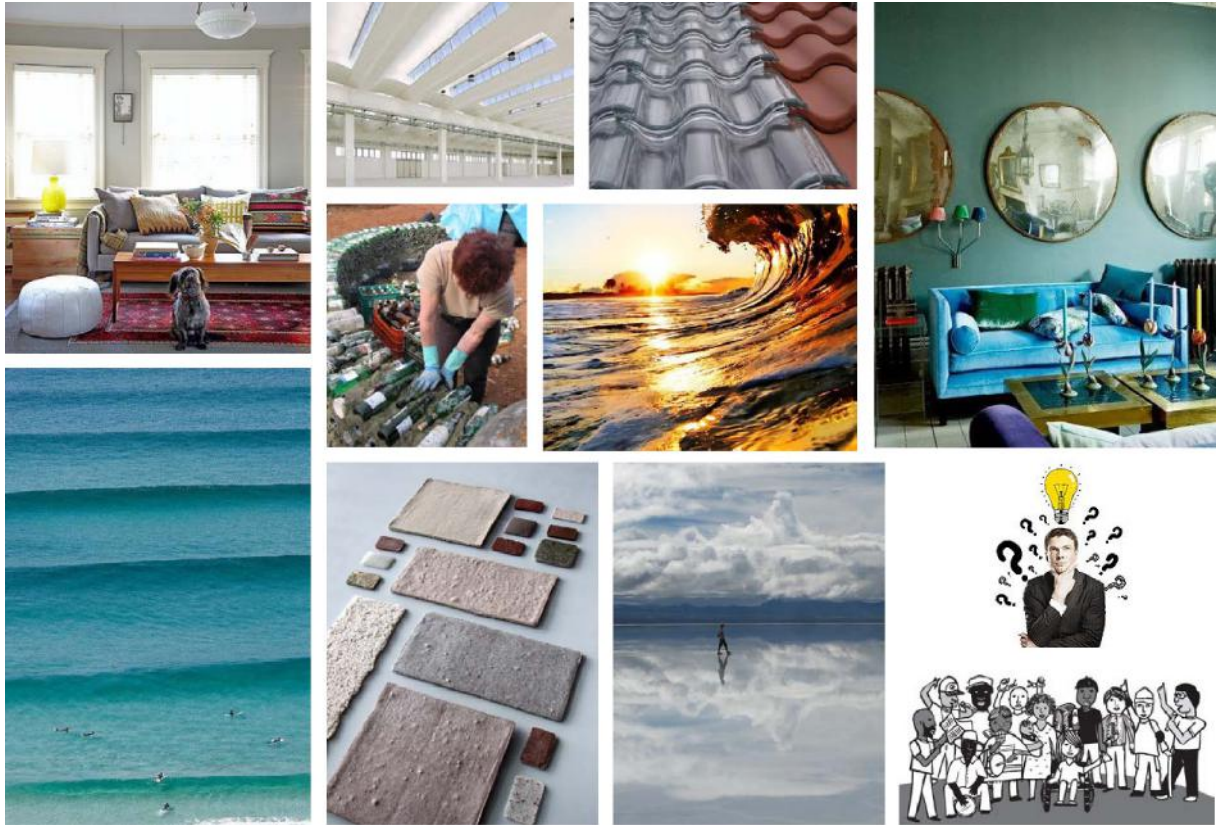


Figura 13: Pannel de imagens do cenário atual (Fonte: elaboração própria)

### Cenário Desejado

iluminação natural popular claridade vida  
 luz claridade sol carinho simples identidade acoplado  
 iluminação zenital democrático suave bem-estar  
 produtivo fácil aconchego estimulante brasileiro agradável  
 estar em casa fluido vivo curvas durável ondas espelho  
 acessível leve discreto líquido reflexão consumo  
 consiente designer como educador convexo  
 natural renovação nova perspectiva saúde design

Figura 14: Pannel de termos do cenário desejado (Fonte: elaboração própria)



**Figura 15:** Painel de imagens do cenário desejado (Fonte: elaboração própria)

Durante a elaboração deste último quadro um elemento surgiu como inspiração estética e simbólica de forma muito recorrente. A água é um elemento natural extremamente fluido. Seu formato não pode ser definido, pois este elemento tem a propriedade de se moldar a qualquer forma. É originalmente inodoro, incolor e insípido, podendo ser trabalhado em todos os sentidos. O mar é um dos maiores símbolos da água, pois onde ela ocorre em maior abundância. É também um dos maiores símbolos do Brasil, além de remeter ao frescor, à leveza, às curvas das ondas e à dinamicidade. Essas características naturalmente agregadas à água são muito pertinentes ao projeto. Desejamos desenvolver um produto que seja neutro, mas que possa se ajustar bem à diferentes lares com personalidade. Que suas formas façam parte de uma única forma, fluida e natural. Que ele possa ao mesmo tempo ser leve e presente.

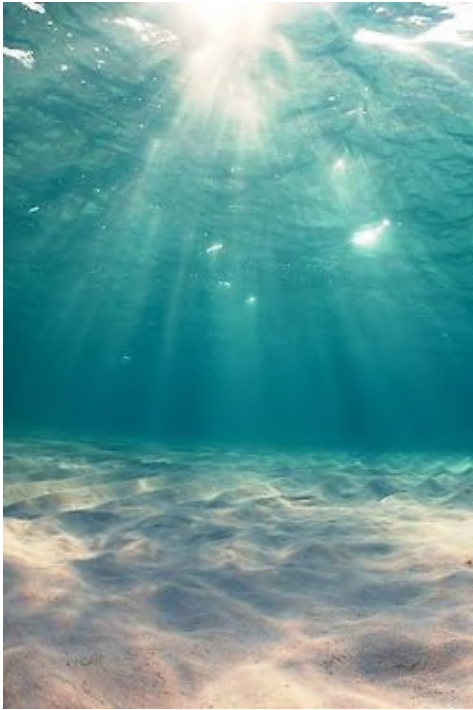


Figura 16: Painel de inspirações: água (Fonte: elaboração própria)

### III.3: CONCLUSÃO DA CONCEITUAÇÃO

O cenário que representamos como o momento atual resume bem toda a conjuntura que viemos descrevendo até então. Gasto excessivo de dinheiro e de bens naturais para sustentar um estilo de vida insustentável. Ambientes escuros que desestimulam a convivência e geram desânimo nos moradores.

É interessante também relacionarmos o cenário desejado com as funções que descrevemos e especificamos. Vemos um cenário bem mais ativo e atraente, que explicita a água como a forma natural mais inspiradora neste projeto.

## CAPITULO IV: DESENVOLVIMENTO DE ALTERNATIVAS

---

Neste capítulo, expressaremos a aplicação das referências utilizadas em diversos tipos de testes volumétricos e mecânicos que nos deram os respaldos necessários para o desenvolvimento específico do produto.

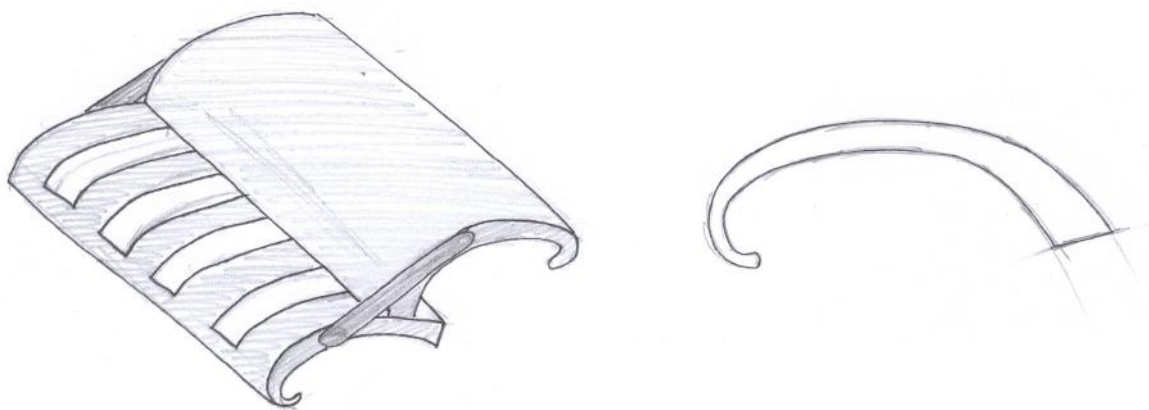
### VI.1: DESENVOLVIMENTO DE DESENHOS E PENSAMENTOS

#### **VI.1.1: Análise crítica de modelos e mecanismos**

O início da elaboração de alternativas partiu de algumas considerações num cenário teste. Primeiramente decidimos posicionar a estrutura refletora para fora da janela, de forma semelhante às bandejas de luz que são elementos já largamente utilizados na arquitetura. Essa escolha ocorreu também em decorrência de uma decisão de repercussão estética para o ambiente que será iluminado, evitando-se a estrutura iluminante dentro desse ambiente. Em segundo lugar, a partir da análise feita a respeito da janela basculante, partimos do princípio que o melhor lugar para fixar a estrutura seria as folhas móveis da janela. Isso porque parte dessas folhas já é projetada para o lado de fora, o que facilitaria bastante a projeção da estrutura acompanhando a janela.

O processo de geração de alternativas se iniciou a partir da ideia de que houvesse um único sistema, que fosse ao mesmo tempo de fixação e de reflexão da luz, que pudesse ser também projetado para fora conforme a demanda.

Foram estudadas diversas referências de estruturas articuláveis que pudessem ser reguláveis. Porém logo foi possível ver que a falta de regulação da angulação da superfície refletora poderia limitar muito o alcance da luz refletida. Nesse momento entendemos que seria mais vantajoso ter uma estrutura para fazer a fixação do sistema na janela e outra estrutura que seria responsável pela reflexão da luz. As duas estariam unidas, mas funcionariam independentemente. Para melhor entendimento do desenvolvimento a partir daqui dividiremos as soluções encontradas para o sistema de fixação e o sistema de reflexão.



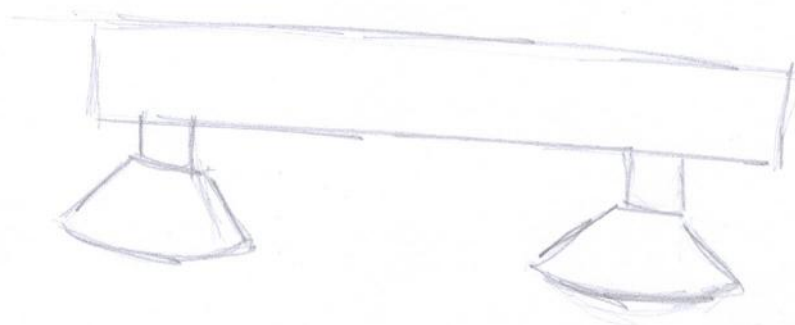
**Figura 17:** Primeiros rascunhos: opção integrada (Fonte: elaboração própria)

### **Soluções para o sistema de fixação**

Como a maior parte da superfície da janela é o vidro, inicialmente a alternativa encontrada considerava a fixação por ventosas. Seriam modelos mais potentes, já existentes no mercado de ventosas potencializadas em sistemas de vácuo por alavanca.

Essa alternativa foi descartada pela inconstância das ventosas como ponto isolado de fixação. Mesmo que houvesse uma estrutura rígida associada às ventosas ela ficaria insegura para sustentar uma estrutura projetada. Além disso, vimos que se quiséssemos garantir a efetividade da fixação por ventosas o sistema seria muito complexo e bruto. Procurávamos alternativas mais simples e intuitivas, conforme os requisitos do projeto.

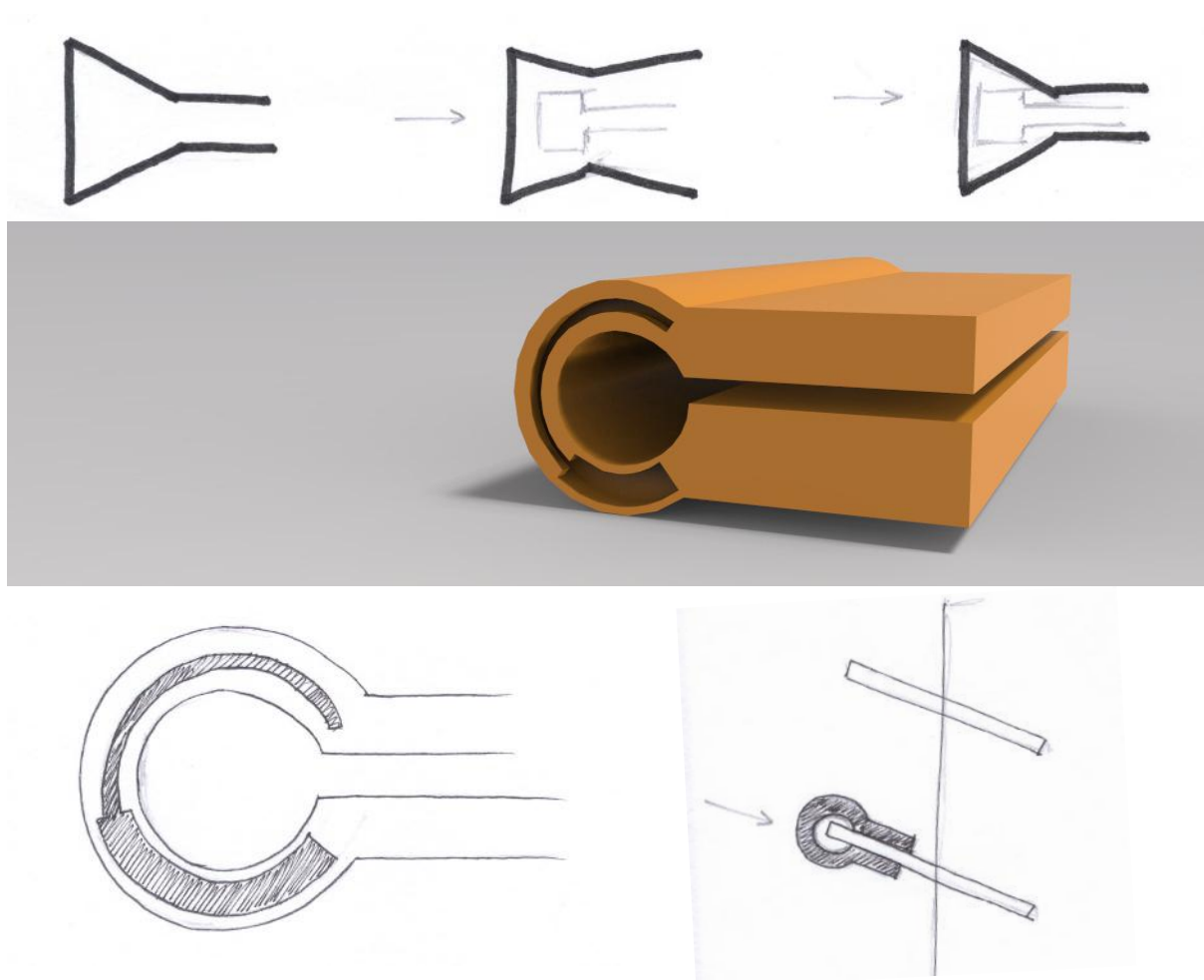
Num segundo momento voltou-se o estudo para sistemas de pregadores, grampos e cliques de fixação em geral. A ideia era desenvolver uma forma que se assemelhasse a um grande grampo que se encaixasse na folha móvel verticalmente aproveitando a esquadria



**Figura 18:** Rascunhos e foto ilustrativa de fixação por ventosa (Fonte: rascunho elaboração própria e imagem Gusmão)

como trava e o vidro como apoio. Paredes grossas paralelas e um eixo na ponta seriam o suficiente para estabilidade ao sistema.

Durante um grande período do desenvolvimento essa foi a solução considerada como mais promissora, deixando de estar apenas nos rascunhos projetuais e já ocorrendo em modelos digitais 3D e um teste volumétrico.



**Figura 19:** Rascunhos da fixação tipo grampo (Fonte: elaboração própria)

Este teste serviu para testar dimensões e encaixes desta alternativa. Foi cortado um painel de isopor de 35 mm de espessura nas dimensões calculadas para o sistema.

Após os resultados deste teste e de análises um pouco mais minuciosas algumas falhas importantes foram encontradas nessa solução. Em termos produtivos essa forma concentra muito material nas paredes muito grossas que foram projetadas como uma peça inteira. A abertura que deveria ocorrer para gerar o encaixe justo na folha estressaria demais a



**Figura 20:** Teste físico (Fonte: elaboração própria)

estrutura, fazendo com que em poucas utilizações houvesse possíveis rachaduras em vários pontos. Além disso, ela iria interferir de forma negativa aumentando o raio do eixo em trilho onde iria ocorrer a articulação do braço refletor. O teste não demonstrou falhas no sistema, porém o isopor não reproduz com fidelidade o potencial plástico de polímeros mais adequados para aplicação como materiais finais.

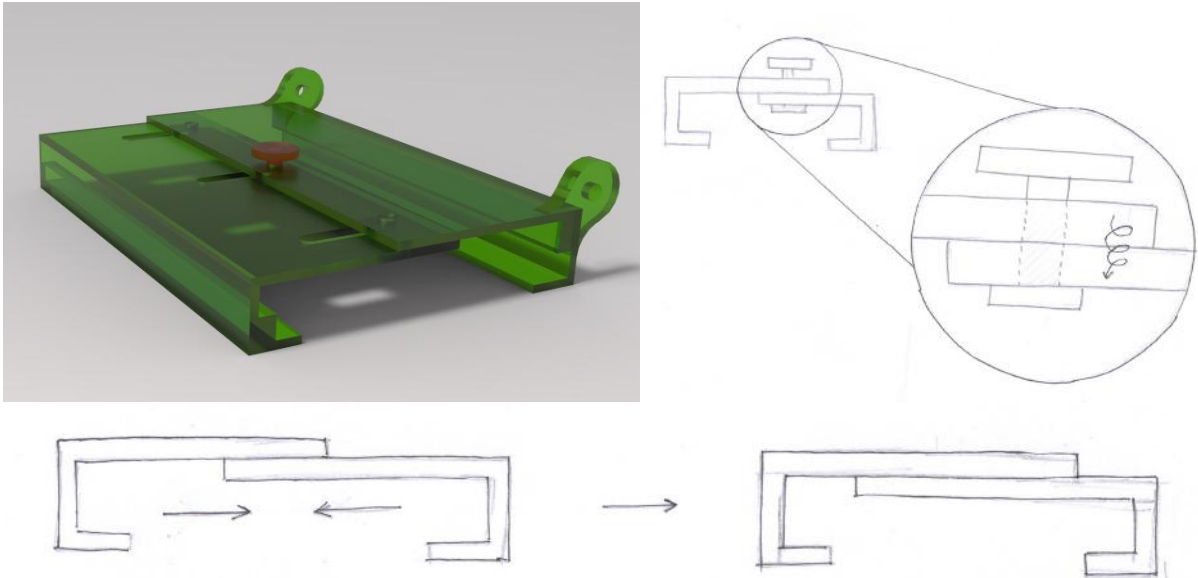
Todas essas desvantagens fizeram não só com que essa alternativa fosse descartada, mas também geraram questionamentos sobre qual seria realmente o melhor local de fixação do sistema. Considerar o apoio de todo o sistema no vidro era atestar a danificação da janela. Possíveis ventanias e chuvas geram variações mesmo que mínimas no sistema. Qualquer atrito mais significativo ou mesmo pequenos baques contra a superfície do vidro poderiam ser suficientes para rachá-lo ou mesmo quebra-lo. Essa é definitivamente uma situação que o produto não pode proporcionar.

A alternativa mais viável a partir dessas considerações seria aproveitar as esquadrias como ponto de apoio. As esquadrias são sempre mais pronunciadas do que o vidro. Apoiando a estrutura de fixação apenas nelas teríamos uma boa superfície de fixação sem nos arriscar a encostar no vidro. O local de apoio estava então definido, mas era necessário ainda formular uma fixação segura para o sistema.

Para que isso acontecesse a melhor solução seria desenvolver uma estrutura que envolvesse a folha móvel, cruzando-a de esquadria a esquadria e com ajuste de forças para tensionar o sistema, fixando-o.

Foram geradas duas alternativas considerando essa lógica de fixação. Uma composta por estruturas gêmeas em “C” com paredes desiguais que correriam uma sobre a outra fazendo a regulação conforme o tamanho da folha móvel orientados por dois eixos. Quando fosse encontrada a abertura ideal, uma rosca central é acionada e comprime as paredes das

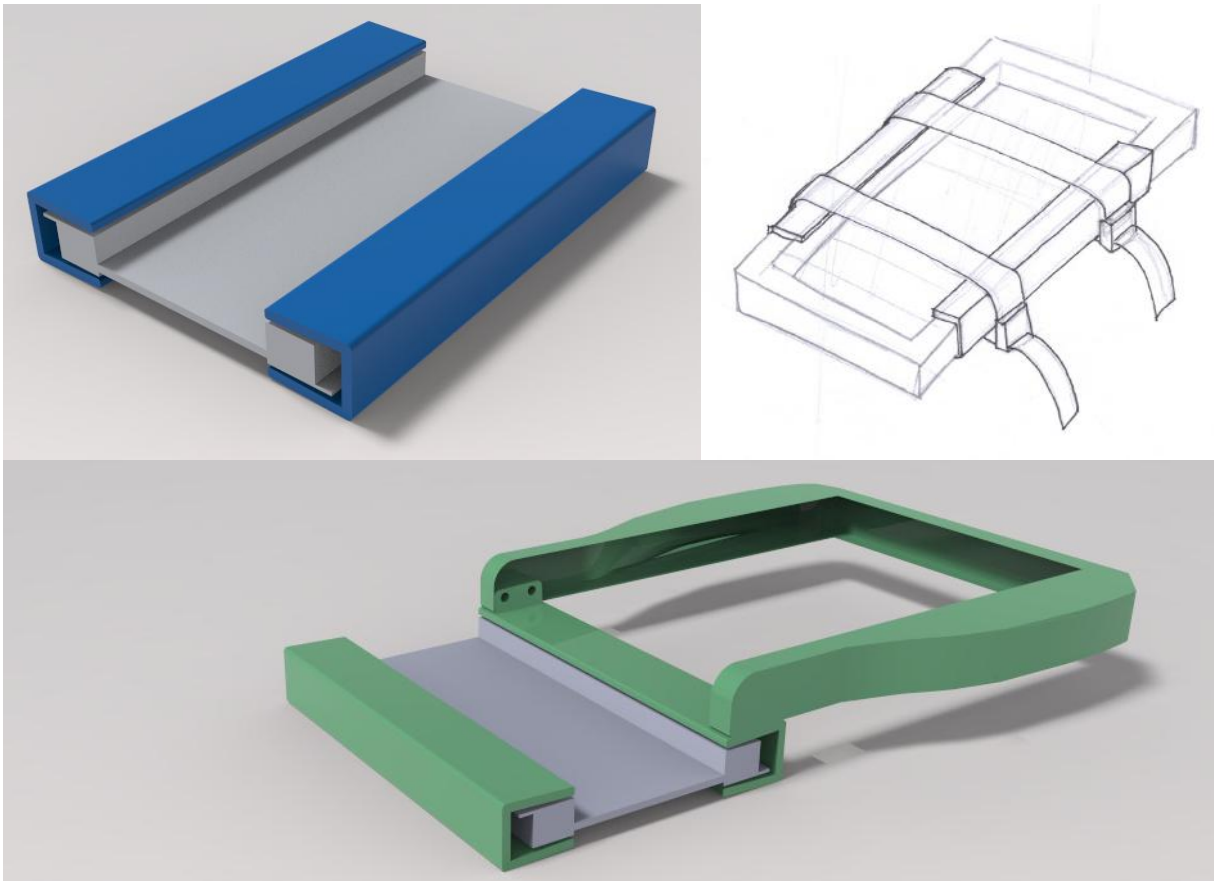




**Figura 21:** Rascunhos da fixação das estruturas em “C” (Fonte: elaboração própria)

estruturas em “C” uma contra a outra, travando o movimento.

A outra alternativa seria o desenvolvimento de dois perfis mais curtos encaixados apenas nas extremidades da esquadria. Um deles teria eixos na ponta para o encaixe da parte refletora. A fixação e conexão dos dois perfis se daria pela passagem de suas cintas com regulagem em fivela de catraca, envolvendo toda a folha móvel.



**Figura 22:** Rascunhos da fixação por cinta (Fonte: elaboração própria)

Todas as alternativas geradas considerando essa solução tinham mecanismos insatisfatórios. Seja pela complexidade de posicionar e depois travar o sistema ou pela utilização exagerada de materiais na estrutura de fixação, que acabaria tampando grande parte da folha móvel o que é um contrassenso dentro de um projeto de iluminação natural.

Neste ponto houve mais um questionamento a respeito do setor de fixação do sistema na janela. E junto a esses ocorreram os questionamentos a respeito da angulação ótima para a reflexão da luz solar. Para isso, foi elaborado um teste que foi crucial para encontrar essas importantes definições projetuais.

Para este teste, produzimos quatro paletas de 50 mm x 220 mm x 2 mm reflexivas em ambas as faces. Duas estruturas que simulam a estrutura real foram feitas em isopor de 35 mm de espessura.

Ambas as estruturas possuíam medidas guia de posicionamento das paletas para que elas



Figura 23: Teste de reflexão (Fonte: elaboração própria)

pudessem permanecer nos ângulos de  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  e  $60^\circ$  em relação à parede perpendicular. A diferença entre as estruturas é que uma delas, a menor, deixava uma distância de 5 mm entre as extremidades das paletas e a outra, a maior, deixava uma distância de 40 mm entre elas. A intenção era investigar também se o distanciamento maior ou menor entre paletas interferia na incidência de luz refletida no ambiente.

Uma caixa de papelão de dimensões 550 mm x 320 mm x 470 mm teve suas abas internas superiores forradas de branco e fez as vezes de ambiente de análise. Após totalmente lacrada, foi feita uma abertura central na largura na caixa de dimensões de 300 mm x 250 mm simulando a janela.

O teste se constituiu em posicionar as duas estruturas nos ângulos de  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  e  $60^\circ$  em relação à parede perpendicular com as paletas variando também entre  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  e  $60^\circ$ . Um fotômetro digital marcou a incidência de luz em Lux em cada uma das situações. O teste foi feito em três momentos do dia diferentes (manhã, meio do dia e fim da tarde) com exposição do sistema a tempo aberto para que fosse possível testar o mecanismo no maior número de situações e maior veracidade possível.

O teste foi bem sucedido e ao fim da amostragem, foi possível concluir que o posicionamento mais vantajoso da estrutura é a  $0^\circ$  em relação à parede. Nessa posição o fotômetro indicou variação de iluminância de quase 100% em relação ao ambiente da caixa sem o sistema de teste. Em outras posições houve também diferença nos números de iluminância, porém não tão expressivos quanto os da posição em questão. Em alguns casos, quando a estrutura estava posicionada a  $60^\circ$  algumas angulações das paletas chegavam a bloquear a entrada de luz no ambiente teste. O comportamento de angulação da paleta foi também muito satisfatório considerando a estrutura a  $0^\circ$ . Os melhores posicionamentos da paleta foram a  $0^\circ$  e  $30^\circ$ , gerando também bons números em outros posicionamentos.

