

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Centro de Letras e Artes - Escola de Belas Artes

Departamento de Desenho Industrial

Curso de Design Industrial/ Projeto de Produto

Relatório de Projeto de Graduação em Design Industrial

RECIFE

Comporta Contra Enchente

Derley Telles Guimarães de Almeida



Rio de Janeiro

2023-2

RECIFE

Comporta contra enchente

Derley Telles Guimarães de Almeida

Projeto submetido ao corpo docente do Departamento de Design Industrial da Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários para a obtenção de grau de Bacharel em Design Industrial/ Habilitação em Projeto de Produto.

Aprovado em: _____

Documento assinado digitalmente

 GERSON DE AZEVEDO LESSA
Data: 11/06/2024 14:39:19-0300
Verifique em <https://validar.itii.gov.br>

Prof. Gerson de Azevedo Lessa, Orientador

BAI / UFRJ

Documento assinado digitalmente
 DEBORAH CHAGAS CHRISTO
Data: 11/06/2024 12:11:17-0300
Verifique em <https://validar.itii.gov.br>

Profa. Deborah Chagas Christo

BAI / UFRJ

Documento assinado digitalmente
 DIOGO PONTES COSTA
Data: 17/06/2024 12:22:07-0300
Verifique em <https://validar.itii.gov.br>

Prof. Diogo Pontes Costa

BAI / UFRJ

Rio de Janeiro

2024

CIP - Catalogação na Publicação

Telles Guimarães de Almeida, Derley
T434r Recife - Comporta contra enchente / Derley
Telles Guimarães de Almeida. -- Rio de Janeiro,
2023-2.
224 f.

Orientador: Gerson de Azevedo Lessa.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de
Belas Artes, Bacharel em Desenho Industrial, 2023
2.

1. Comporta contra enchente. 2. Design de Produto. 3. Equipamento de segurança contra enchente. I. de Azevedo Lessa, Gerson, orient. II. Título.

Agradecimentos

Gostaria primeiramente de agradecer ao meu orientador e professor Gerson Lessa por sua dedicação, confiança e atenção, não apenas nesse projeto como em suas disciplinas e outros projetos que realizamos juntos. Sou muito grato a todos os ensinamentos, sempre buscando o meu melhor e todas as boas discussões levantadas que certamente levarei por toda a minha vida.

Sou eternamente grato à Universidade Federal do Rio de Janeiro, em particular ao curso de Design Industrial da Escola de Belas Artes. Apesar de todos os contratemplos e problemas ao longo dos anos, a faculdade proporcionou a mim momentos, amigos e o conhecimento que levarei sempre comigo.

Agradeço a todos os amigos que fiz na universidade, todos aqueles que participaram diretamente ou indiretamente da minha graduação, sempre com conversas boas sobre a vida e sobre a profissão. Agradeço ao engenheiro Otto Araújo, ao qual tive diversas conversas ao longo deste projeto e sem seu auxílio não seria possível resolver tecnicamente o produto.

Aos meus pais e minha família agradeço muito, mesmo por vezes não entendendo o que é design, mas sempre me apoiando no meu caminho.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a minha companheira Clara Araújo, sempre estimulando o meu melhor e estando ao meu lado nesse projeto de graduação o qual sem seu apoio não seria possível.

Resumo do Projeto submetido ao Departamento de Design Industrial da EBA/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção de grau de Bacharel em Design Industrial/ Habilitação em Projeto de Produto.

Recife – Comporta contra Enchente

Derley Telles Guimarães de Almeida

Abril de 2024

Professor Orientador: Gerson Lessa

Departamento: Design Industrial / Projeto de Produto

O tema deste projeto de graduação gira em torno de comporta contra enchentes. Motivado pelo fato desses produtos serem muito deficientes no âmbito nacional, procuramos criar um produto que surpreisse esses problemas. O objetivo geral deste projeto é, portanto, desenvolver um objeto capaz de barrar a entrada de água para dentro de residências e estabelecimentos comerciais, tornando o produto mais leve, de fácil uso e com alta durabilidade. Para obter-se dados de conhecimento sobre esse tipo de produto, foi necessário fazer um levantamento de produtos existentes, bem como uma pesquisa de campo para manuseá-los. O manuseio e a observação deste produto mostraram linhas importantes de raciocínio a serem seguidas e uma série de alternativas projetuais foram desenhadas. Além dos dados levantados, todas as conversas com engenheiros auxiliaram a como estruturar esse tipo de objeto e como fazer com que o projeto possua resistência suficiente para suportar uma carga de enchente. Após a fase de geração de alternativas, pudemos iniciar o refinamento técnico do projeto, definimos um sistema composto por estrutura interna, chapas externas, trancas embutidas, perfis fixos e alça e utilizamos de softwares CAD para a criação de modelos tridimensionais computadorizados e utilizamos de simulações para testes de estrutura. Deles geramos os desenhos técnicos, uma série de renderings ilustrativos e o modelo final em escala, impresso em 3D e cortado a laser. Ao fim criamos um projeto de comporta contra enchente feita sob encomenda, de acordo com o seu vão de barragem, de fácil instalação, com sistema antifurto e com uma materialidade mais leve e duradoura para a sua tarefa.

Abstract of the