A seguir, um resumo dos maiores valores em Lux encontrados em cada momento do teste:

DISTÂNCIA DE 5MM ENTRE PALETAS			
MANHÃ		10:15	2217
POSIÇÃO	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
Refletor a 0°	0°	10:20	3396
Refletor a 30°	0°	10:25	3040
Refletor a 45°	0°	10:29	2456
Refletor a 60°	60°	10:38	2283

MEIO DO DIA		13:48	844
POSIÇÃO	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
Refletor a 0°	30°	10:20	1486
Refletor a 30°	0°	10:25	796
Refletor a 45°	0°	10:29	838
Refletor a 60°	60°	10:38	434

FIM DA TARDE		17:40	249
POSIÇÃO	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
Refletor a 0°	0°	17:41	452
Refletor a 30°	0°	17:50	302
Refletor a 45°	0°	17:59	272
Refletor a 60°	0°	18:06	105

**Tabela 2:** Resultado do teste de reflexão para paletas com 5 mm de distância entre si (Fonte: elaboração própria)

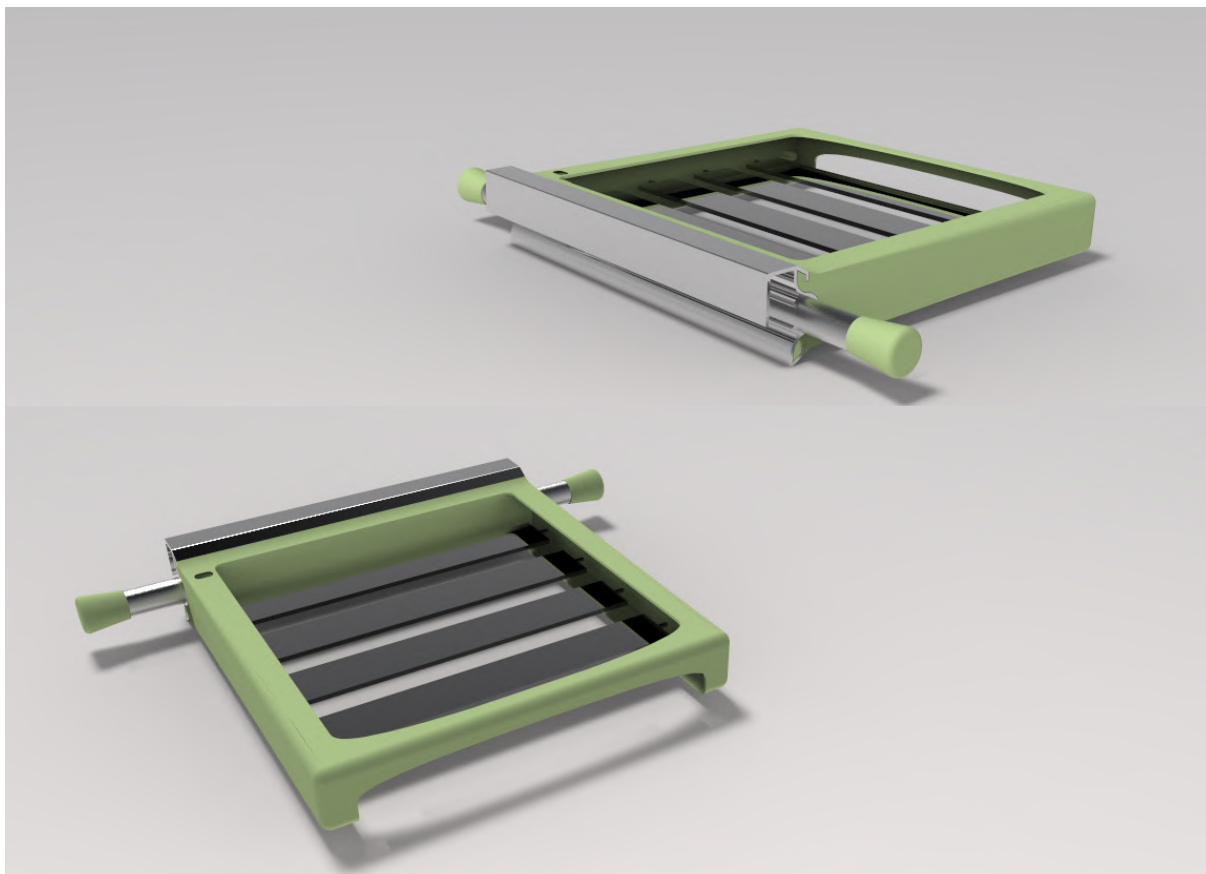
DISTÂNCIA DE 40 MM ENTRE PALETAS			
MANHÃ		10:40	2297
POSIÇÃO	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
Refletor a 0°	0°	10:42	3850
Refletor a 30°	30°	10:51	3565
Refletor a 45°	0°	10:54	2937
Refletor a 60°	45°	11:00	2232

MEIO DO DIA		14:44	614
POSIÇÃO	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
Refletor a 0°	30°	14:50	1592
Refletor a 30°	0°	14:57	970
Refletor a 45°	0°	15:08	615
Refletor a 60°	0°	15:20	795
FIM DA TARDE		18:17	120
POSIÇÃO	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
Refletor a 0°	30°	18:21	312
Refletor a 30°	0°	18:26	241
Refletor a 45°	0°	18:31	71
Refletor a 60°	0°	18:41	40

**Tabela 3:** Resultado do teste de reflexão para paletas com 40 mm de distância entre si (Fonte: elaboração própria)

A partir dos resultados obtidos entendemos que o melhor posicionamento do sistema de fixação era a 90° em relação à parede. Porém isso descartou a sua fixação na folha móvel, já que já foi visto que não é possível especificar a angulação máxima que a ela alcança. Nesse momento chegamos à conclusão de que a melhor forma de garantir o ângulo de 90° seria fixando o sistema verticalmente na folha fixa inferior da janela.

Dessa forma, o sistema complexo de fixação se reduziu a um perfil de encaixe na esquadria com formato que permite que o sistema de reflexão seja acoplado. Apenas a acomodação deste perfil na esquadria não seria o suficiente para garantir a estabilidade e a segurança da fixação. Uma barra regulável transpassante ao perfil poderia ser a solução. Utilizaríamos para isso as paredes laterais do vão próprio para a instalação de janelas em edificações. Essa barra seria rosqueada até ser travada pelas paredes, travando também qualquer movimento de instabilidade do sistema.



**Figura 24:** Rascunhos da fixação vertical com barra de regulagem (Fonte: elaboração própria)

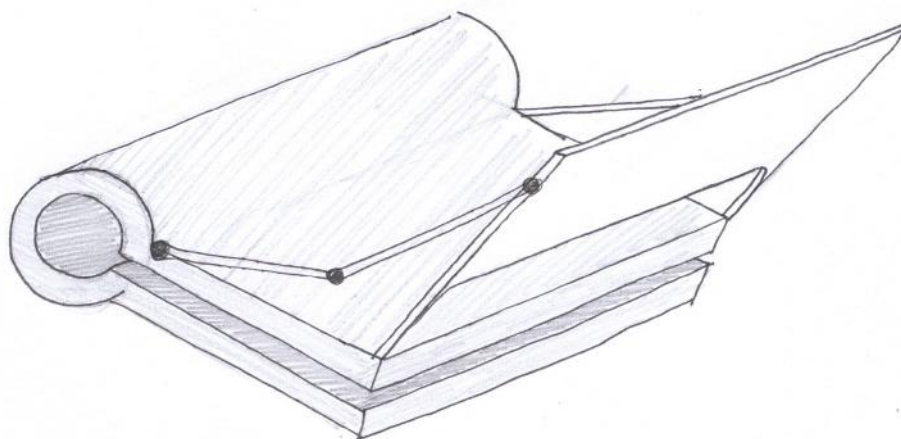
Como funcionamento, essa solução garantia a estabilidade do sistema com regulagem de fácil acesso e acionamento simples.

Numa última análise crítica de aperfeiçoamento técnico e mecânico, fizemos uma última adaptação que esclareceu o funcionamento final do sistema.

### Soluções para o sistema de reflexão

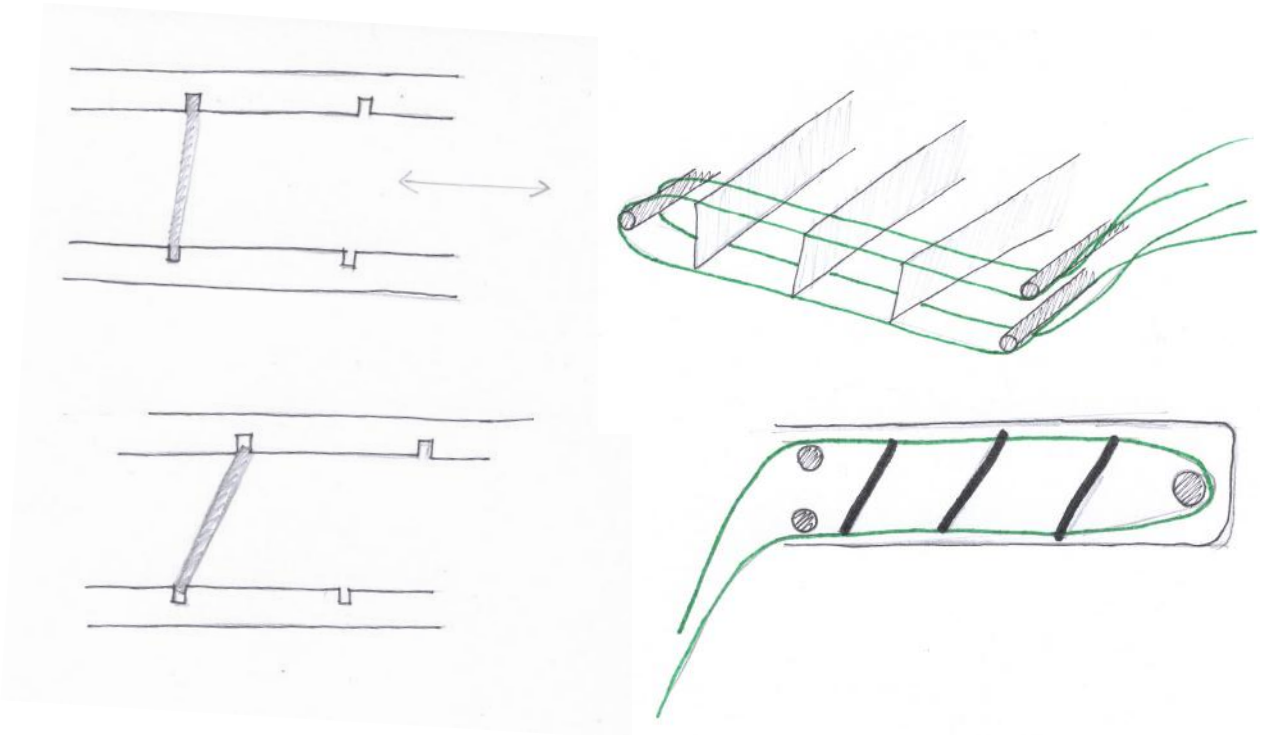
As soluções elaboradas para o sistema de reflexão permearam bastante a articulação do sistema como um todo. Isso porque a regulagem do sistema refletor poderia ser apenas da angulação da superfície refletora ou também da angulação de toda a estrutura que a comporta.

Ainda se baseando na ideia de uma superfície inteira de reflexão, pensamos de que maneiras poderíamos articular essa superfície para gerar melhor aproveitamento angular da estrutura. A alternativa desenvolvida foi de unir o sistema de fixação com o sistema de reflexão com dois braços articuláveis no centro e fixos em dois pontos.



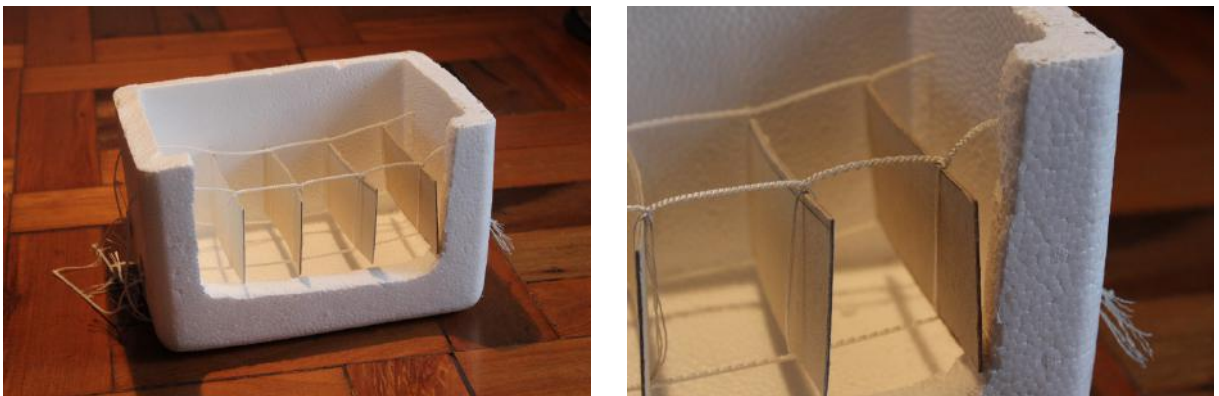
**Figura 25:** Rascunhos do sistema de reflexão inteira (Fonte: elaboração própria)

Essa solução foi descartada pela dificuldade de acionamento da regulagem e também pelo surgimento de um importante questionamento. Começamos a ponderar se uma superfície inteira, mesmo com possibilidade de angulação seria a melhor alternativa projetual. Nesse momento, surgiu a opção de desenvolver uma superfície dinâmica. Compostas por paletas que, inspiradas em cortinas do tipo persiana, pivotam ao redor de um eixo aumentando muito as possibilidades de posicionamento angular e consequente aproveitamento da luz solar.



**Figura 26:** Rascunhos do sistema de regulagem de paletas (Fonte: elaboração própria)

Era importante atestar que a regulagem e o movimento de pivotagem iria ocorrer naturalmente na posição horizontal e não apenas na posição vertical, como ocorre nas cortinas tipo persiana. Para isso foi elaborado um teste para simular este funcionamento.



**Figura 27:** Teste de regulagem (Fonte: elaboração própria)

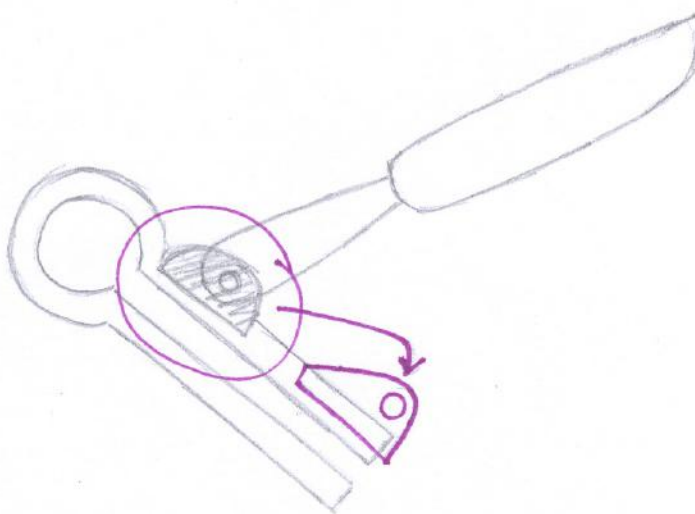
Neste teste, as paletas foram reproduzidas com papel paraná de 1 mm de espessura. A estrutura que simula a que protege o mecanismo real foi feita de isopor com furos transpassantes. Por esses furos passaram as extremidades do sistema de cordas utilizado no mercado para compor cortinas do tipo persiana. Em uma das pontas do sistema, um palito de churrasco fez as vezes de eixo para tensionar as cordas. Na outra ponta, foi



possível simular o movimento de pivô puxando a corda inferior ou a superior do sistema de cordas. O teste correu muito bem, as paletas se mantiveram bem posicionadas e pivotando o que comprovou que é possível utilizar o sistema de cordas para o pivotamento horizontal e não apenas no vertical.

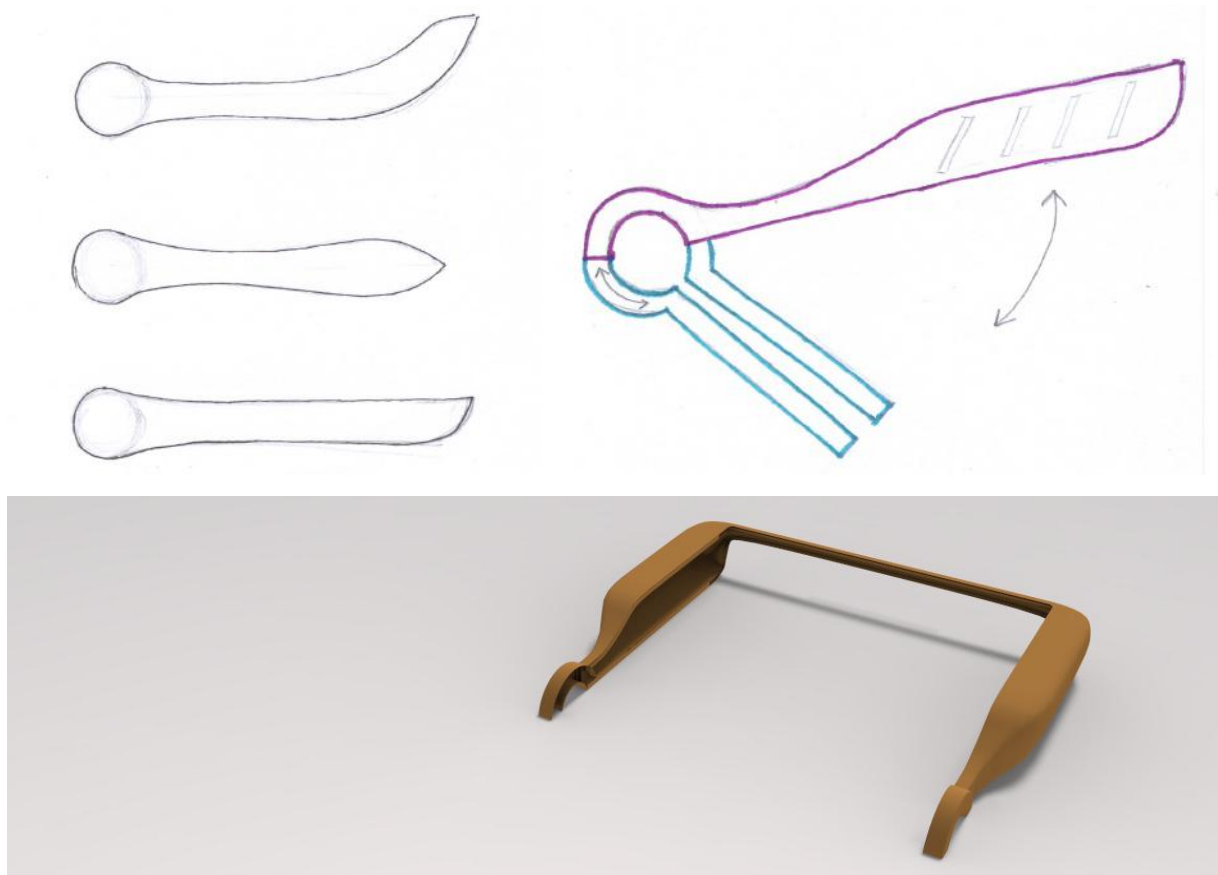
Dessa forma, essa solução persistiu como ideal até o fim da geração de alternativas. As variações giraram apenas em torno da forma como esse movimento das paletas seria acionado e como esse sistema estaria comportado dentro de uma estrutura.

Além de diversas considerações sobre a forma da estrutura de forma a torna-la mais atrativa e funcional consideramos também o posicionamento da junção do sistema refletor com o sistema de fixação. A princípio ela ocorreria mais próxima da parte interna da janela. Porém algumas desvantagens foram percebidas nisso. Primeiramente problemas referentes à funcionalidade do sistema de fixação, que serão aprofundados em seguida, invalidaram a primeira solução de união dos dois sistemas. Além disso, a proximidade da parte interna da janela limita o movimento do sistema refletor e faz com que ele fique menos exposto à luz natural. Por esses motivos a junção dos sistemas passou a ser considerada na extremidade mais projetada para fora.



**Figura 28:** Estudo sobre o local de fixação do sistema (Fonte: elaboração própria)

Nesse ponto do desenvolvimento considerávamos então dois níveis de articulação: a das paletas pivotando e da angulação da estrutura que as comporta. A princípio esse parecia ser o esquema de gerava maiores variedades de posicionamento do sistema como um todo por conta da grande variação de escolha de ângulos possível. Porém manter os dois níveis de articulação passou a gerar diversos problemas. Tanto em relação à efetividade da articulação das paletas em todos os posicionamentos da estrutura quanto em relação à permanência da estrutura nos ângulos em questão.



**Figura 29:** Estudos de forma e de modo de fixação do sistema (Fonte: elaboração própria)

Esses problemas nos fizeram avaliar qual seria o real potencial dessa variação tão grande de posicionamentos. Se não estaríamos tentando resolver problemas demais numa estrutura que não necessita de tanta complexidade. A partir dessa ponderação fizemos o teste de reflexão já citado anteriormente. Felizmente os resultados nos mostraram que as melhores incidências de luz foram encontradas com a estrutura sempre a  $90^\circ$  em relação à janela e apenas as paletas pivotando.

Com um pouco mais de raciocínio estético crítico chegamos ao resultado definitivo com solução para forma e função do sistema de reflexão.

## IV.2: CONCLUSÃO DO DESENVOLVIMENTO DE ALTERNATIVAS

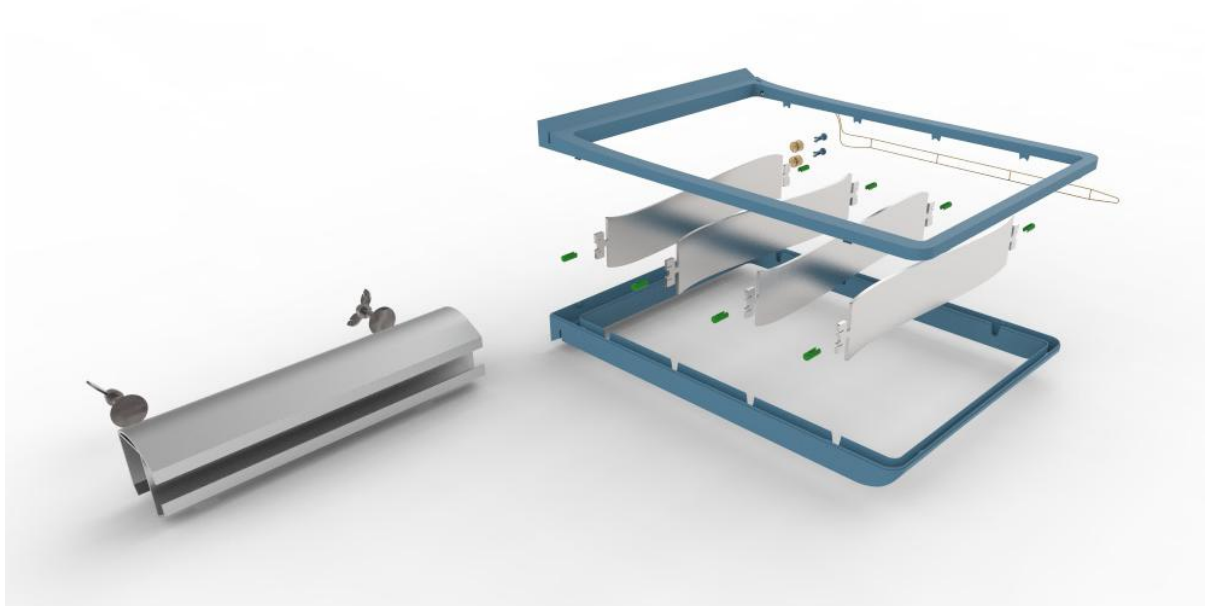
Foi interessante observar o processo de desenvolvimento de alternativas como um todo. Foi uma jornada longa, trabalhosa e muitas vezes exaustiva. Por muitas vezes as alternativas encontradas caíram por terra, mas com conclusões agora tão próximas do resultado final podemos perceber que todo o esforço foi essencial para garantir soluções de qualidade.

É necessário frisar também que diversas soluções descartadas tiveram parte de suas lógicas aproveitadas para a construção de novas alternativas. O que comprova com ainda mais propriedade a importância dessa fase projetual.

## CAPITULO V: DESENVOLVIMENTO E RESULTADO DO PROJETO

---

### V.1: DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS



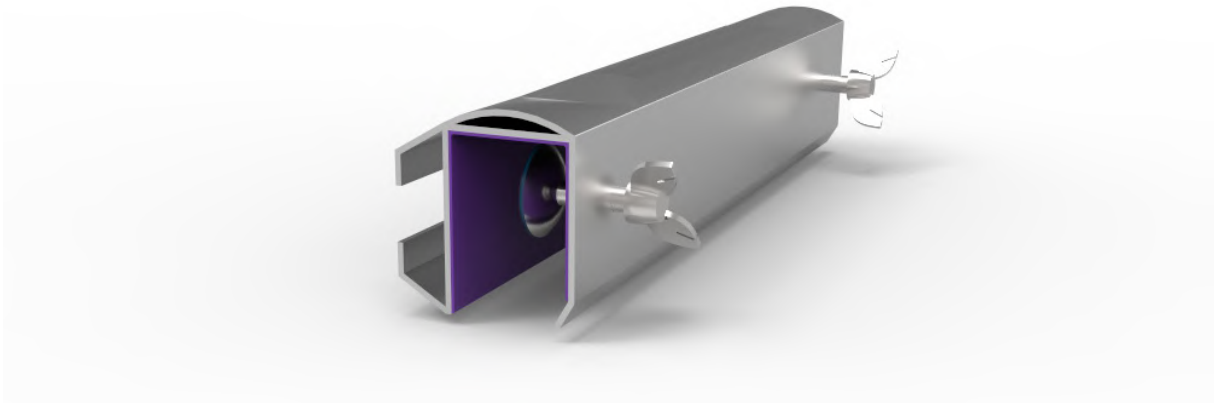
**Figura 30:** Perspectiva explodida de todos os componentes (Fonte: elaboração própria)

O produto final é constituído por dois grandes sistemas, que são acoplados entre si. O sistema de fixação e o sistema de reflexão. Para facilitar a compreensão das partes vamos dividir a descrição dos elementos nesses dois sistemas.

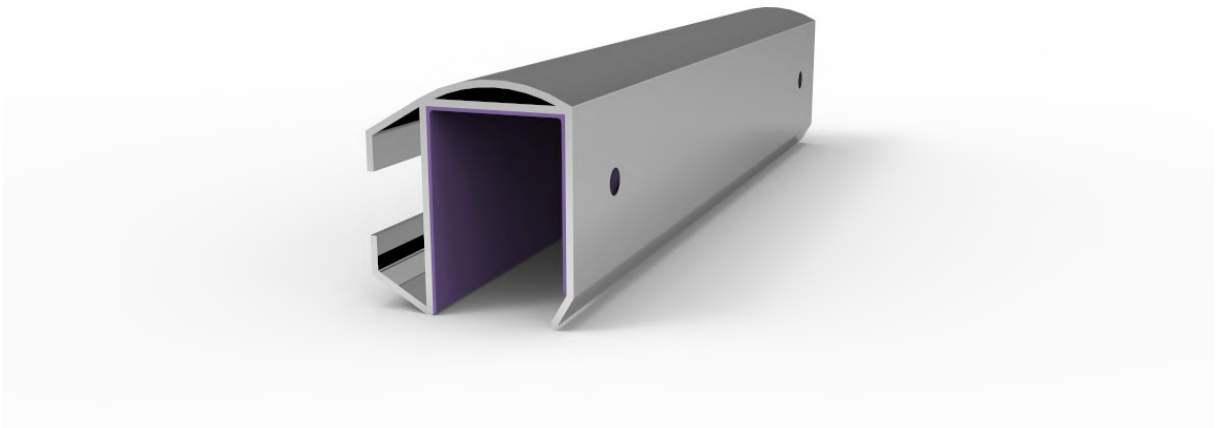
#### **Sistema de fixação**

Conforme já foi citado, a fixação do produto irá ocorrer de forma vertical na folha fixa inferior da janela basculante. O item principal dessa fixação é uma peça em perfil com formato específico projetado para encaixar com folga na esquadria e comportar o encaixe do sistema de reflexão. Esse item possui duas aberturas de furação sextavada onde então soldadas duas porcas também sextavadas com encaixe perfeito na furação. Os itens secundários são

duas peças metálicas em forma de parafuso, cabeça tipo borboleta e base rosqueável emborrachada. Esses itens são idênticos e exercem a mesma função no sistema. O último item é uma camada de borracha para acabamento que está fixo em toda a parede interna do perfil que tem contato com a esquadria.

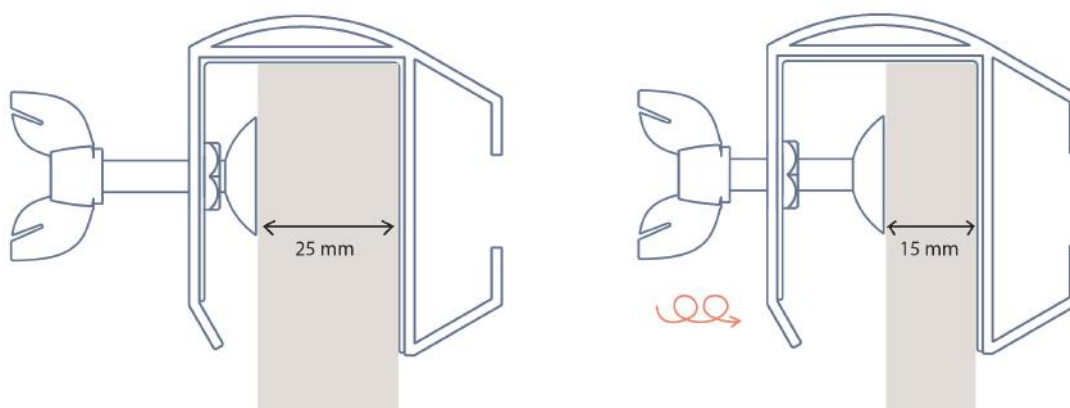


**Figura 31:** Visão geral do sistema de fixação (Fonte: elaboração própria)



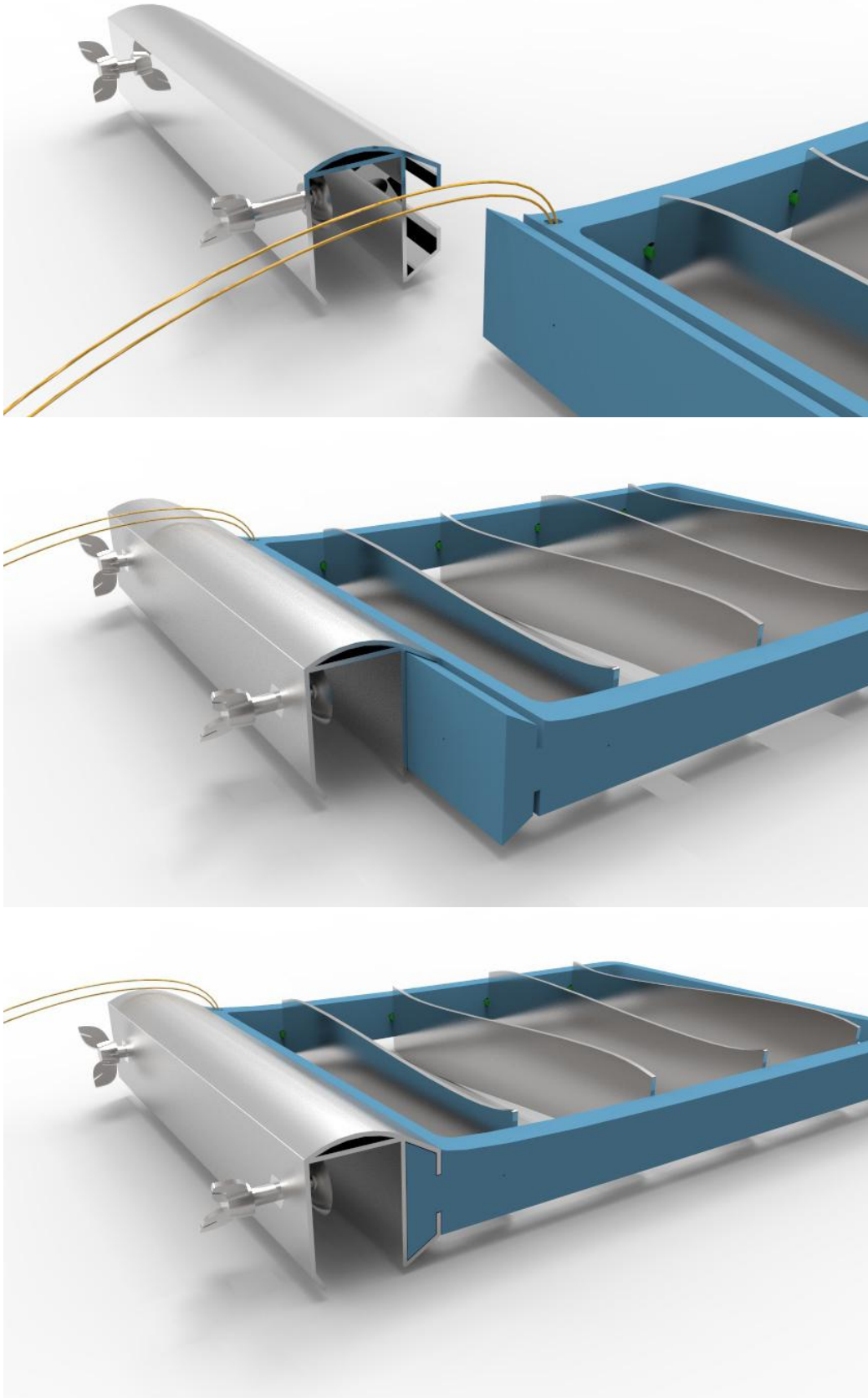
**Figura 32:** Componentes do sistema de fixação (Fonte: elaboração própria)

O encaixe na esquadria acontece pela acomodação da abertura em “U” invertido do perfil na superfície da esquadria. Observa-se que o vão dessa abertura é bem maior do que a dimensão da esquadria. O ajuste para fixação do sistema é feito pelas duas peças-parafuso que transpassam a parede lisa do perfil pela abertura sextavada rosqueável. Através do rosqueamento na base própria para recebe-las as peças-parafuso podem se aproximar ou afastar do contato com a esquadria. Esse contato é feito pela base emborrachada que gera atrito e evita a deformação da esquadria. Quanto mais for rosqueada contra a parede da esquadria, maior será a força exercida e mais seguro estará o encaixe do sistema. O sistema foi calculado para ajustar de forma segura esquadrias com espessuras de 15 mm a 25 mm, conforme dado encontrado durante a pesquisa.



**Figura 33:** Esquema detalhado da fixação (Fonte: elaboração própria)

A acoplagem do sistema de fixação no sistema de reflexão ocorre através do encaixe horizontal do segundo no primeiro. Isso é possível pois as extremidades correspondentes dos dois sistemas tem geometrias complementares. Ou seja, ocorre um encaixe macho-fêmea entre eles, onde o perfil faz o papel de trilho para que o sistema de reflexão corra por ele até o encaixe perfeito das partes. Essa geometria complementar foi projetada para sustentar a união das partes, através de ângulos e espaços adequados garantindo que o sistema de fixação esteja sempre a  $90^\circ$  em relação à parede. A geometria curva do topo do perfil além de gerar mais força ao sistema também serve de apoio suave para a regulagem do sistema de reflexão.



**Figura 34:** Etapas de fixação das duas estruturas (Fonte: elaboração própria)

## Sistema de reflexão

É composto por uma carenagem bipartida em corte longitudinal, sendo a parte principal desse sistema. Além disso, há quatro paletas com formatos específicos e superfície cromada e também oito peças-eixo. O último item desse aparelho é um sistema de cordas tramadas próprio de cortinas do tipo persiana.



**Figura 35:** Visão geral do sistema de reflexão (Fonte: elaboração própria)

As paletas foram projetadas com um desenho de corte orgânico de curvas suaves. A intenção com essa escolha foi de proporcionar uma textura interessante quando as paletas estão alinhadas. Através de uma sobreposição de curvas as ondulações interagem entre si com dinamicidade e lembram ondas do mar. As paletas possuem cortes específicos que proporcionam a interação de todas as peças desse sistema.

O sistema de cordas tramadas é composto por um fio mais grosso que contorna o sistema e fios perpendiculares. A trama os une numa espécie de tela bem vazada. Os fios perpendiculares se acomodam com exatidão nos rasgos projetados nas extremidades das paletas. Esses rasgos possuem geometria específica com a ponta mais larga que a extensão, gerando uma trava para a corda tramada.

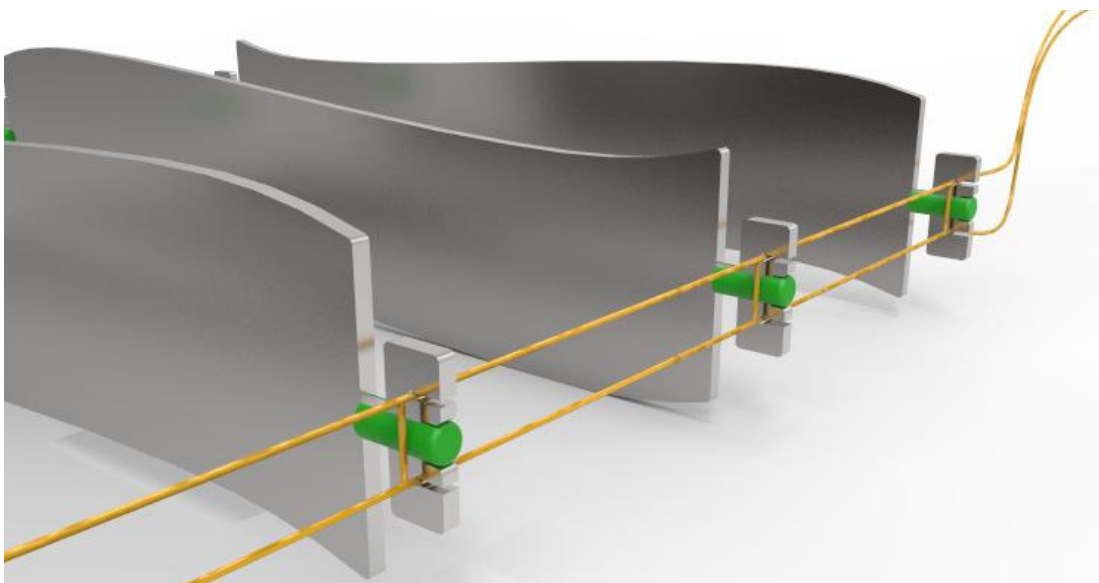




**Figura 36:** Paleta (Fonte: elaboração própria)



**Figura 37:** Peça-eixo (Fonte: elaboração própria)



**Figura 38:** Fixação do sistema de cordas nas paletas (Fonte: elaboração própria)

A peça-eixo é um cilindro plástico com corte horizontal e central que permite encaixe perfeito nas extremidades rebaixadas da paleta. Essa peça proporciona que a paleta faça o movimento de pivô com suavidade e também funciona como fixação e mais uma trava do sistema de cordas. Isso evita que as cordas corram e proporciona a resposta correta aos comandos de regulação do sistema.

Quando a carenagem está aberta é possível visualizar as especificidades da estrutura. As paredes comuns ao vão central da carenagem possuem aberturas para que as paletas com eixo se acomodem.

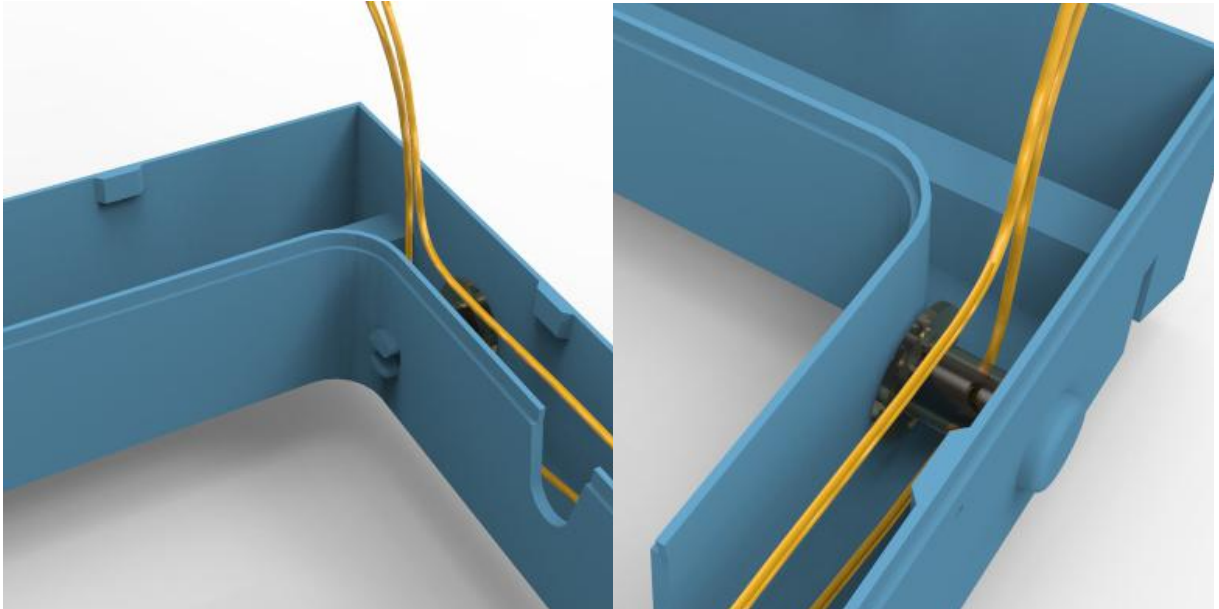
Em ambas as partes da carenagem é possível observar que de suas paredes internas se projetam três eixos de tensão, apenas do lado esquerdo. Dois desses eixos tem encaixe tipo *snapfit* que proporcionam sua remoção. Nesses eixos devem ser encaixados carretéis que orientam o movimento do pivô, e travam o sistema. Pelos carretéis devem passar de forma tensionada as extremidades do sistema de cordas tramadas. Isso faz com que o sistema se mantenha sempre armado, com a tensão correta e que o movimento de rotação do carretel ocorra sem que o sistema de cordas escape. As pontas das cordas tramadas devem sair pelo orifício aberto no topo da parte superior da carenagem, para que seja possível controlar o movimento das paletas remotamente.



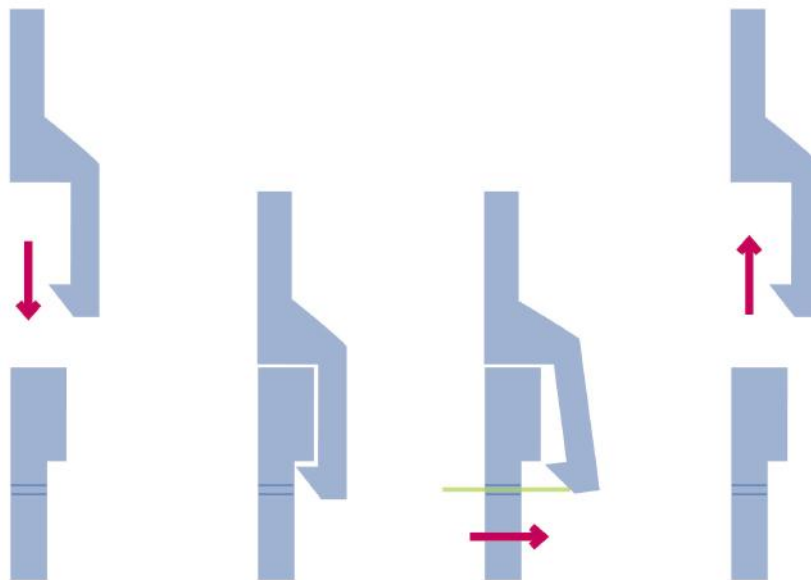
**Figura 39:** Eixos de tensão retráteis e carretel (Fonte: elaboração própria)

O fechamento das duas partes complementares da carenagem ocorre com oito pontos de fixação do tipo *snap-fit*. Funciona basicamente como pequenos ganchos das extremidades da metade superior da carenagem que se acomodam em orifícios na parede interna da metade inferior. O encaixe é semelhante ao das tampas de controles remotos. Além deste é interessante atentar para outro encaixe importante. Da junção das duas partes da

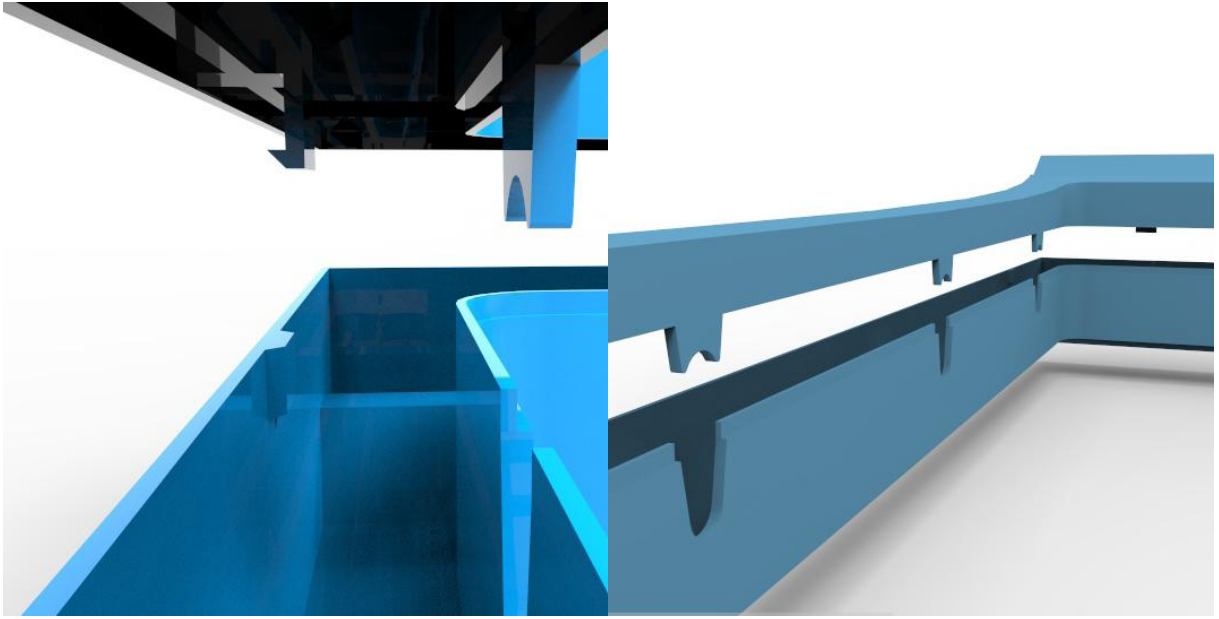
carenagem resulta a formação dos orifícios que servem de apoio para o movimento das paletas. A escolha por formas complementares facilita a segurança do encaixe e garante que todos os eixos das paletas caibam corretamente. Com todos os elementos bem posicionados o fechamento da carenagem os mantém em suas posições.



**Figura 40:** Detalhes dos eixos com carretel (Fonte: elaboração própria)

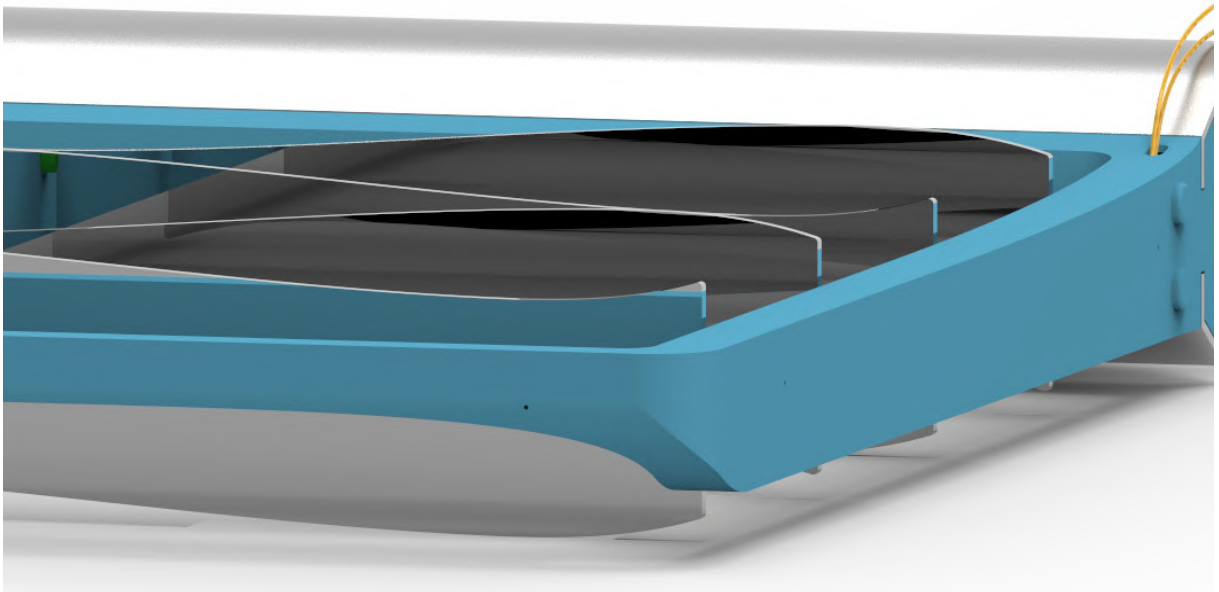


**Figura 41:** Esquema de encaixe *snap-fit* (Fonte: elaboração própria)



**Figura 42:** Detalhes dos encaixes (Fonte: elaboração própria)

Depois de fechado, o sistema de reflexão está pronto para ser encaixado no sistema de fixação. Esse encaixe considera também na superfície aparente do produto final formas que se complementam. Em toda a superfície superior curvas e ângulos se completam, gerando uma lógica estética bastante fluida e muito agradável.



**Figura 43:** Detalhes das formas com a carenagem fechada (Fonte: elaboração própria)

## **V.2: Materiais e Processos de Fabricação**

A intenção é que a produção deste projeto ocorra em larga escala. Por isso foram determinados materiais e processos produtivos industriais de grande porte e não artesanais ou de baixo volume. Quando a produção de um item é absorvida bem pela lógica produtiva de um setor industrial, em longo prazo ela se torna vantajosa e competitiva no mercado.

A seguir vamos citar os materiais e processos de fabricação responsáveis por produzir as peças componentes deste projeto.

### **Perfil de fixação**

Por ser uma peça de seção uniforme e constante e de extenso comprimento, o processo produtivo mais adequado para desenvolver o perfil de fixação é a extrusão. Ele consiste basicamente em pressionar com um pistão um tarugo de liga de alumínio aquecido contra uma matriz com o desenho da seção desejada. Sob o efeito da pressão e da temperatura, o material vai gradativamente passando pela matriz tomando assim, sua forma.

Conforme foi citado na descrição do processo de extrusão, material mais adequado para a produção do perfil de fixação é o alumínio. O alumínio é um metal não-ferroso obtido a partir da bauxita. O Brasil tem a terceira maior reserva de bauxita do mundo e é um dos grandes produtores e consumidores mundiais de alumínio. É um material durável, resistente à corrosão e não exige manutenção intensa. Sua vida útil de cerca de 40 anos é ainda mais estendida quando ele é reciclado, o que pode ser feito com 100% do material.

Assim com outros metais, a elaboração de ligas metálicas com proporções adequadas de outros elementos químicos acrescenta características específicas de desempenho ao material. Usaremos para este perfil a liga 6060 T4 deste material. As ligas de alumínio da série 6000 tem adição de magnésio (Mg) e silício (Si) que geram resistência elevada à corrosão. São de fácil manuseio em tarugos para extrusão apresentando boa conformabilidade e por isso largamente utilizados na produção de perfis de alumínio para o mercado. Todas as dimensões, ângulos e espessuras adotados no desenvolvimento dessa peça foram considerados a partir na norma ABNT NBR 8116 para alumínio e suas ligas.

## Porca sextavada



**Figura 44:** Porca sextavada auto travante (Fonte: Garrafix)

Outra peça que também será feita de alumínio é a porca sextavada revestida de camada de nylon que orienta a fixação do sistema. O revestimento de nylon ajuda a travar o sistema e isola o contato do alumínio com o aço inox. Essa porca é um item de mercado e não necessita de produção específica. A parede voltada para o lado interno quando encaixada na esquadria da janela leva duas furações onde se encaixam e são soldadas as porcas.

## Borboleta de fixação

A borboleta de fixação é uma peça composta basicamente de aço inoxidável, se assemelhando muito com itens de mercado de parafusos com cabeça em formato de borboleta. Esse material se constitui por uma combinação de aço carbono com o cromo (Cr). O cromo em quantidades específicas propicia em contato com o oxigênio uma camada fina de óxido de cromo por todo o contorno da peça, impedindo a oxidação do ferro. Essa parte da peça é produzida em duas etapas. Primeiro há o forjamento a frio da cabeça no formato especificado. Esse processo consiste no esforço de compressão de um corpo metálico apoiado sobre uma base feito por uma punção ou martelo, deformando-o na geometria desejada. Geralmente não ocorre perda de material durante o processo. Em seguida há a laminação da rosca que ocorre com a fixação da peça numa máquina e posicionamento de uma lâmina perpendicular à peça com a profundidade exata da rosca. A estrutura que fixa a peça gira e se desloca em velocidade controlada, fazendo com que a abrasão da lâmina contra a peça crie o formato de rosca.

Na base da peça de aço se encaixa uma peça maior. Um pé nivelador de borracha com estrutura zincada e fixação de rosca. Essa peça irá servir de apoio com maior superfície de contato e atrito na esquadria. Esse é também um item de mercado e não necessita

produção específica.



**Figura 45:** Pé nivelador (Fonte: Tamoyo)

## **Carenagem**

A carenagem será produzida através do processo de injeção. A escolha por produzi-la em duas partes não se dá apenas pela facilitação na instalação das partes mas também pela consideração dos limites da injeção. O material a ser injetado é depositado na injetora e direcionado para o molde enquanto vai aquecendo. O molde, normalmente de aço, é bipartido e nesse momento se encontra fechado para receber o material. Quando chega próximo a extremidade do tubo injetor o material já está fundido e através da pressão de pistões é distribuído por todo o molde. Em seguida há o resfriamento da peça e o molde se abre, expulsando a peça moldada. Neste projeto, haverá dois moldes distintos: um para a o topo da carenagem e outro para a base.

O material que melhor se aplica às necessidades deste item é a blenda polimérica de Policarbonato (PC) com Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS). O ABS individualmente é um material de custo médio, com características estéticas de excelente acabamento brilhoso e aceitação de alta precisão formal. Possui bons comportamentos de resistência mecânica a de exposição a raios UV. Porém como desejamos garantir a vida útil deste item com o menor número de danificações possível, a escolha pela blenda PC + ABS aumenta ainda mais a resistência mecânica e térmica do material. Essa blenda é largamente utilizada em carcaças diversas como de telefones celulares e outros equipamentos portáteis que exigem excelente acabamento.

## **Eixos e carretéis**

Os eixos, tanto os que serão encaixados nas paletas quanto os que servem de suporte

para os carretéis, são peças bem pequenas que terão o mesmo processo produtivo descrito para a carenagem porém, para estes itens o material PA (nylon) injetado é mais barato e apresenta também excelente performance. Os próprios carretéis também se aplicam a estas especificações.

### **Paletas**

As paletas foram projetadas considerando o processo produtivo de corte usinagem. Uma placa do material a ser estampado é posicionada na base da máquina de usinagem. Um braço mecânico superior com uma fresa especial para usinagem se aproxima da placa e vai desbastando a superfície da plana com furos e rasgos, gerando o corte no formato desejado.

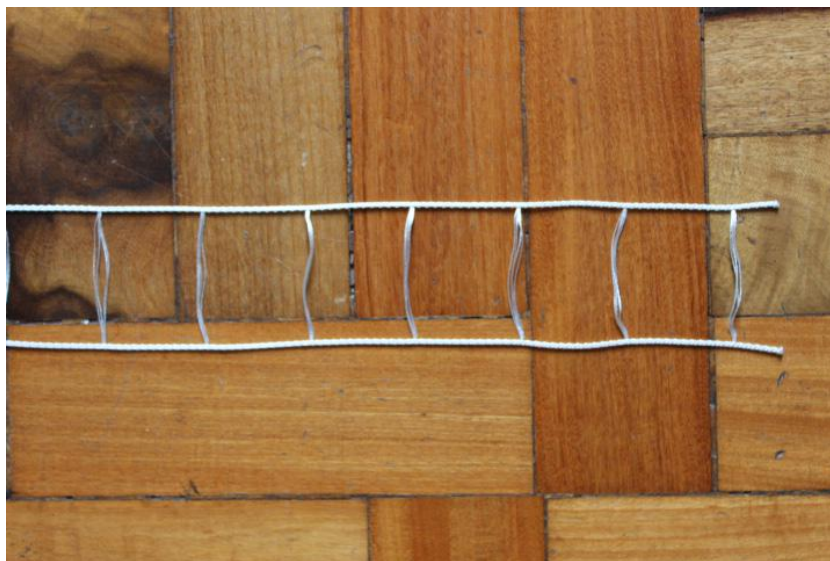
As paletas são feitas de acrílico (Polimetacrilato de Metila – PMMA). Ele já é encontrado no mercado no formato de placas perfeitas para usinagem, em diversas espessuras. O acrílico possui baixo índice de refração, alto brilho e excelente resistência a intemperes, incluindo incidência de raios UV e impactos.

A metalização do acrílico para intensificar a reflexão da superfície será feita pelo processo de metalização a vácuo. Ele consiste na impregnação de peças plásticas por uma finíssima camada de alumínio. Essa impregnação ocorre dentro de uma câmara de vácuo que a cerca de 1400°C funde do alumínio até tornar-se vapor. Com o alumínio em vapor somado a descargas elétricas de alta voltagem ocorre a impregnação do alumínio formando a película. Pode haver também a aplicação de um verniz protetor em toda peça a o fim do processo para garantir maior proteção da película.

### **Cordas trançadas**

O sistema de cordas trançadas é composto por fios de polipropileno (PP) com tecnologia anti-UV e também são itens de mercado, não sendo necessária a sua produção específica para o projeto. O polipropileno é um polímero termoplástico de baixo custo, semicristalino e que permite fácil pigmentação.





**Figura 46:** Cordas trançadas (Fonte: elaboração própria)



**Figura 47:** Cordas trançadas detalhe (Fonte: elaboração própria)

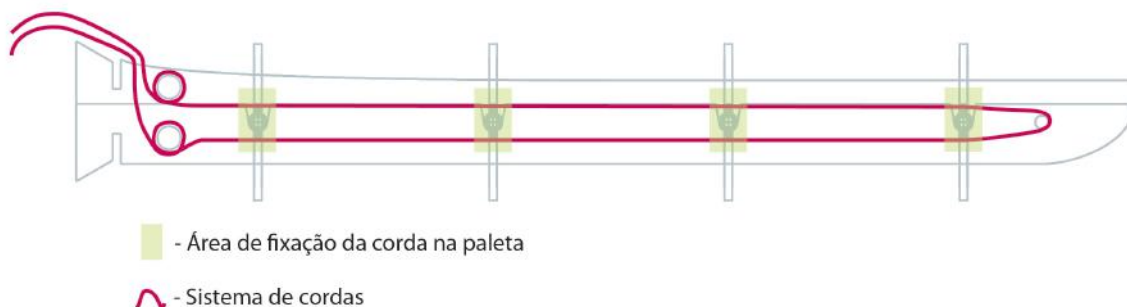
### V.3: FATORES HUMANOS

#### **Regulagem**

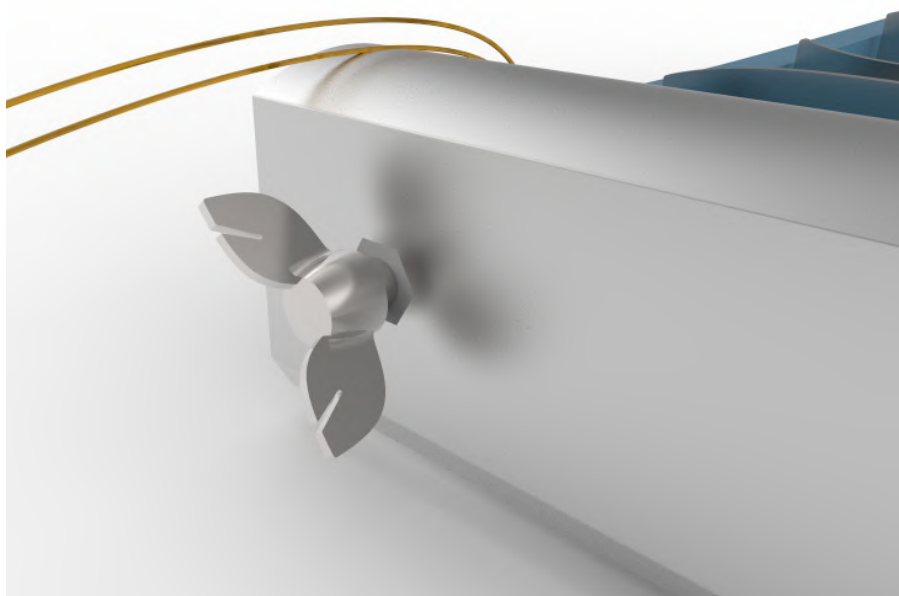
A regulagem é feita pelo controle de um sistema de cordas em tensão que fica completamente escondido dentro da carenagem. Nesse sistema estão fixadas quatro paletas refletoras que apoiadas por um eixo de rotação e orientadas pelo sistema de cordas pivotam em conjunto. Ou seja, por uma única regulagem é possível mover todas as paletas simultaneamente. Esse controle ocorre pela tensão ou afrouxamento da extremidade do sistema de cordas, que se saem da carenagem e se estendem até o alcance do usuário.

Quando o posicionamento ideal é encontrado é necessário travar o sistema. Isso é feito de forma bem simples, usando a sessão projetada na cabeça da borboleta de fixação. Ela funciona como uma trava que estrangula a corda o suficiente para impedir que ela corra. Se

por algum motivo essa tensão for insuficiente, com um pequeno nó no fio ele é impedido de escapar. O recurso do nó também é bastante interessante, pois proporciona que o cliente memorize alguns posicionamentos ótimos do sistema para o rebatimento da luz.



**Figura 48:** Esquema de regulagem do sistema (Fonte: elaboração própria)

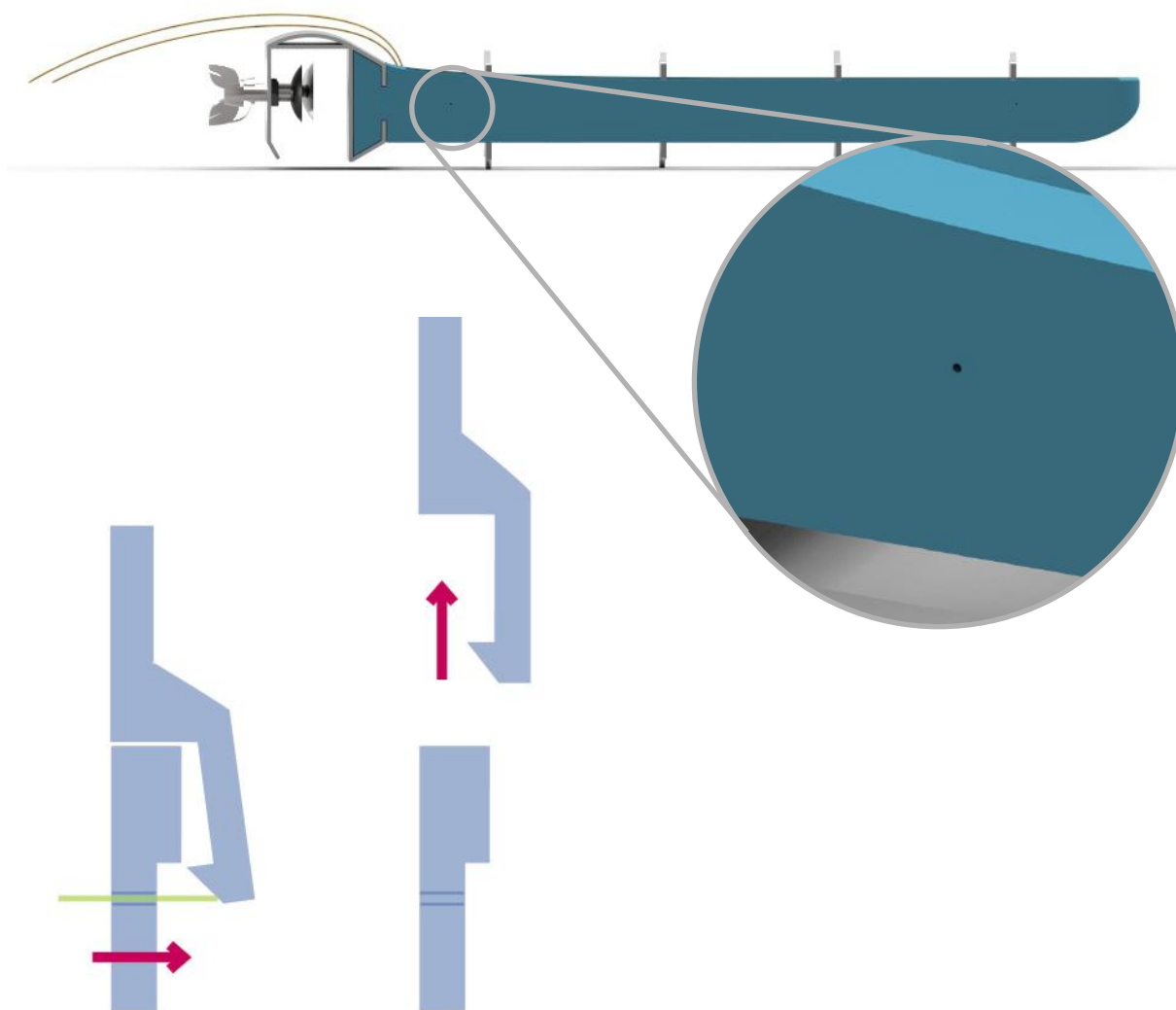


**Figura 49:** Local de trava do sistema (Fonte: elaboração própria)

### Montagem/Desmontagem

Caso haja alguma danificação em qualquer das partes do conjunto, necessidade de limpeza da estrutura ou mesmo de qualquer manutenção do sistema é possível desmontar a estrutura e acessar seu interior. Em primeiro lugar é importante frisar que nenhum ajuste no sistema que não seja o da regulagem das paletas deve ser feito com o conjunto instalado na janela. Antes de tudo é necessário desatarraxar as peças que aplicam tensão à fixação e remover o conjunto inteiro.

Em seguida retire o sistema de reflexão do sistema de fixação usando o segundo como trilho para separá-los. É possível localizar na região mediana de toda a parede externa do sistema de reflexão a existência de orifícios. Eles atravessam essas paredes e foram projetados para acessar os orifícios onde os encaixes por snap-fit ocorrem. Com a ajuda de um pequeno bastão, como um alfinete ou um clipe metálico aberto e enfiado nesses furos, os ganchos do snap-fit são forçados a abrir e liberar as travas que unem as duas partes da estrutura.



**Figura 50:** Esquema de abertura da carenagem (Fonte: elaboração própria)

A ideia desse projeto é que todos os itens que compõem a regulagem das paletas possam ser disponibilizados no mercado individualmente, assim como já é feito com o sistema de cordas tramadas. Assim, no caso de qualquer defeito nas paletas, nos eixos, nos carretéis ou nas cordas o consumidor pode facilmente acessar o problema e resolvê-lo sem a necessidade de comprar um novo exemplar de todo o conjunto.

## Descarte e reuso

Todos os materiais listados anteriormente na composição dos itens do conjunto são recicláveis. Indicamos que acompanhado da embalagem do produto venha um folheto explicativo a respeito da intenção do projeto, alguns dados sobre desperdício de energia e também a orientação adequada para o uso, montagem e descarte de cada uma das partes.

Neste projeto contemplamos a possibilidade de compra dos itens deste produto separadamente. Além dos itens de mercado que podem ser encontrados em lojas especializadas, seriam disponibilizados para aquisição as paletas, os carretéis, os eixos e as borboletas de fixação. Dessa forma é possível que o consumidor tenha maior autonomia na manutenção do seu produto.

## V.4: MODELO FÍSICO

Para melhor assimilação do produto desenvolvido, foi elaborado um modelo físico em escala 2:1. Devido à complexidade das formas e detalhes do produto final, foi escolhido trabalhar com dois processos para essa elaboração. A parte da carenagem foi desenvolvida em impressão 3D através da impressora Dimension Elite, que trabalha com deposição de ABS na cor marfim. As paletas foram reproduzidas com corte a laser em uma chapa de acrílico no formato adequado.



Figura 51: Protótipo (Fonte: elaboração própria)

## CONCLUSÃO

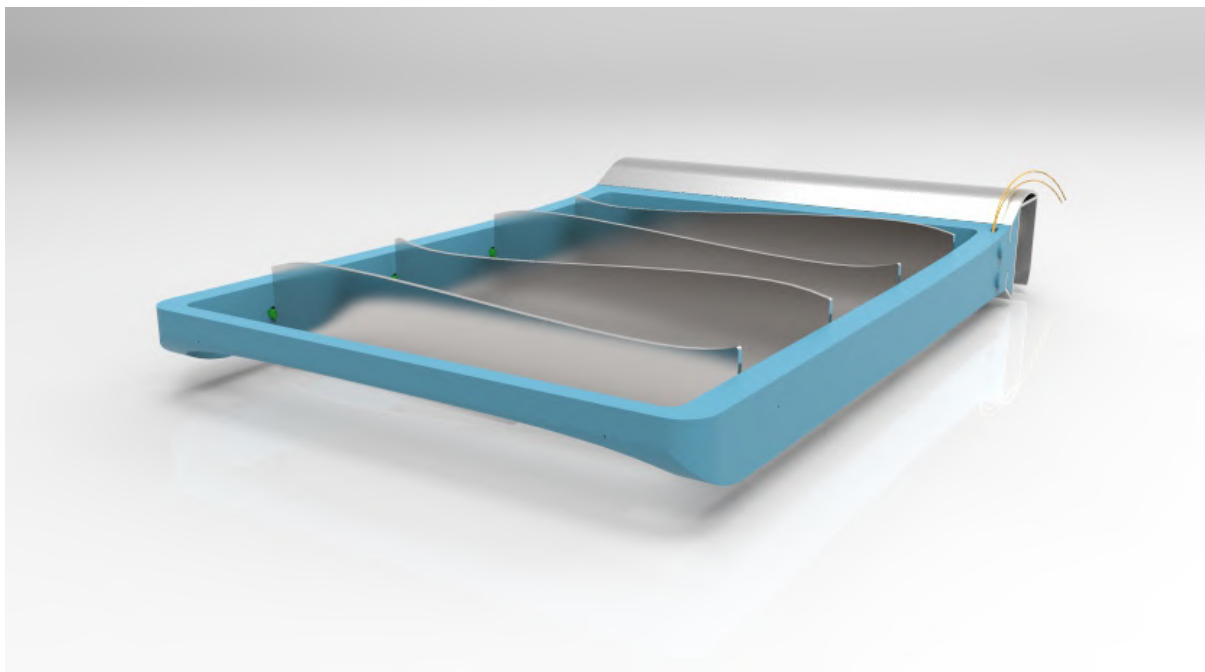


Figura 52: Vista geral (Fonte: elaboração própria)

Gostaríamos de concluir esse projeto nomeando o produto de Catamarã. O catamarã é um tipo de embarcação que se caracteriza por ter dois cascos e se destaca por seu conforto e pela elevada estabilidade e velocidade se comparada às embarcações monocasco. Sua origem vem da língua Tâmil (*kattu-maram*) que significa “madeira amarrada”. Desde que as primeiras formas definitivas do projeto começaram a surgir houve identificação com as formas dos cascos dos catamarãs de vela. Essas leves embarcações, que parecem flutuar no mar, têm alguns dos conceitos que desejamos transmitir com esse projeto: leveza e simplicidade conjugadas com resistência e durabilidade.

A escolha por trabalhar com um objeto para uso doméstico e diário fez com que o processo pudesse ser bastante fluido. Durante todo o desenvolvimento tivemos oportunidades de conhecer mais sobre temas de consumo energético importantes dentro do país e do mundo, além de experienciar análises práticas, de dados teóricos e de opinião. Os resultados obtidos expressam o resultado de um processo de procura de soluções simples para problemas reais e tangíveis.

Através dessa análise final é possível concluir que os objetivos gerais e específicos, apontados no início deste relatório, foram cumpridos. O próximo passo para dar continuidade ao projeto seria efetuar testes físicos com protótipos em escala real para

avaliar o funcionamento de todos os mecanismos, encaixes e dimensões. Ainda assim, a título de projeto acadêmico, conseguimos um produto que melhora os aspectos negativos levantados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### LIVROS

- MANZINI, E. Design para a inovação social e sustentabilidade. Rio de Janeiro : Editora E-Papers, 2008. 104p.
- MANZINI, E., VEZZOLI, C. O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo : Editora da Universidade de São Paulo, 2011.
- CARDOSO, R. Design para um mundo complexo. São Paulo : Editora Cosac Naify, 2012. 264p
- KAZAZIAN, T. Haverá a idade das coisas leves
- LIMA, M.A.M, Introdução aos materiais e processos para Designers. Rio de Janeiro : Editora Ciência Moderna, 2006. 225p.
- LOBACH, B. Design Industrial – Bases para a configuração dos produtos Industriais Bernard Lobach; tradução Freddy Van Camp. São Paulo: Editora Blucher, 2001.
- LEFTERI,C. Como se Faz: 82 Técnicas de Fabricação para Design de Produtos. São Paulo: Edgard Blucher, 2010. p. 240;
- REIS, D.,WIEDEMANN, J. Product Design in the Sustainable Era. 1ª edição. Alemanha: Taschen, 2010. p.440;

### PUBLICAÇÕES

- ATLAS de energia elétrica do Brasil. Brasília: Aneel, 2008. 236p;
- BALANÇO energético nacional 2011. Rio de Janeiro: EPE, 2011. 166p;
- MANUAL da Iluminação Natural e Artificial - Rio de Janeiro: Procel Edifica, 2011. 271p.

- ATLAS de energia elétrica do Brasil. Brasília: Aneel, 2008. 236p;
- O Setor Elétrico Brasileiro e os Compromissos de Reduções das Emissões de Gases do Efeito Estufa - Rio de Janeiro, GESEL, 2012. 26p.
- PLANO Nacional de Energia 2030. MME e EPE, 2007.
- BP STATISTICAL review of world energy, Londres: Junho 2011. 46p; <[www.bp.com/staticreview](http://www.bp.com/staticreview)>
- NBR 5413. Iluminância de interiores – Procedimento. ABNT 1992.
- CATÁLOGO Técnico – Linha Master, Alcoa 2013.
- ROSIM, C. Comportamento de prateleira de luz em modelo físico sob céu real na cidade de Campinas, SP – Orientadora: Prof. Dr. Maurício Roriz. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2008. Dissertação. (Mestrado).

## SITES

- CENSUS – <[www.census.gov](http://www.census.gov)>;
- International Energy Agency – <[www.iea.org](http://www.iea.org)>;
- Leroy Merlin - [www.leroymerlin.com.br](http://www.leroymerlin.com.br)
- Casa & Construção - [www.cec.com.br](http://www.cec.com.br)
- Naturalux (Destribuídora de SOLatube no Brasil) - [www.naturalux.com.br](http://www.naturalux.com.br)
- Laboratório de Conforto Ambiental da FAU-UFRJ - [www.ambeefau.wordpress.com](http://www.ambeefau.wordpress.com)
- Alcoa - [alcoa.com.br](http://alcoa.com.br)
- Tubelite - [www.tubelite.com](http://www.tubelite.com)
- Censo Brasil - [www.censo2010.ibge.gov.br](http://www.censo2010.ibge.gov.br)
- Eletrobras - [www.eletrobras.com](http://www.eletrobras.com)
- BP - [www.bp.com](http://www.bp.com)
- Centro Brasileiro de Informação e Eficiência Energética - [www.procel.org.br](http://www.procel.org.br)
- Associação Brasileira de Alumínio - [www.abal.org.br](http://www.abal.org.br)
- OECD - [www.oecd.org](http://www.oecd.org)



## ANEXOS

- Anexo 1 - Teste reflexão
- Anexo 2 - Pesquisa de interesses
- Anexo 3 - Pranchas Ilustrativas
- Anexo 4 - Desenhos Técnicos

## ANEXO 1: TESTE DE REFLEXÃO



Ítems utilizados durante o teste (Fonte: elaboração própria)

## RESULTADOS PARA PALETAS COM 5 MM DE DISTÂNCIA ENTRE SI

Os resultados com maiores número de luminosidade estão grifados em verde.

MANHÃ			
INÍCIO		10:15	2217
REFLETOR A 0°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	10:20	3396
	30°	10:21	3150
	45°	10:22	2612
	60°	10:23	2592
REFLETOR A 30°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	10:25	3040
	30°	10:26	2483
	45°	10:27	2476
	60°	10:28	2619
REFLETOR A 45°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	10:29	2456
	30°	10:31	2095
	45°	10:32	2286
	60°	10:33	2322
REFLETOR A 60°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	10:35	2172
	30°	10:36	2216
	45°	10:37	2248
	60°	10:38	2283



MEIO DO DIA			
INÍCIO		13:48	844
REFLETOR A 0°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	13:52	1039
	30°	13:55	1486
	45°	13:57	944
	60°	14:01	612
REFLETOR A 30°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	14:05	796
	30°	14:10	632
	45°	14:11	347
	60°	14:13	435
REFLETOR A 45°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	14:18	838
	30°	14:23	794
	45°	14:25	486
	60°	14:27	509
REFLETOR A 60°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	14:30	419
	30°	14:35	336
	45°	14:37	427
	60°	14:39	434



FIM DA TARDE			
INÍCIO		17:40	249
REFLETOR A 0°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	17:41	452
	30°	17:42	450
	45°	17:46	377
	60°	17:47	241
REFLETOR A 30°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	17:50	302
	30°	17:54	161
	45°	17:55	175
	60°	17:57	167
REFLETOR A 45°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	17:59	272
	30°	18:01	128
	45°	18:02	133
	60°	18:04	126
REFLETOR A 60°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	18:06	105
	30°	18:07	69
	45°	18:09	80
	60°	18:10	76



## RESULTADOS PARA PALETAS COM 40 MM DE DISTÂNCIA ENTRE SI

Os resultados com maiores número de luminosidade estão grifados em verde.

MANHÃ			
INÍCIO		10:40	2297
REFLETOR A 0°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	10:42	3850
	30°	10:44	3383
	45°	10:45	3261
	60°	10:47	3164
REFLETOR A 30°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	10:50	3349
	30°	10:51	3565
	45°	10:52	3379
	60°	10:53	3447
REFLETOR A 45°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	10:54	2937
	30°	10:55	2626
	45°	10:56	2550
	60°	10:57	2586
REFLETOR A 60°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	10:58	1999
	30°	10:59	1948
	45°	11:00	2232
	60°	11:02	2143



MEIO DO DIA			
INÍCIO		14:44	614
REFLETOR A 0°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	14:46	1134
	30°	14:50	1592
	45°	14:52	952
	60°	14:54	811
REFLETOR A 30°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	14:57	970
	30°	15:00	610
	45°	15:02	615
	60°	15:04	514
REFLETOR A 45°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	15:08	615
	30°	15:10	509
	45°	15:13	514
	60°	15:15	435
REFLETOR A 60°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	15:20	795
	30°	15:22	427
	45°	15:23	508
	60°	15:25	403



FIM DA TARDE			
INÍCIO		18:17	120
REFLETOR A 0°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	18:19	296
	30°	18:21	312
	45°	18:22	98
	60°	18:25	90
REFLETOR A 30°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	18:26	241
	30°	18:28	102
	45°	18:29	95
	60°	18:30	99
REFLETOR A 45°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	18:31	71
	30°	18:32	65
	45°	18:35	54
	60°	18:36	70
REFLETOR A 60°	ÂNGULO DAS PALETAS	HORA	LUX (Lx)
	0°	18:41	40
	30°	18:43	30
	45°	18:45	33
	60°	18:47	33





## ANEXO 2: PESQUISA DE INTERESSES

### Qual é seu sexo?

64 de 64 pessoas responderam esta pergunta

1	Feminino	39 / 61%
2	Masculino	25 / 39%

### Em que tipo de residência você mora?

64 de 64 pessoas responderam esta pergunta

1	Apartamento	50 / 78%
2	Casa	14 / 22%
3	Outro	0 / 0%

### Existe algum cômodo na sua casa que é mal iluminado por luz natural?

64 de 64 pessoas responderam esta pergunta

1	Sim	62 / 97%
2	Não	2 / 3%

### Sabia! Qual?

64 de 64 pessoas responderam esta pergunta

1	Banheiro	17 / 27%
2	Sala	11 / 17%
3	Cozinha	7 / 11%
4	Meu quarto	7 / 11%
5	Outro quarto	6 / 9%
6	Ante sala	3 / 5%
7	Hall de entrada	3 / 5%
8	Lavabo	3 / 5%
9	Área de serviço	3 / 5%
10	Corredor	2 / 3%
11	Escritório	2 / 3%

12	A casa toda	0 / 0%
----	-------------	--------

### Tem outro? Opa!

64 de 64 pessoas responderam esta pergunta

1	Corredor	12 / 19%
2	Banheiro	11 / 17%
3	Cozinha	9 / 14%
4	Outro quarto	9 / 14%
5	Área de serviço	5 / 8%
6	Ante sala	4 / 6%
7	Meu quarto	4 / 6%
8	Hall de entrada	3 / 5%
9	Lavabo	3 / 5%
10	Sala	3 / 5%
11	Escritório	1 / 2%
	A casa toda	

### Isso deve te incomodar... tô certa?

64 de 64 pessoas responderam esta pergunta



1	👍👍👍👍👍	18 / 28%
2	👍👍👍	17 / 27%
3	👍👍👍👍	14 / 22%
4	👍👍	8 / 13%
5	👍	7 / 11%

### Você usa muito esse cômodo?

64 de 64 pessoas responderam esta pergunta

1	Todo o santo dia	30 / 47%
2	Todo o santo dia, mas por pouco tempo	15 / 23%
3	Só de passagem	13 / 20%
4	Só pra tomar banho, fazer número 1 e 2 :)	11 / 17%
5	Só pra comer ou fazer comida	4 / 6%

### Como você faz pra iluminar ele então?

64 de 64 pessoas responderam esta pergunta

1	Dã. Pela lâmpada no teto, né?	46 / 72%
2	Todas as luzes acesas ao mesmo tempo!!!!	7 / 11%
3	Não uso nada... fica escuro mesmo...	4 / 6%
4	Um monte de luzes auxiliares!! Adoro!!	4 / 6%
5	Um luz auxiliar, tipo luminária portátil ou fixa.	3 / 5%
6	Velas. Adoro velas.	0 / 0%

### Essa história de ser escuro te prejudica? Como?

64 de 64 pessoas responderam esta pergunta

1	Olha... nunca reparei nisso não... será?	30 / 47%
2	Me sinto triste e desanimado :(	15 / 23%
3	Não consigo fazer trabalhos minuciosos e/ou que exigem concentração	13 / 20%
4	Minha conta de luz vai pras alturas!	10 / 16%
5	Já fez mal pra minha vista! Fico cansado e rendo muito menos no meu trabalho...	5 / 8%
6	Quero dormir sempre!	5 / 8%

### Agora vamos lá, sinceridade: você deixa de usar esse cômodo por causa da má iluminação?

64 de 64 pessoas responderam esta pergunta

1	Não, porque não tenho outra opção :(	37 / 58%
2	Não, nem ligo!	22 / 34%
3	Sim... prefiro qualquer coisa menos isso!	5 / 8%

### Que tipo de janela esse cômodo tem?

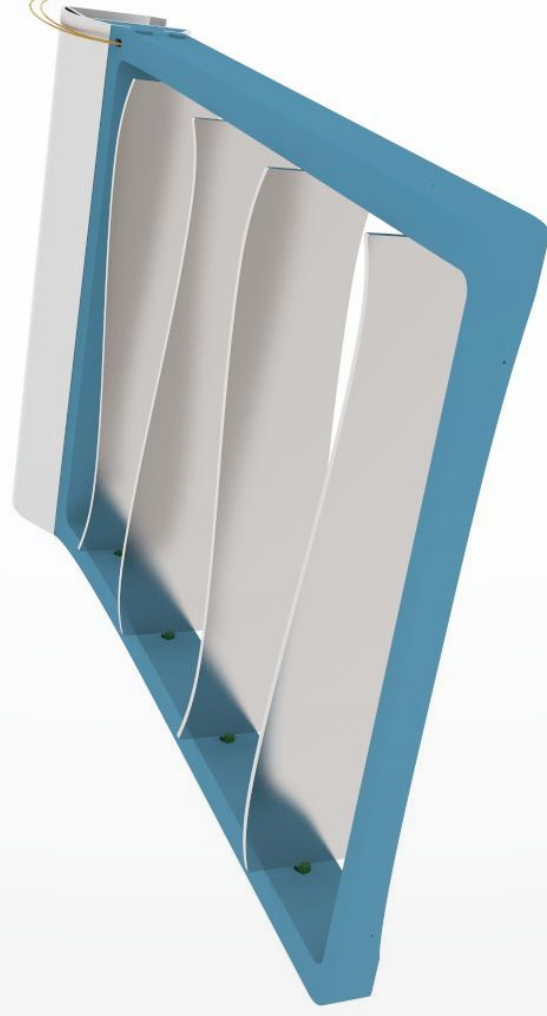
64 de 64 pessoas responderam esta pergunta

1	Sem janela	19 / 30%
2	Basculante	15 / 23%
3	Janela de correr	9 / 14%
4	Basculante com vidro jateado	8 / 13%
5	Janela de abrir	7 / 11%
6	Janela de correr com vidro jateado	4 / 6%
7	Veneziana	2 / 3%
8	Sanfonada	0 / 0%

## ANEXO 3: PRANCHAS ILUSTRATIVAS

# Catamarã

## 1. Características Gerais



Sistema de iluminação natural para ambientes escurecidos.

Voltado para instalação em janelas basculantes.

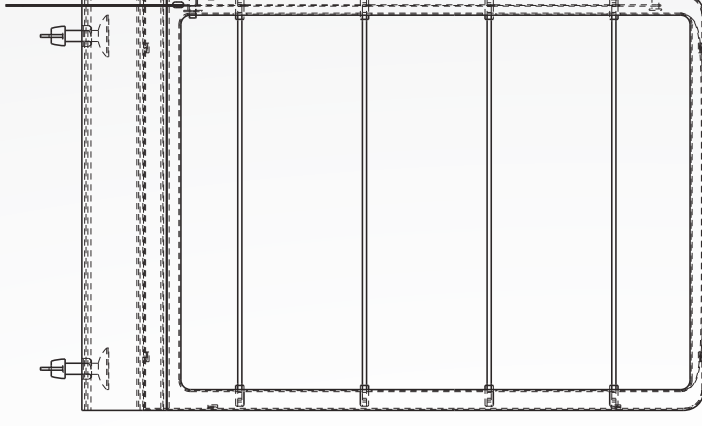
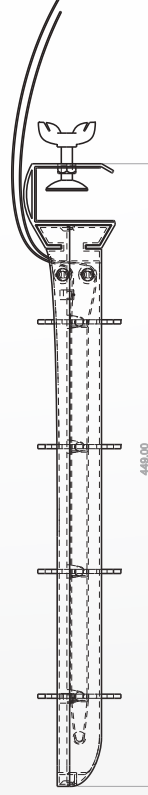
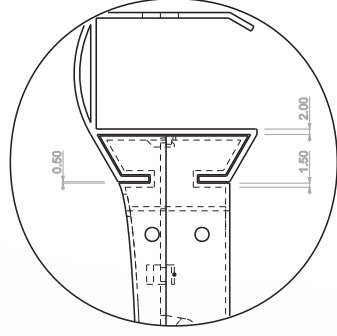
Busca amenizar o consumo de luz elétrica durante o dia.

Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Desenho Industrial - Projeto de Produto  
Projeto de Graduação em Desenho Industrial  
Joana Maciel Cavalcante Real Nunes  
Jeanine Torres Jeammal

Catamarã: sistema de iluminação natural para ambientes escurecidos

# Catamarã

## 2. Arranjo Físico



# Catamarã

## 3. Perspectiva Explodida

Sistema de reflexão



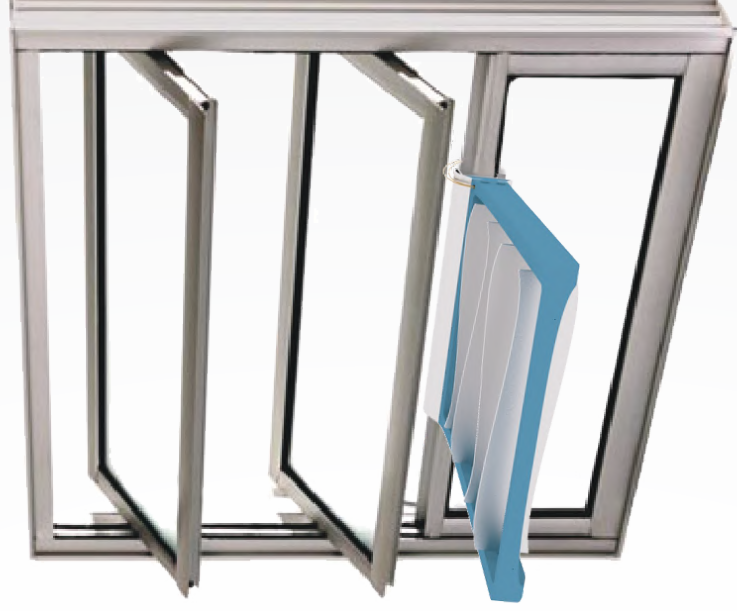
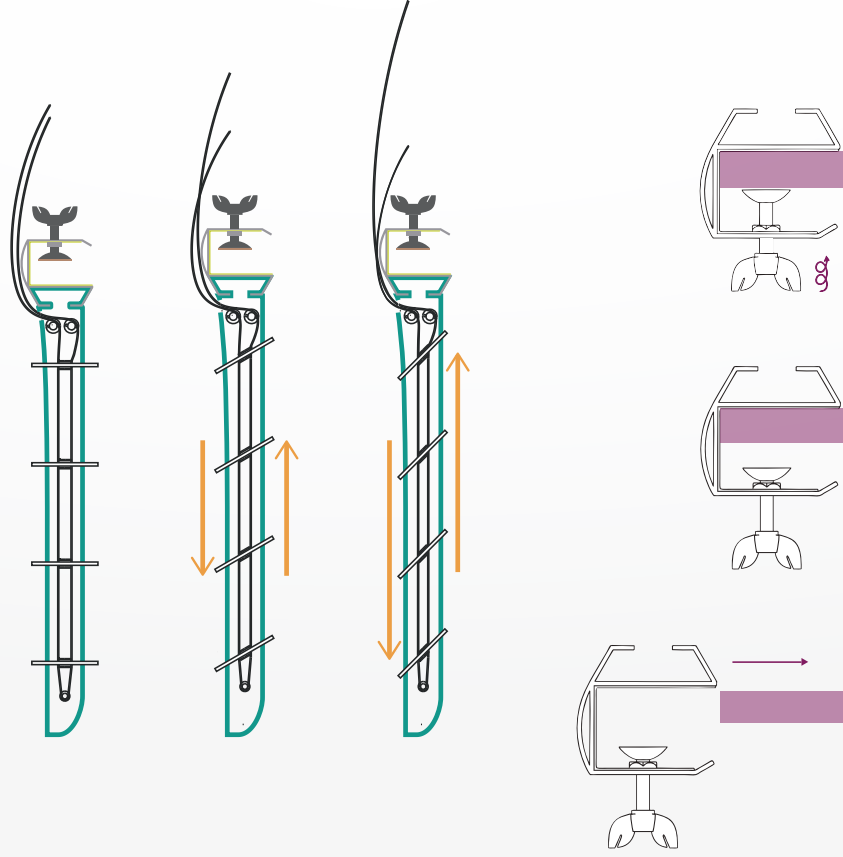
Sistema de fixação



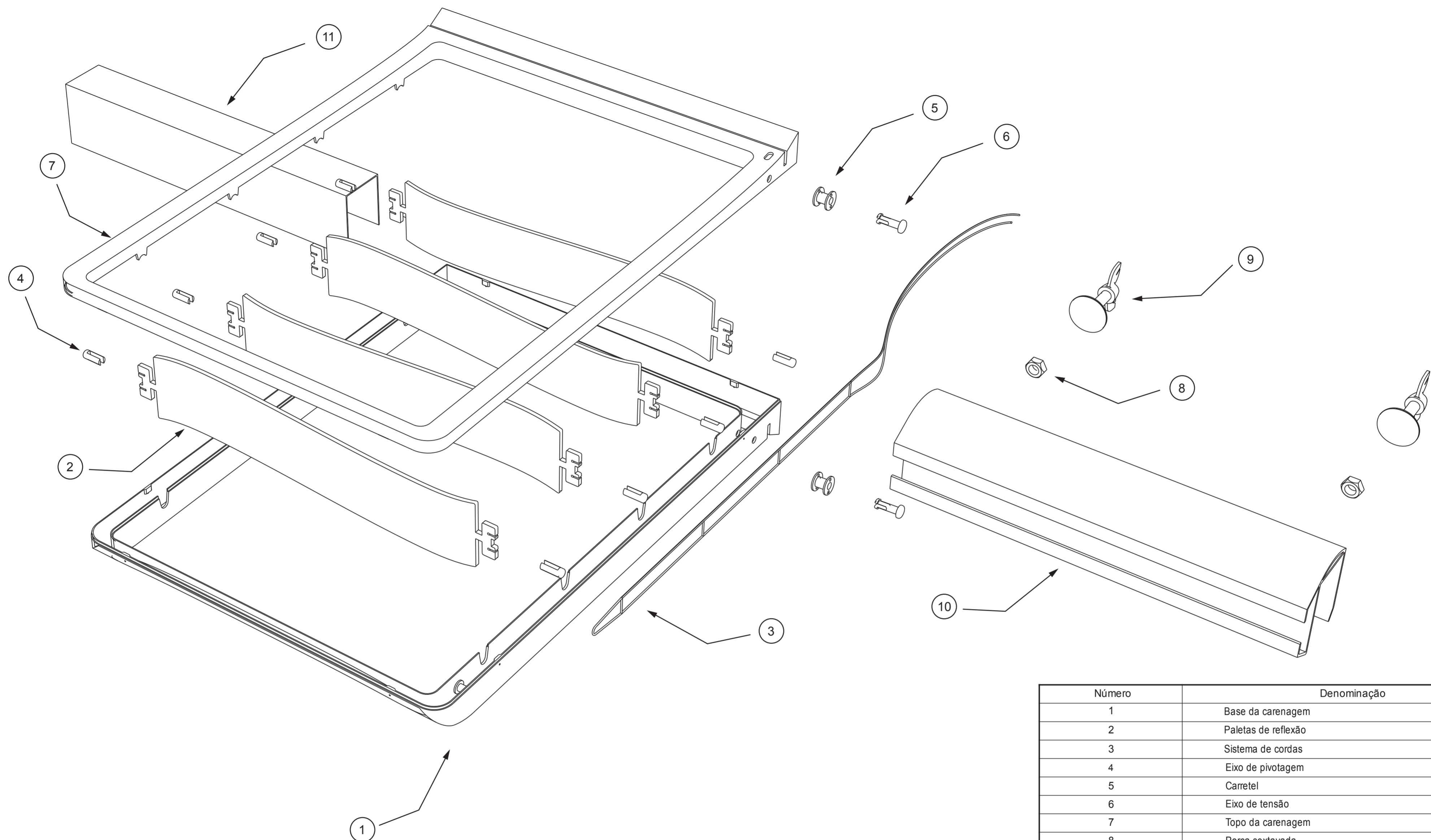


# Catamarã

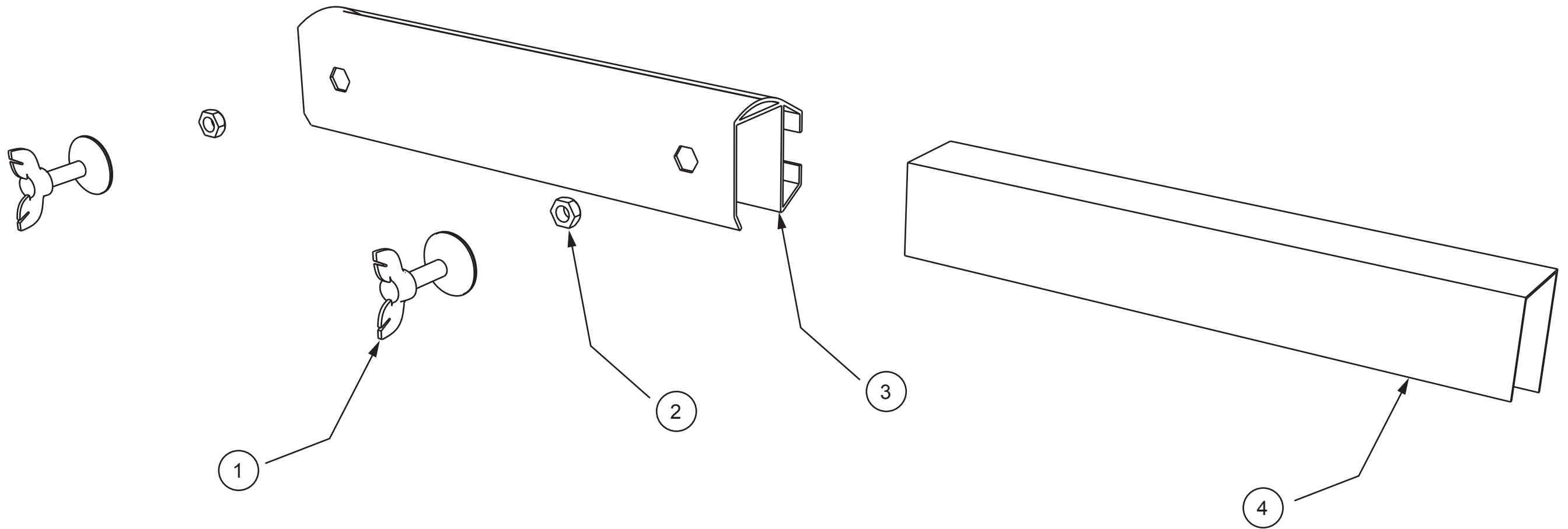
## 4. Aplicações e Uso



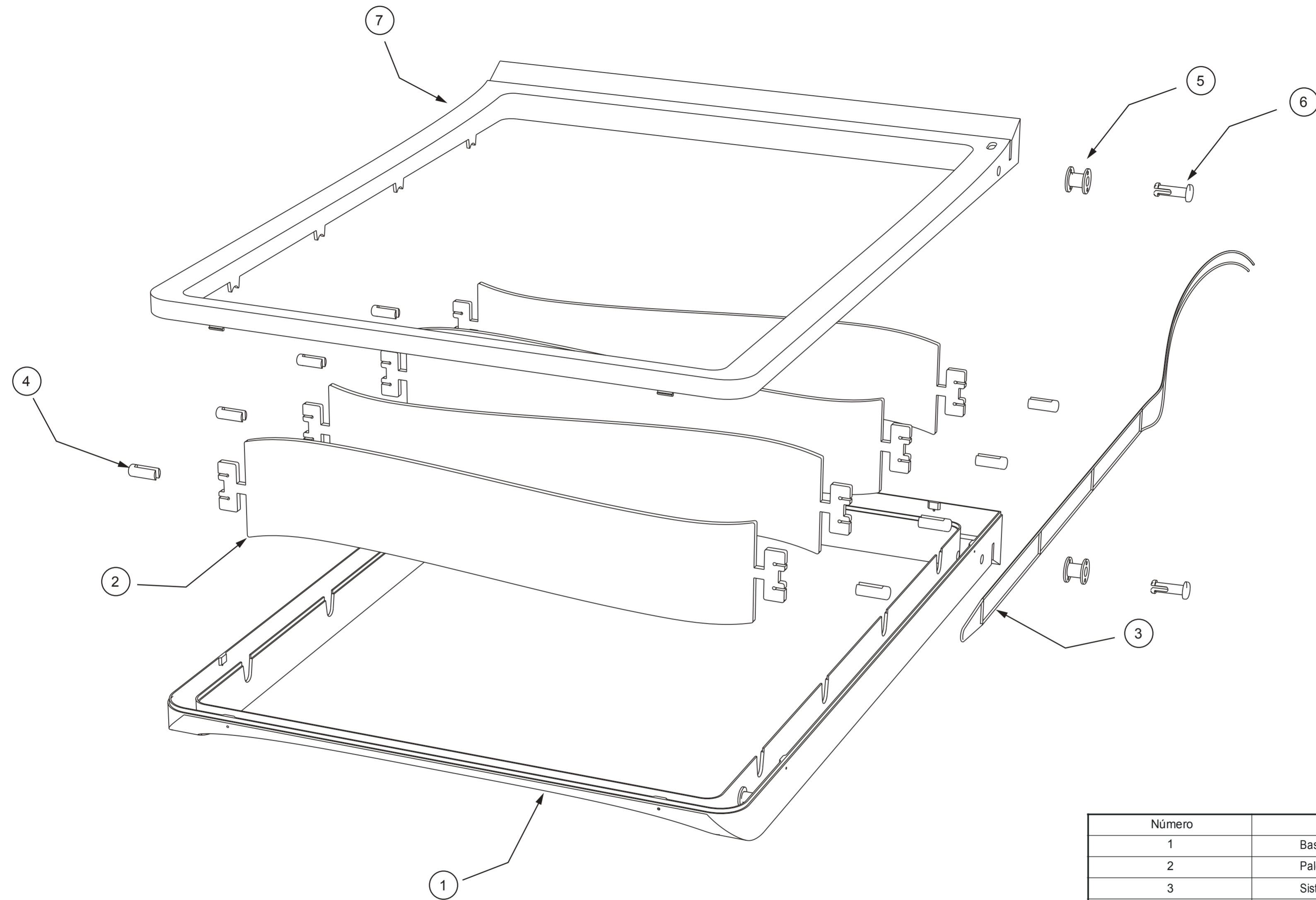
## ANEXO 4: DESENHOS TÉCNICOS



Número	Denominação		
1	Base da carenagem		
2	Paletas de reflexão		
3	Sistema de cordas		
4	Eixo de pivotagem		
5	Carretel		
6	Eixo de tensão		
7	Topo da carenagem		
8	Porca sextavada		
9	Parafuso de regulagem		
10	Perfil de fixação		
11	Borracha de proteção		
<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO</b>			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial		Habilitação em Projeto de Produto	
<b>Título do Projeto</b> <b>Catamarã</b>		Peça: ---	
		Sistema: ---	
		Conjunto: Sistema completo - Vista explodida	
Autor: Joana Maciel Cavalcante Real Nunes (DRE: 109029662)	Escala: 1:1	Diedro:	
Orientador: Jeanine Torres Geammal	Cotas: mm		
Data: 28/11/2014	Material: Diversos	Prancha: 01	

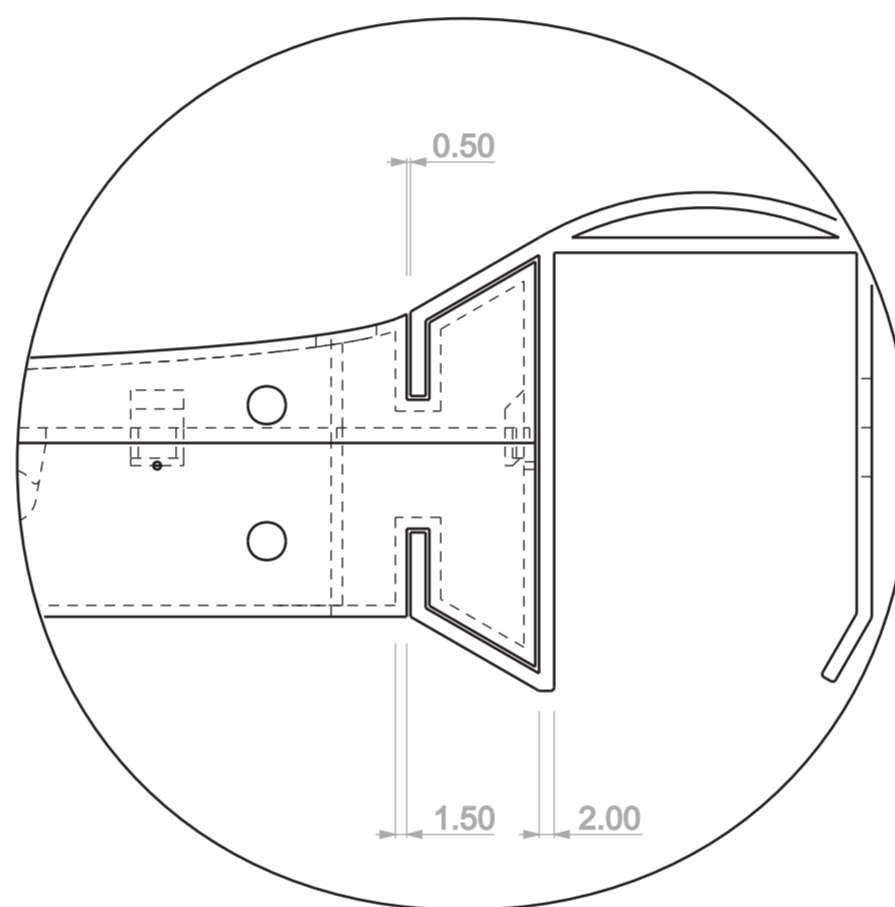
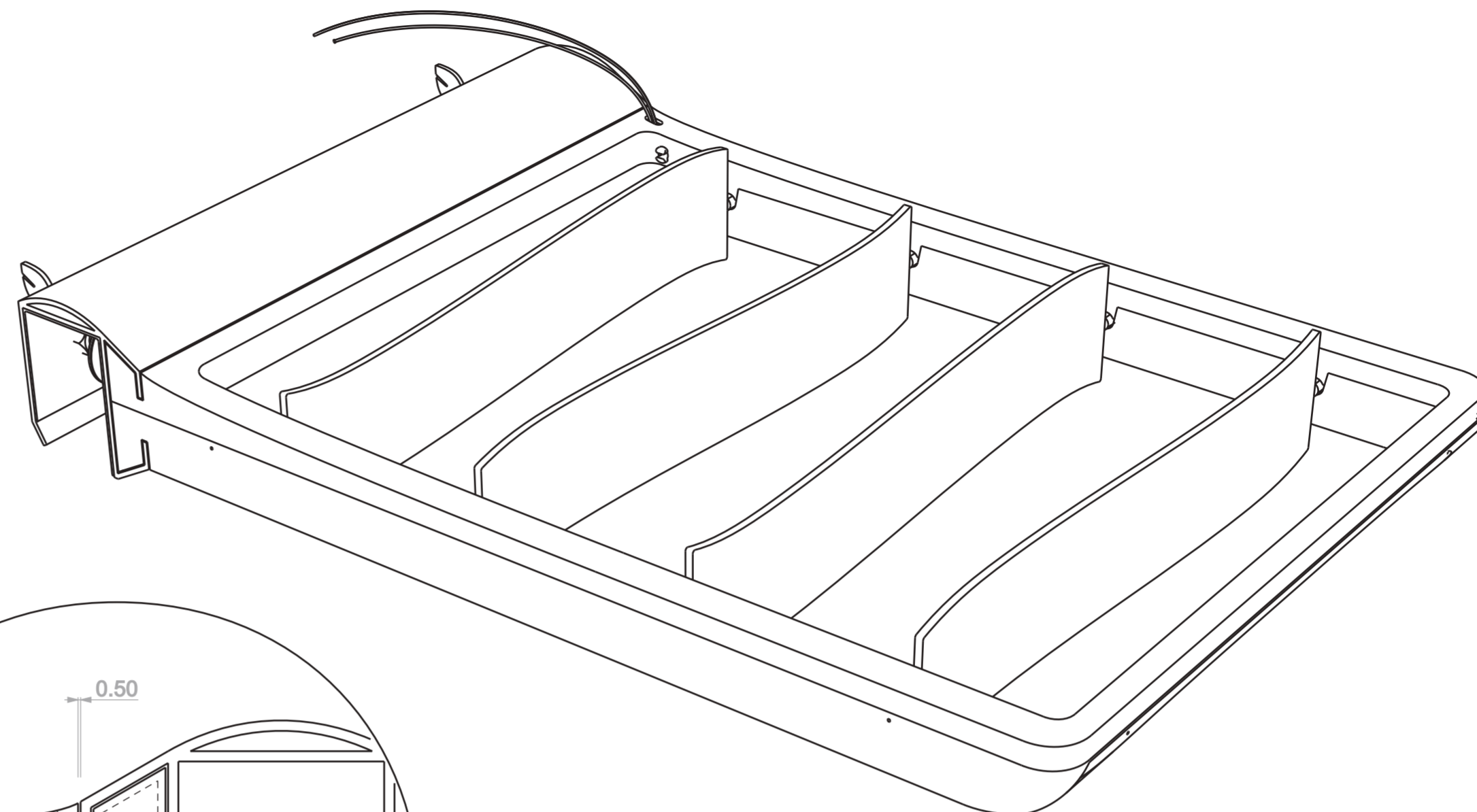
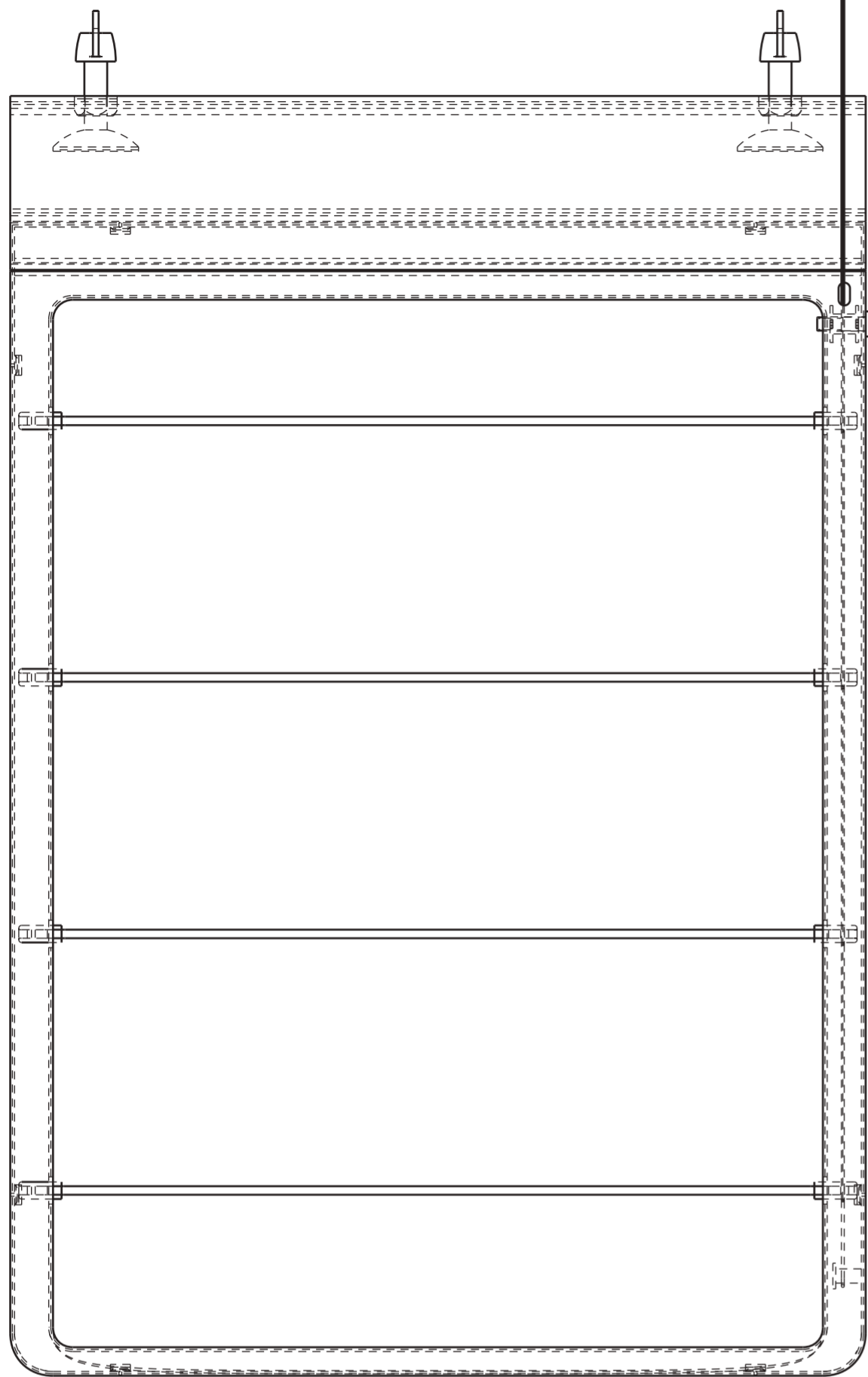


Número	Peça	
1	Parafuso de fixação	
2	Porca de nylon	
3	Perfil de fixação	
4	Borracha protetora	
<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO</b>		
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. de Desenho Industrial
Curso de Desenho Industrial		Habilitação em Projeto de Produto
<b>Título do Projeto</b> <b>Catamarã</b>		Peça: ---
		Sistema: Vista explodida
		Conjunto: Sistema de fixação
Autor: Joana Maciel Cavalcante Real Nunes (DRE: 109029662)	Escala: 1:2	Diedro:
Orientador: Jeanine Torres Geammal	Cotas: mm	
Data: 28/11/2014	Material: Liga ABS+PC	Prancha: <b>02</b>

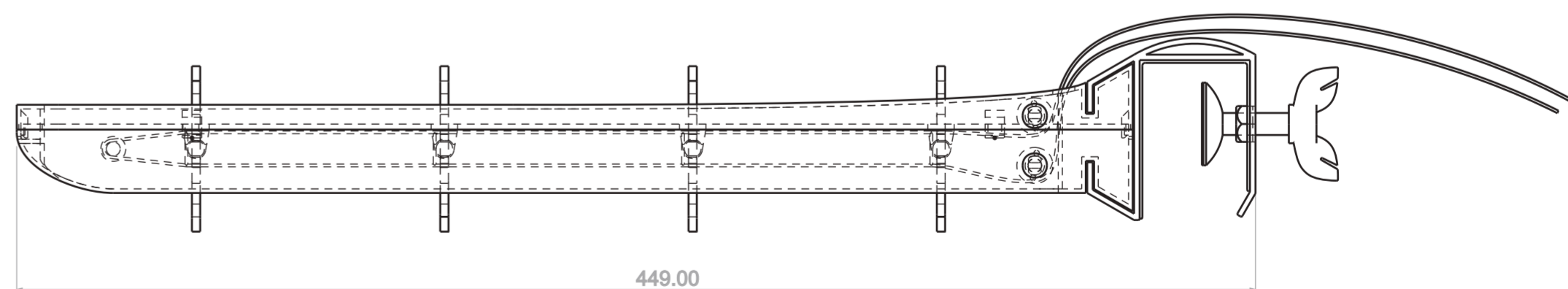
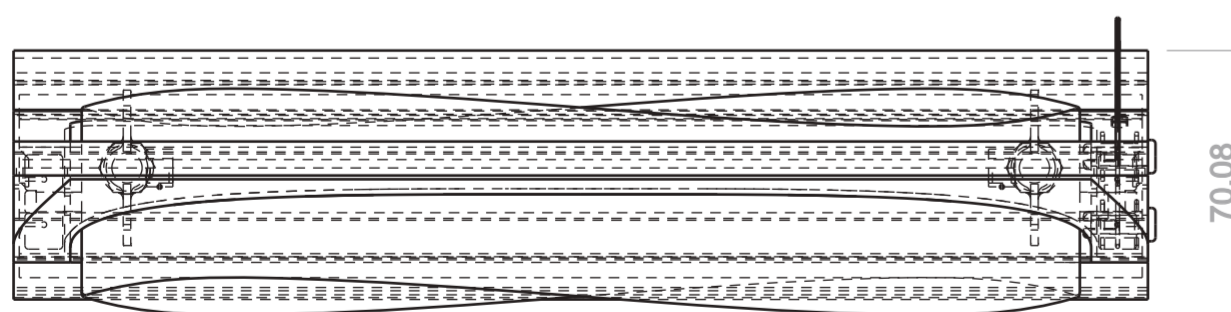


Número	Denominação
1	Base da carenagem
2	Paletas de reflexão
3	Sistema de cordas
4	Eixo de pivotagem
5	Carretel
6	Eixo de tensão
7	Topo da carenagem

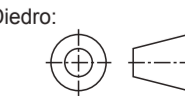
<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO</b>			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial		Habilitação em Projeto de Produto	
<b>Título do Projeto</b>		<b>Peça:</b> ---	
<b>Catamarã</b>		<b>Sistema:</b> Sistema de reflexão- Vista explodida	
		<b>Conjunto:</b> ---	
<b>Autor:</b> Joana Maciel Cavalcante Real Nunes (DRE: 109029662)	<b>Escala:</b> 1:1		
<b>Orientador:</b> Jeanine Torres Geammal	<b>Cotas:</b> mm		
<b>Data:</b> 28/11/2014	<b>Material:</b> Diversos		

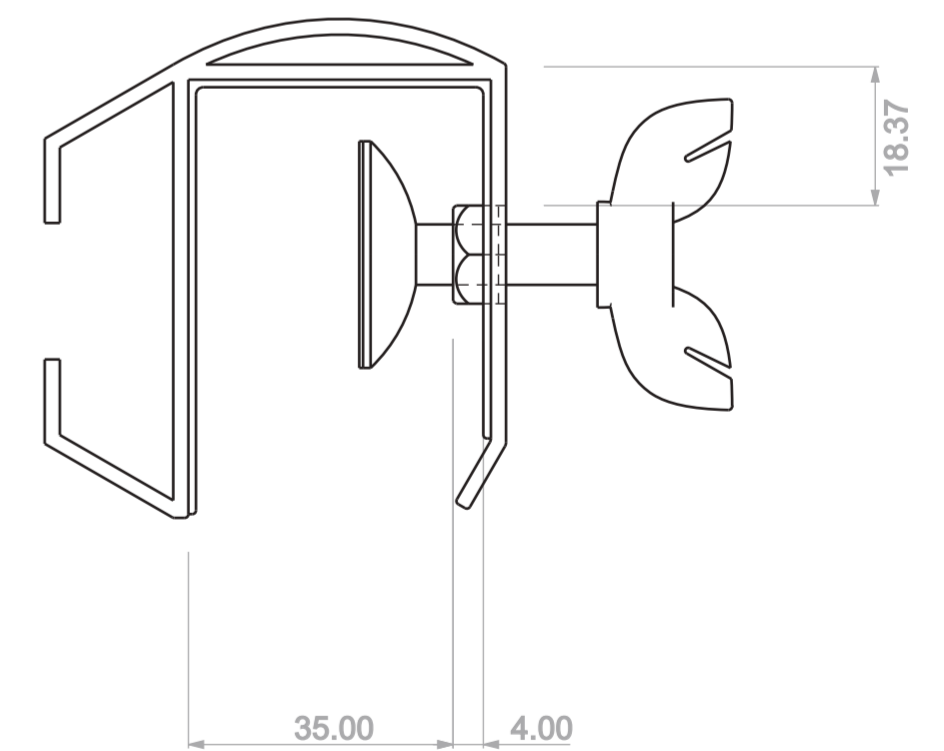
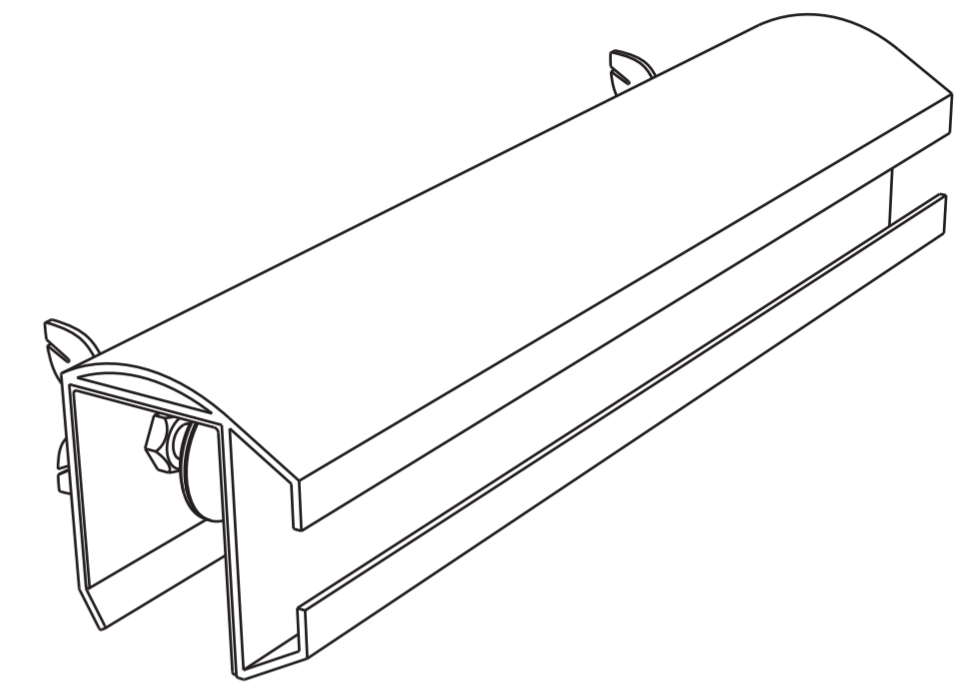
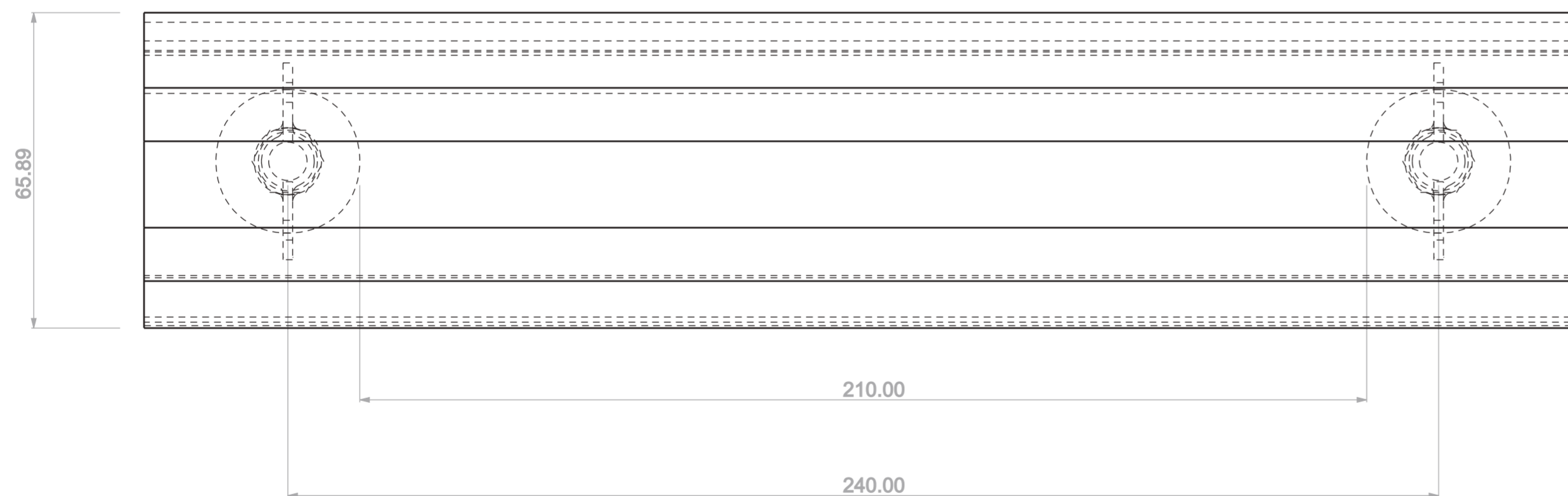


Detalhe A  
Escala 1:1

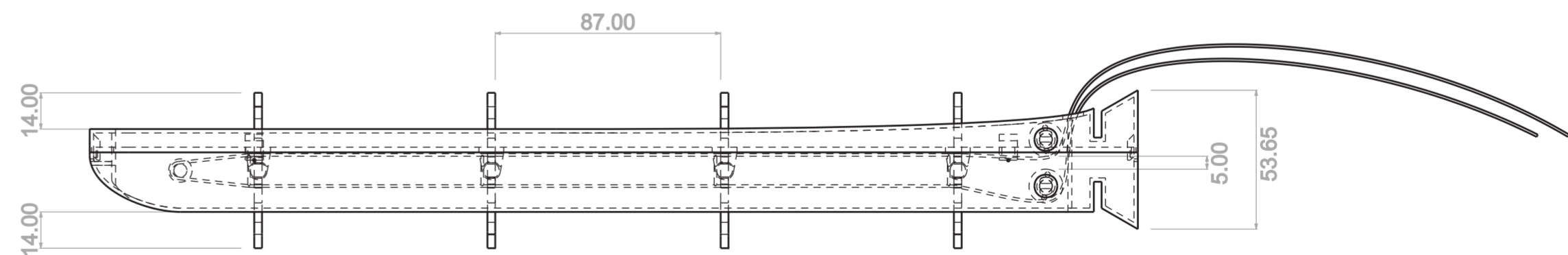
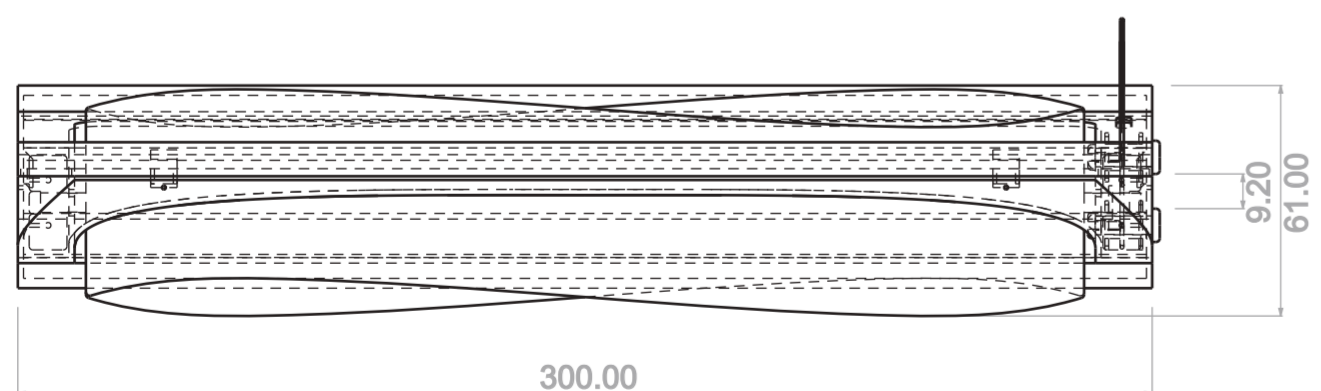
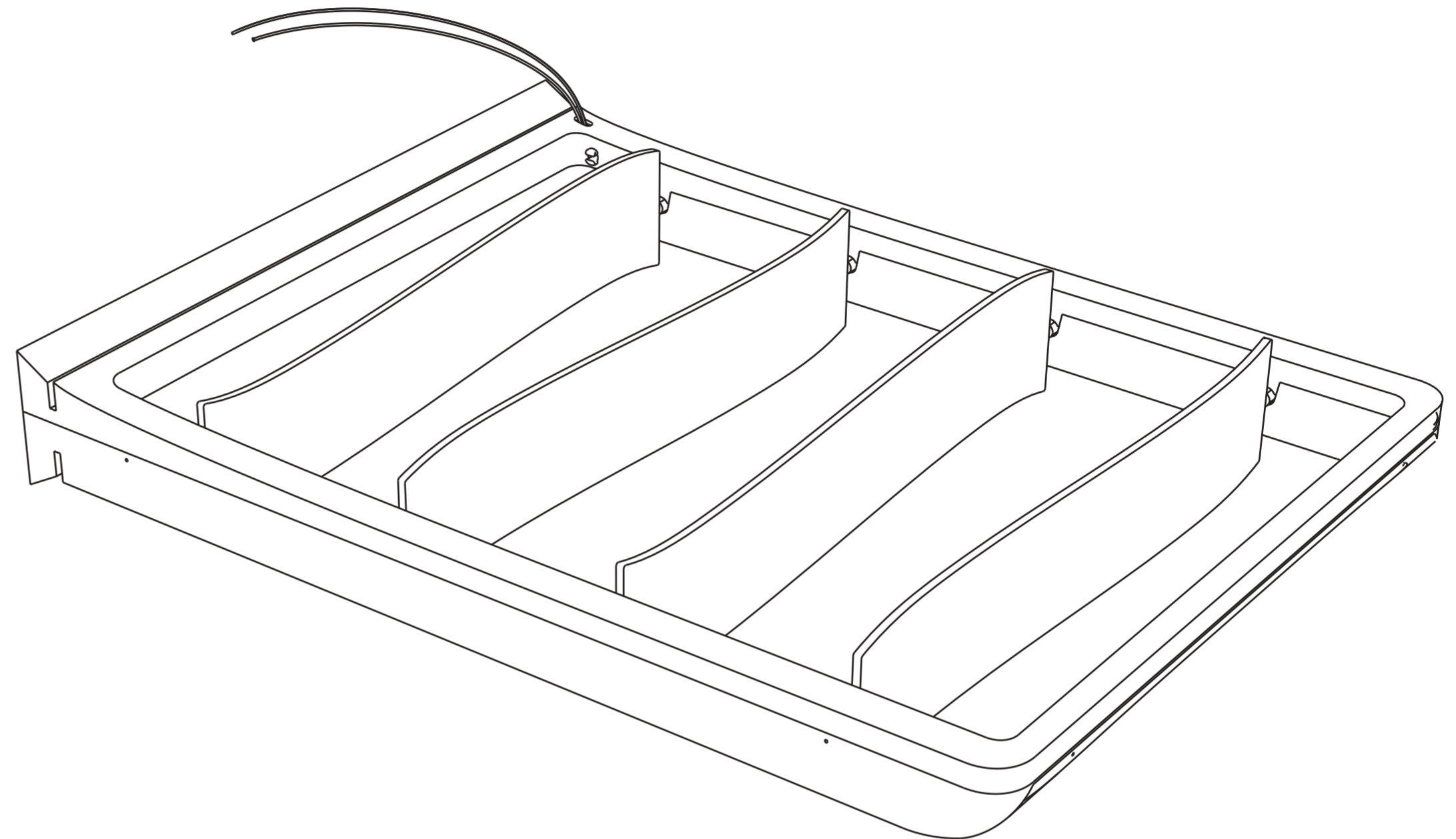
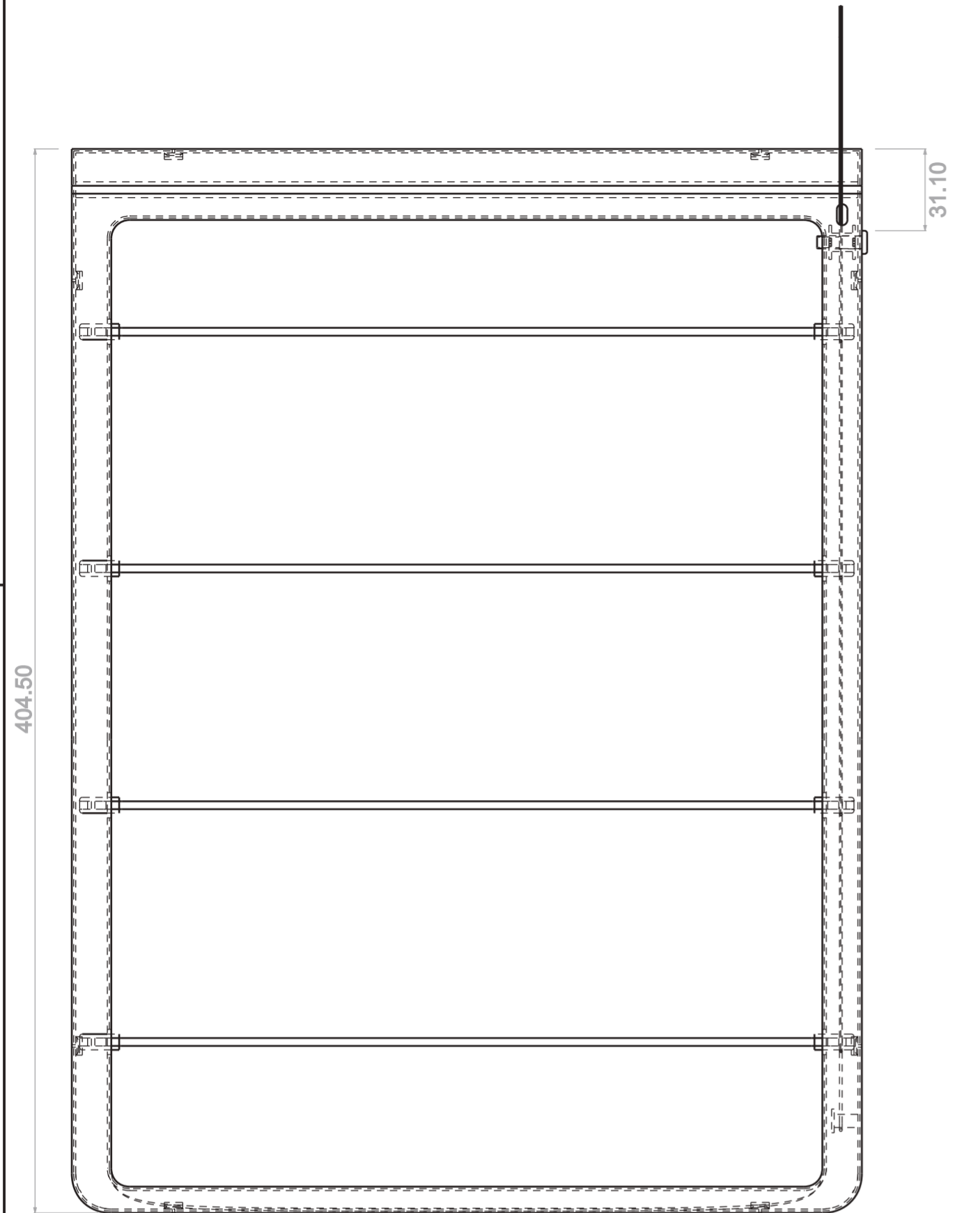


<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO</b>			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial		Habilitação em Projeto de Produto	
<b>Título do Projeto</b>		Peça:	---
<b>Catamarã</b>		Sistema:	---
		Conjunto:	Conjunto completo
Autor:	Joana Maciel Cavalcante Real Nunes (DRE: 109029662)	Escala:	1:2
Orientador:	Jeanine Torres Geammal	Cotas:	mm
Data:	28/11/2014	Material:	Diversos
		Prancha:	<b>04</b>

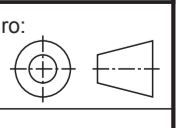




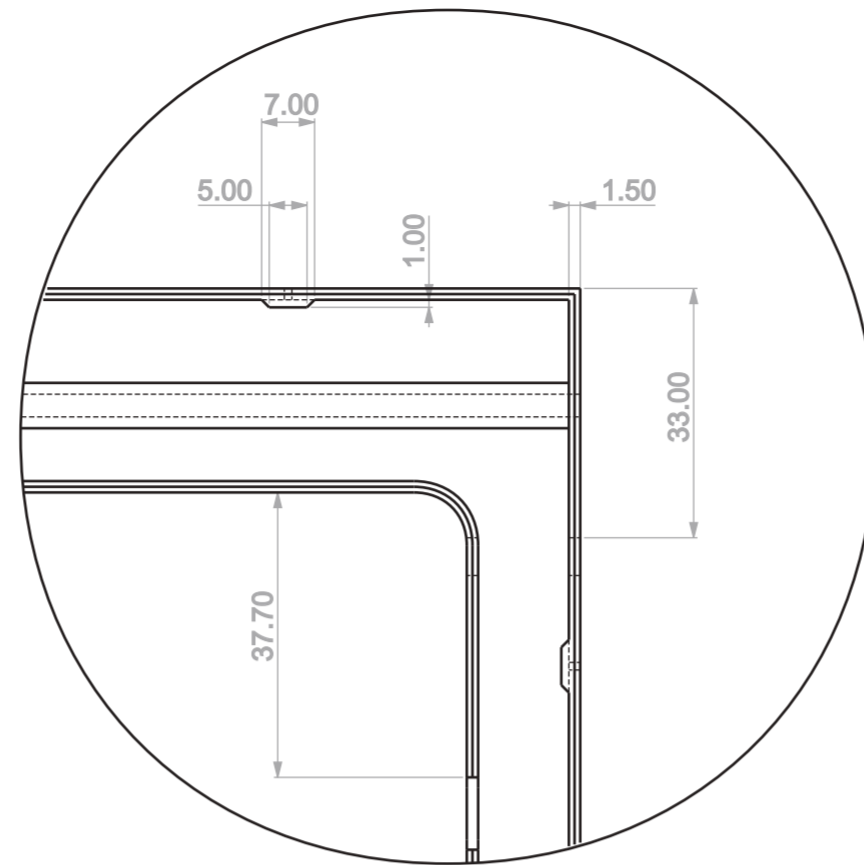
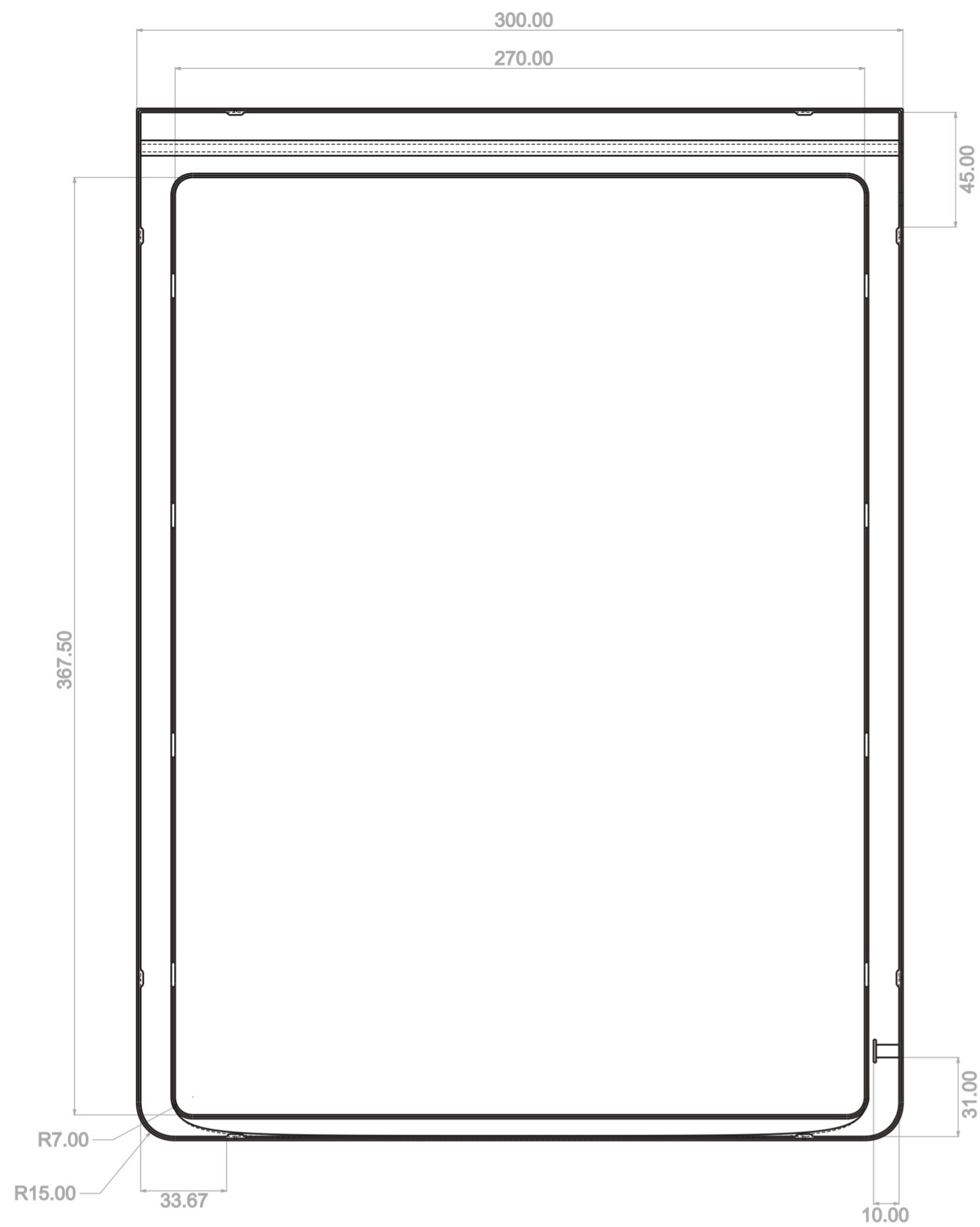
<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO</b>			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial		Habilitação em Projeto de Produto	
<b>Título do Projeto</b> <b>Catamarã</b>		Peça: --- Sistema: Sistema de fixação Conjunto: ---	
Autor: Joana Maciel Cavalcante Real Nunes (DRE: 109029662)	Escala: 1:1	Diedro:	
Orientador: Jeanine Torres Geammal	Cotas: mm		
Data: 28/11/2014	Material: Diversos	Prancha: <b>05</b>	



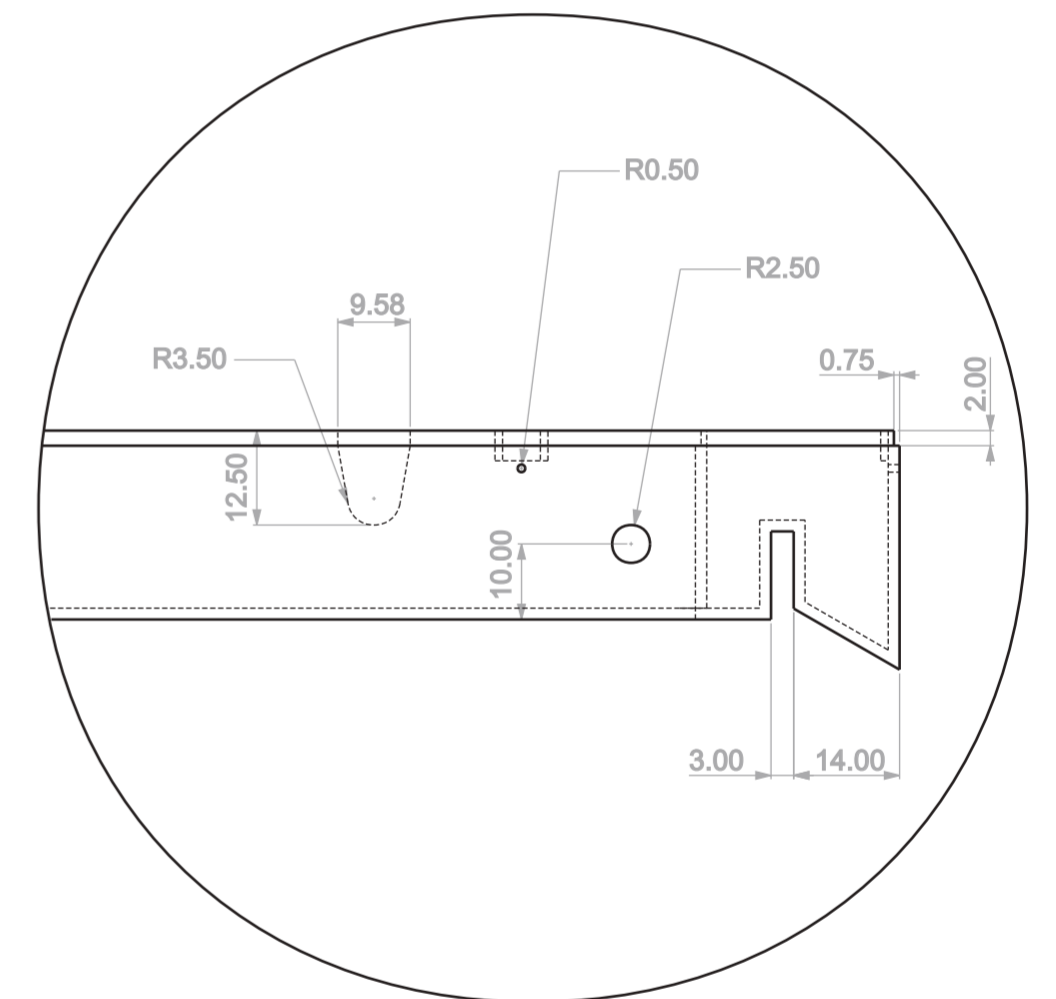
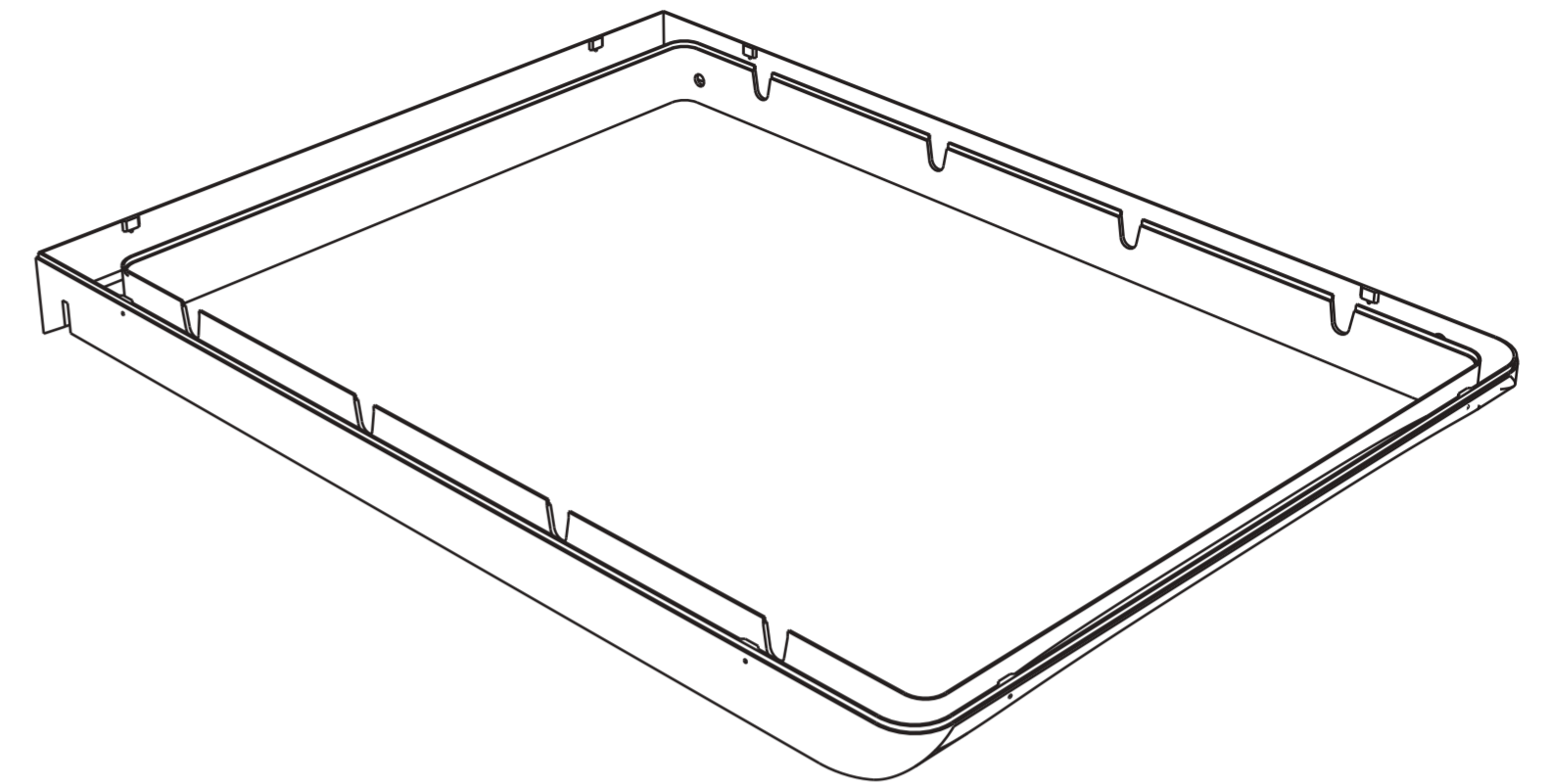
<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO</b>			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial		Habilitação em Projeto de Produto	
<b>Título do Projeto</b>		<b>Peça:</b>	---
<b>Catamarã</b>		<b>Sistema:</b>	Sistema de reflexão
		<b>Conjunto:</b>	---
<b>Autor:</b>	Joana Maciel Cavalcante Real Nunes (DRE: 109029662)	<b>Escala:</b>	1:2
<b>Orientador:</b>	Jeanine Torres Geammal	<b>Cotas:</b>	mm
<b>Data:</b>	28/11/2014	<b>Material:</b>	Diversos
		<b>Prancha:</b>	<b>06</b>



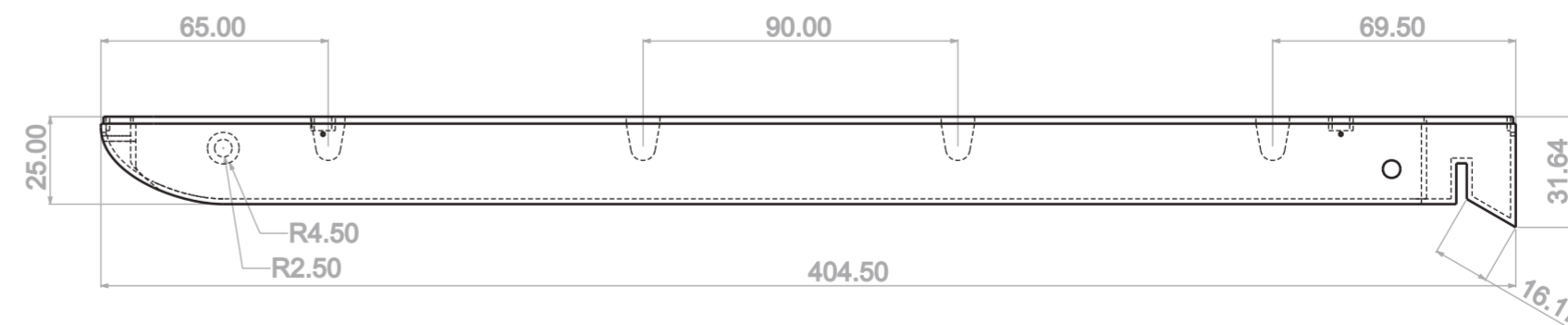
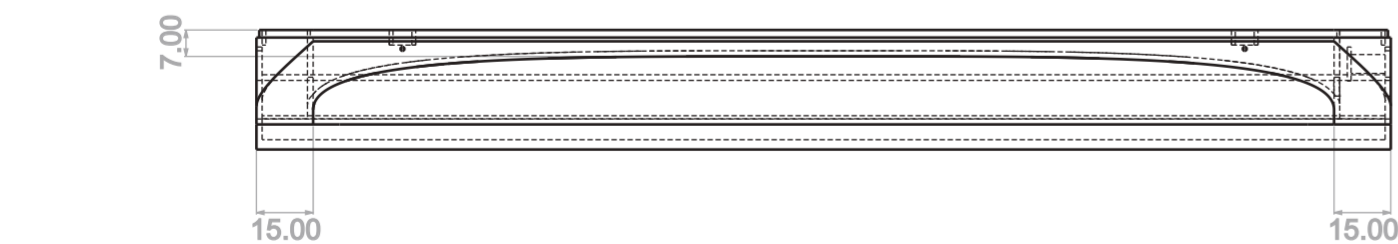




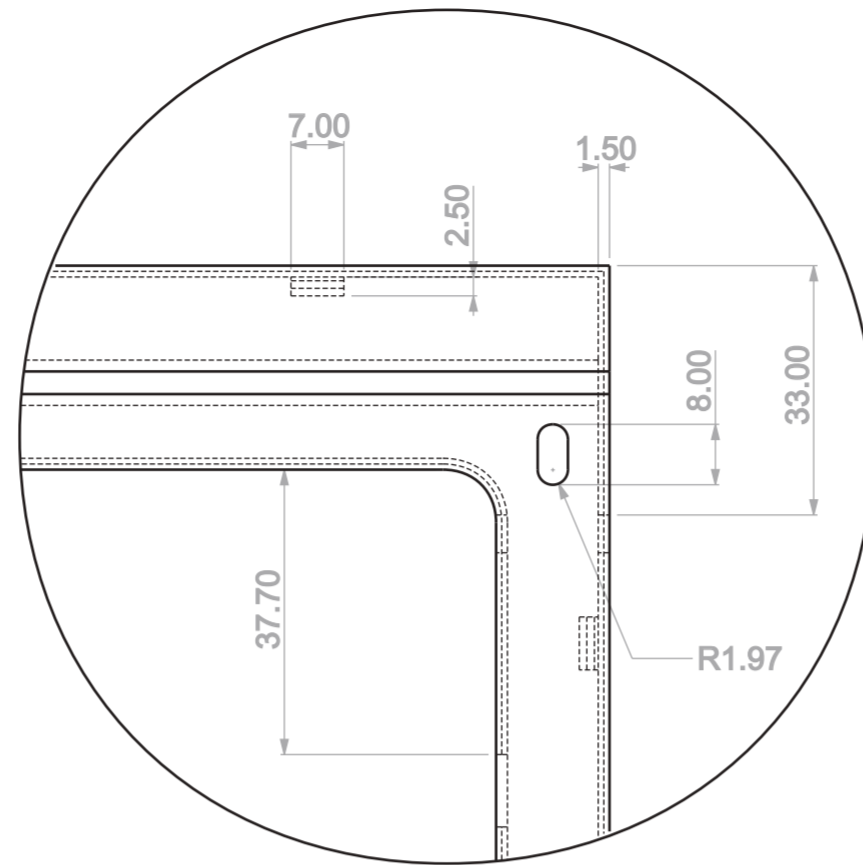
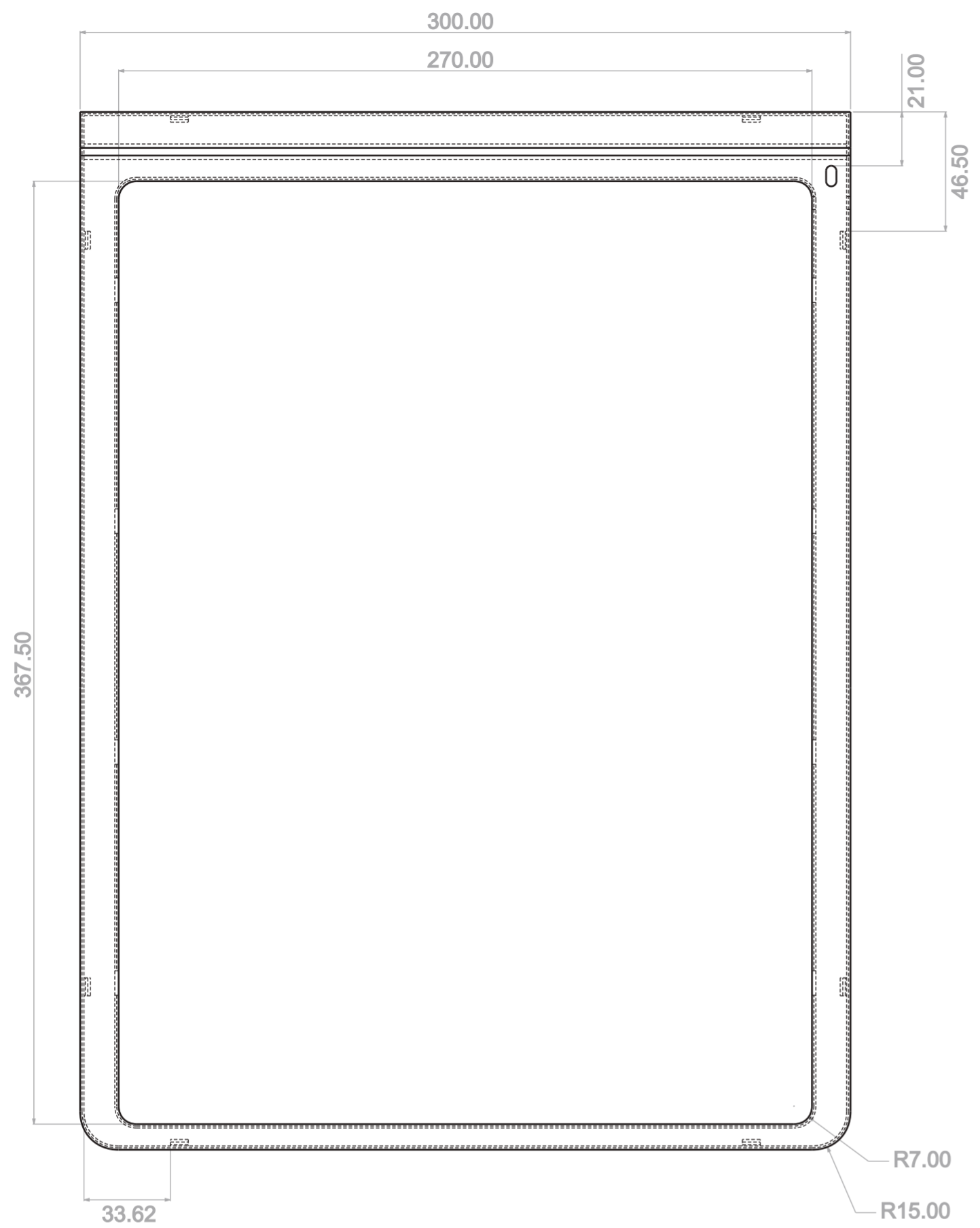
Detalhe B  
Escala 1:1



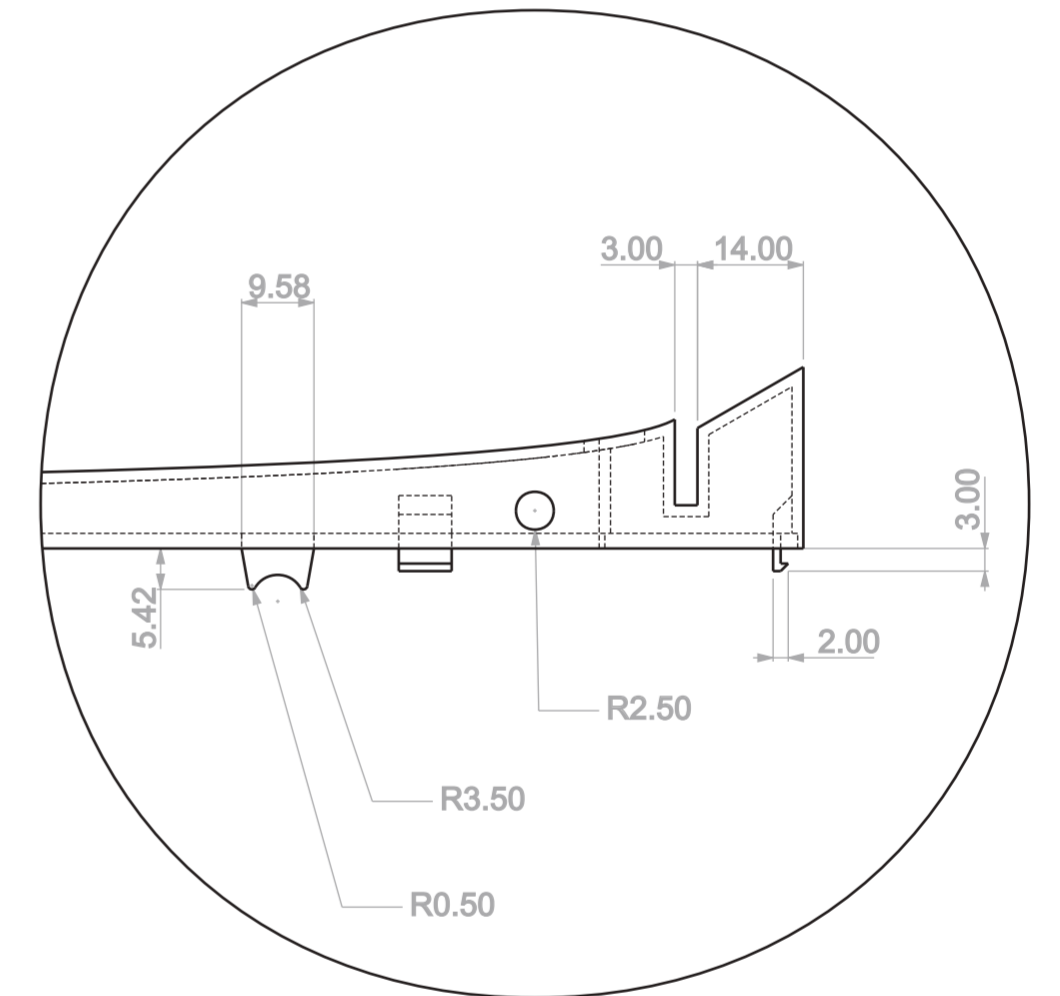
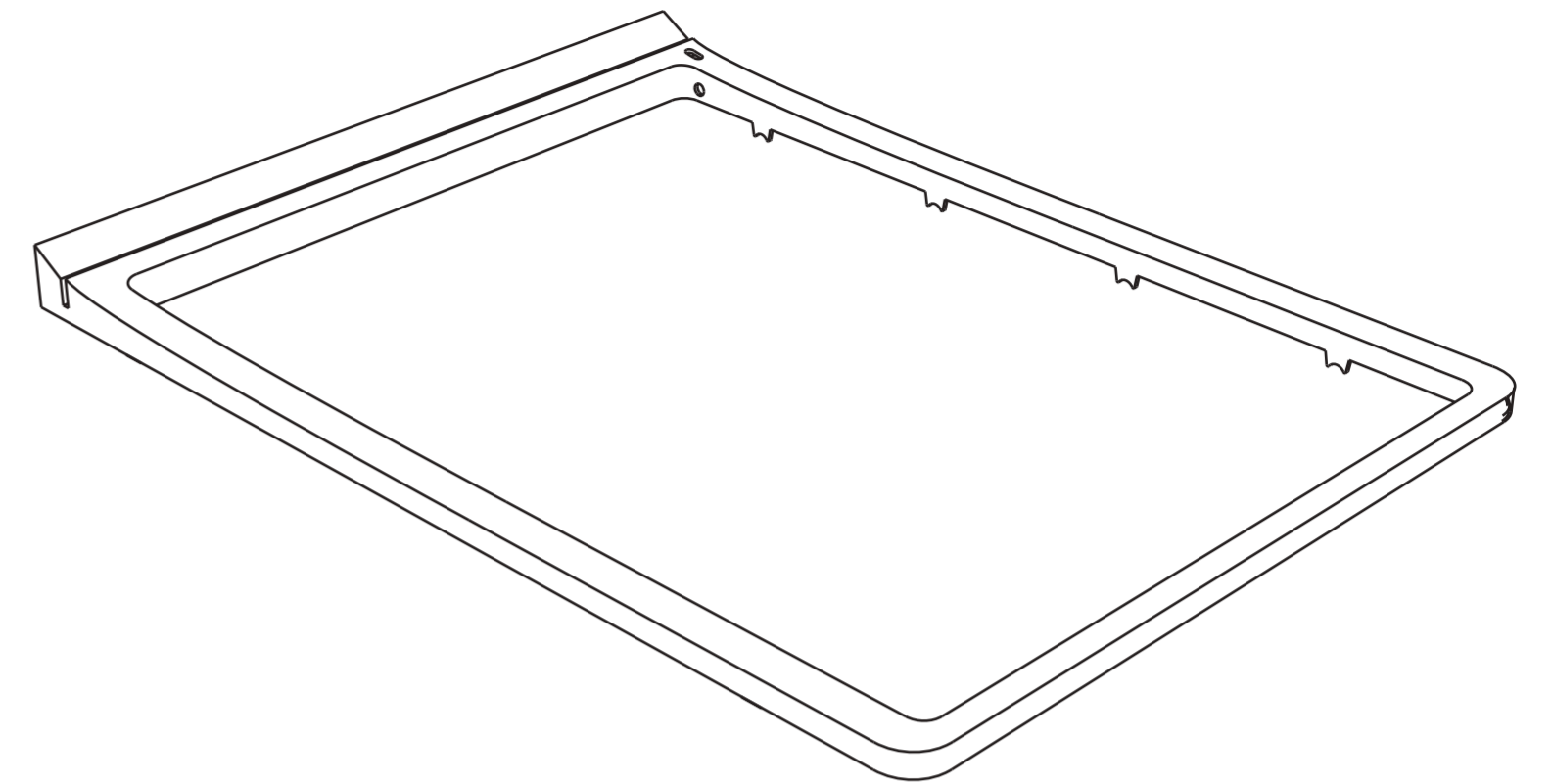
Detalhe C  
Escala 1:1



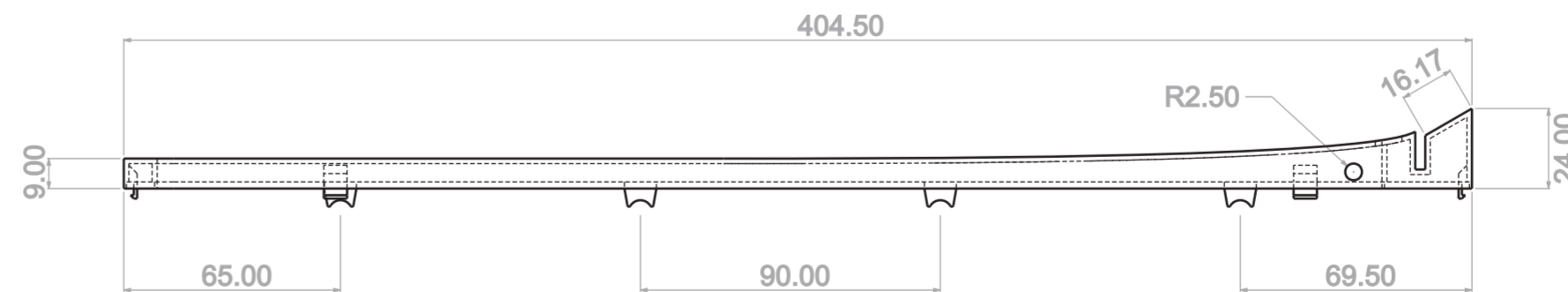
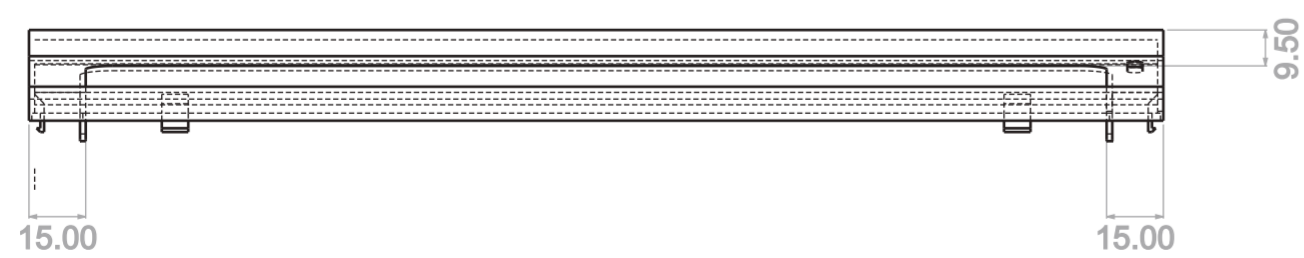
<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO</b>			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial		Habilitação em Projeto de Produto	
<b>Título do Projeto</b> <b>Catamarã</b>		Peça: Base da carenagem	
		Sistema: Sistema de reflexão	
		Conjunto: ---	
Autor: Joana Maciel Cavalcante Real Nunes (DRE: 109029662)	Escala: 1:2	Diedro:	
Orientador: Jeanine Torres Geammal	Cotas: mm		
Data: 28/11/2014	Material: Liga PC + ABS	Prancha: 07	



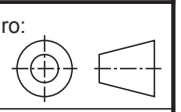
Detalhe D  
Escala 1:1

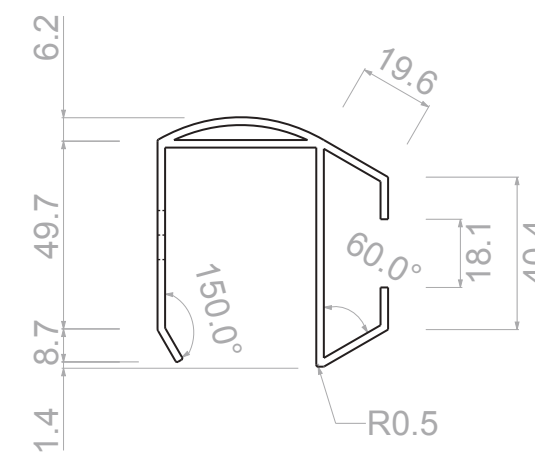
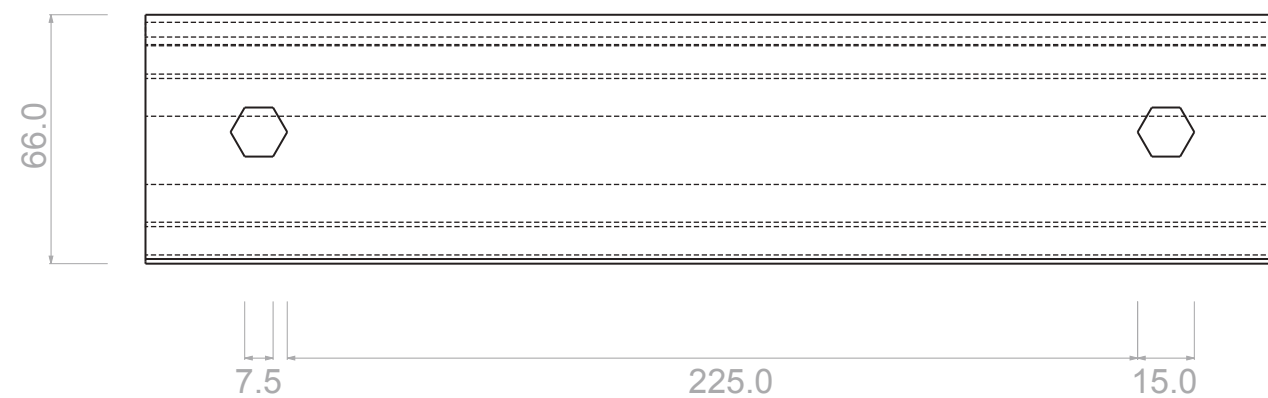
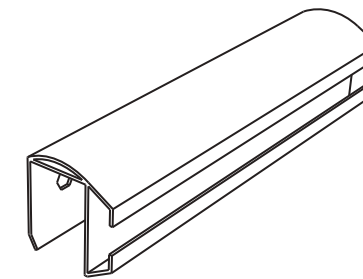


Detalhe E  
Escala 1:1

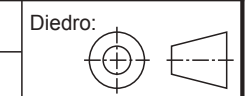


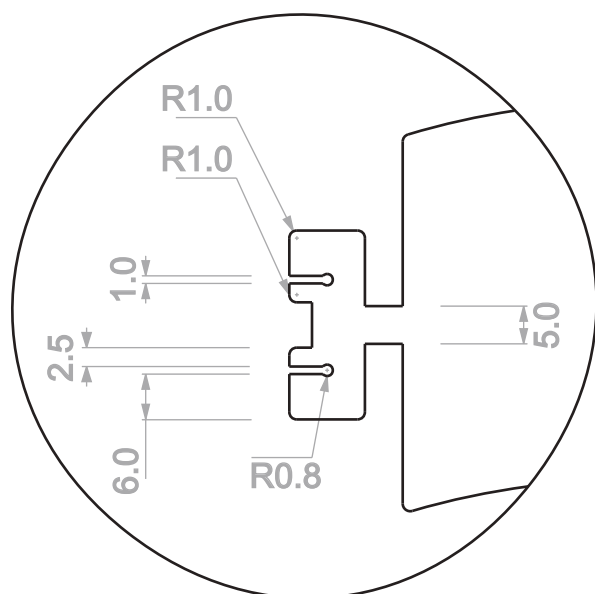
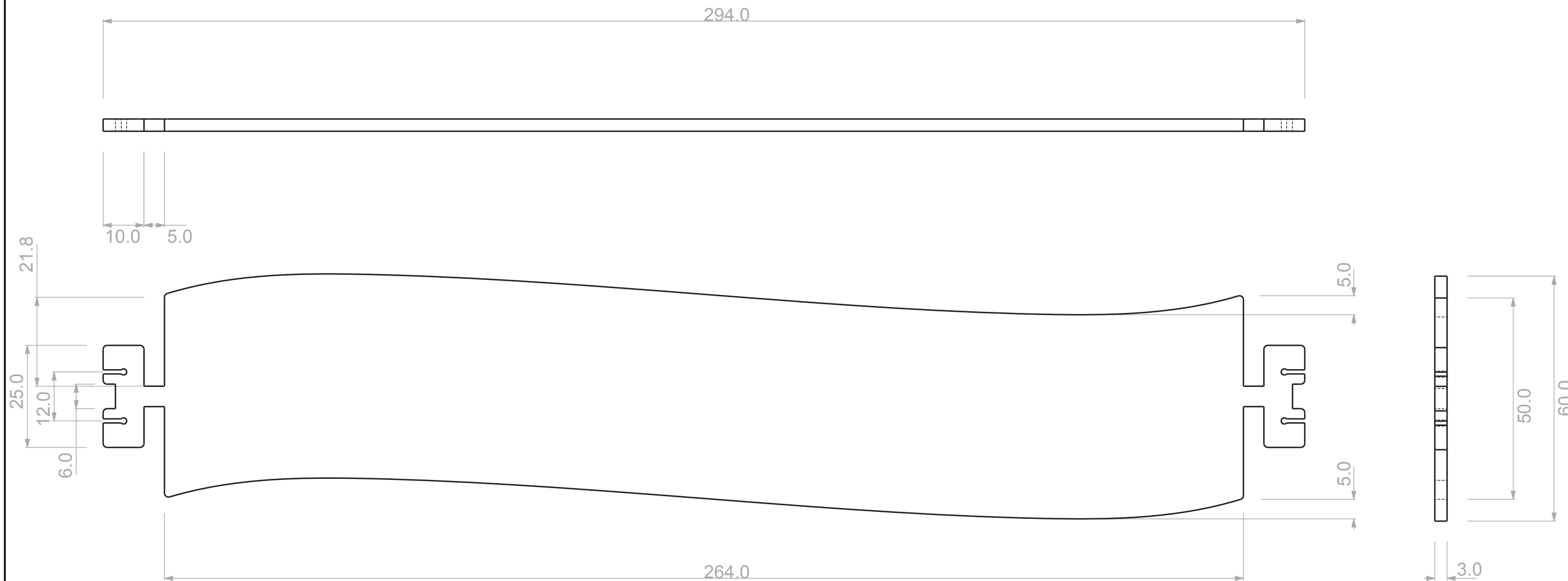
<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO</b>			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial		Habilitação em Projeto de Produto	
<b>Título do Projeto</b> <b>Catamarã</b>		Peça: Topo da carenagem	
		Sistema: Sistema de reflexão	
		Conjunto: ---	
Autor:	Joana Maciel Cavalcante Real Nunes (DRE: 109029662)	Escala:	1:2
Orientador:	Jeanine Torres Geammal	Cotas:	mm
Data:	28/11/2014	Material:	Liga PC + ABS
		Prancha:	08



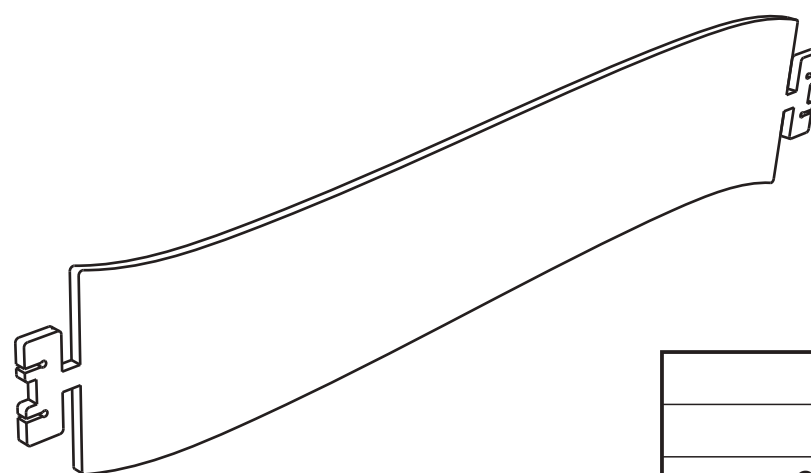


<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO</b>			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. de Desenho Industrial	
<b>Curso de Desenho Industrial</b>		Habilitação em Projeto de Produto	
<b>Título do Projeto</b> <b>Catamarã</b>		Peça:	Perfil de fixação
		Sistema:	Sistema Refletor
		Conjunto:	---
Autor:	Joana Maciel Cavalcante Real Nunes (DRE: 109029662)	Escala:	1:2
Orientador:	Jeanine Torres Geammal	Cotas:	mm
Data:	28/11/2014	Material:	Liga Alumínio 6060 T4
		Prancha:	<b>09</b>

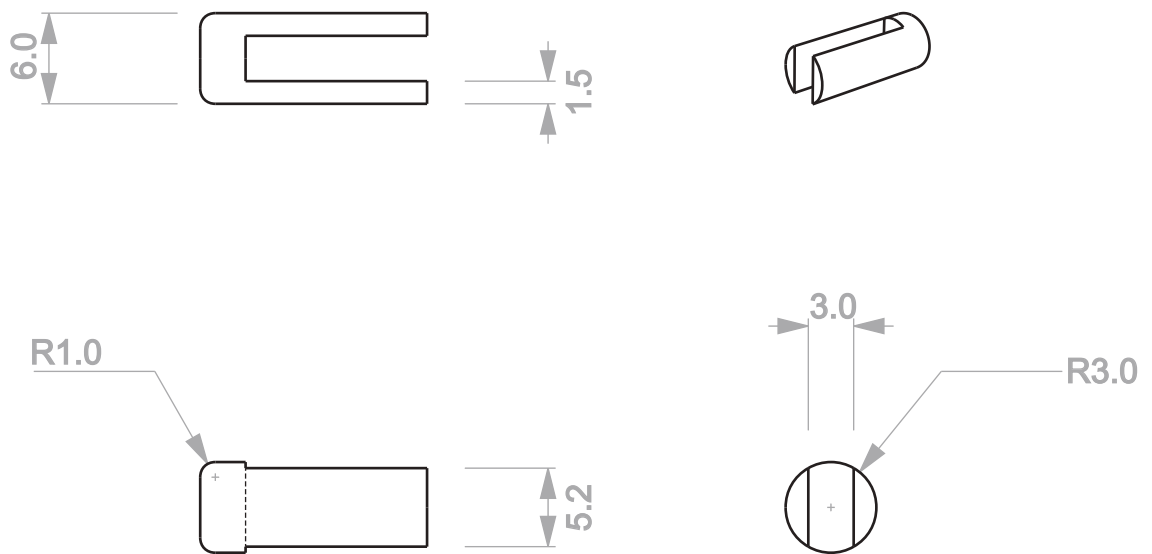




Detalhe F  
Escala 1:1



<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO</b>			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. de Desenho Industrial	
<b>Curso de Desenho Industrial</b>		Habilitação em Projeto de Produto	
<b>Título do Projeto</b> <b>Catamarã</b>		Peça: Paleta	
		Sistema: Sistema Paleta + Eixo	
		Conjunto: Sistema refletor	
Autor: Joana Maciel Cavalcante Real Nunes (DRE: 109029662)	Escala: 1:1	Diedro:	
Orientador: Jeanine Torres Geammal	Cotas: mm		
Data: 28/11/2014	Material: Acrílico em chapa 3 mm		



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO**

CLA - Escola de Belas Artes

Depto. de Desenho Industrial

**Curso de Desenho Industrial**

Habilitação em Projeto de Produto

Título do Projeto

**Catamarã**

Peça: Eixo de pivotagem

Sistema: Paletas + eixo

Conjunto: Sistema de reflexão

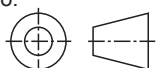
Autor: Joana Maciel Cavalcante Real Nunes (DRE: 109029662)

Escala: 2:1

Diedro:

Orientador: Jeanine Torres Geammal

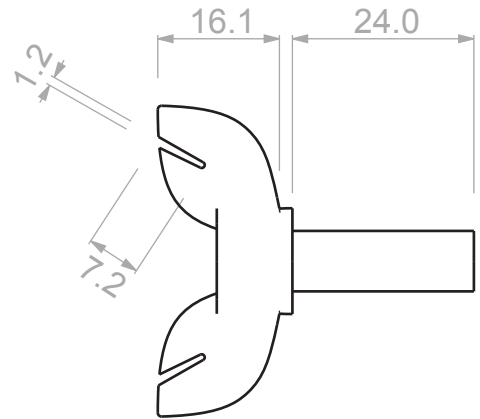
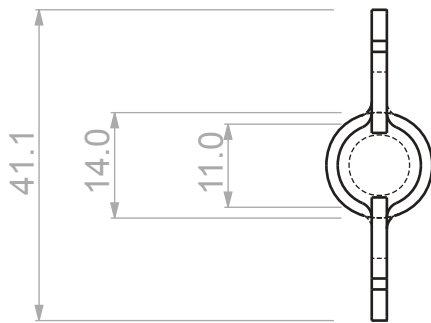
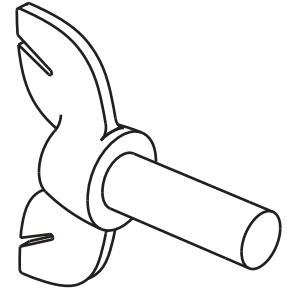
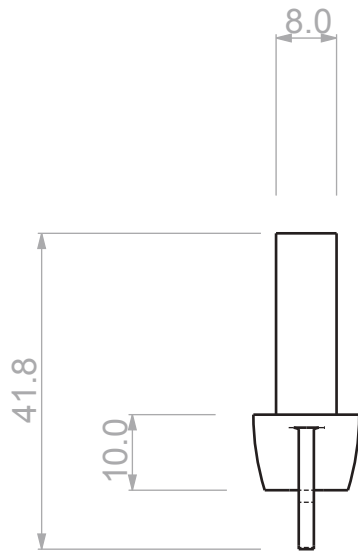
Cotas: mm



Data: 28/11/2014

Material: Liga PC + ABS

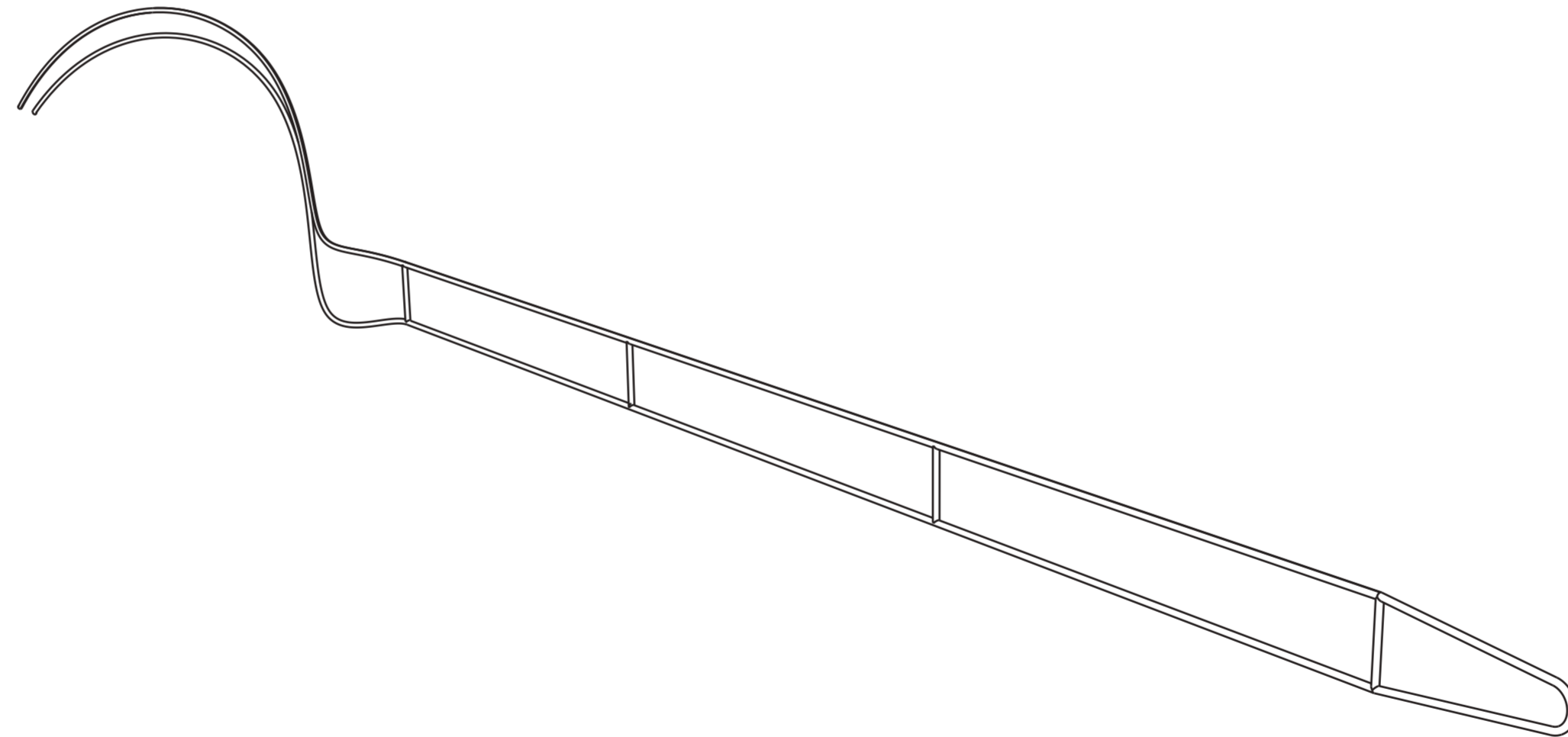
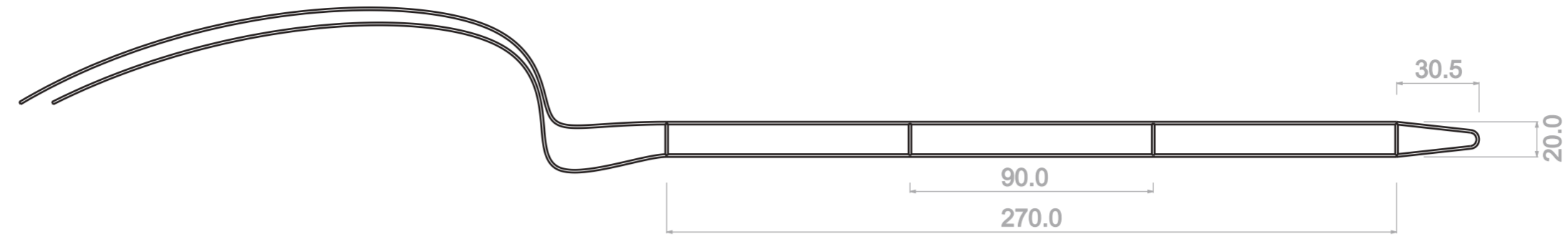
Prancha: 11



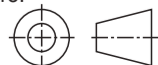
<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO</b>			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial		Habilitação em Projeto de Produto	
<b>Título do Projeto</b> <b>Catamarã</b>		Peça: Parafuso de regulagem	
		Sistema: Sistema de fixação	
		Conjunto: ---	
Autor: Joana Maciel Cavalcante Real Nunes (DRE: 109029662)		Escala: 1:1	Diedro:
Orientador: Jeanine Torres Geammal		Cotas: mm	
Data: 28/11/2014	Material: Aço inoxidável	Prancha: 12	

1.0

1.0



OBS: Não consideramos o comprimento geral da peça nesta prancha já que o mesmo varia conforme o gosto do cliente na compra a metro do produto de mercado.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial		Habilitação em Projeto de Produto	
Título do Projeto <b>Catamarã</b>		Peça: Sistema de cordas	
		Sistema: Sistema de reflexão	
		Conjunto: ---	
Autor: Joana Maciel Cavalcante Real Nunes (DRE: 109029662)	Escala: 1:2	Diedro: 	
Orientador: Jeanine Torres Geammal	Cotas: mm		
Data: 28/11/2014	Material: Fio de polipropileno	Prancha: 13	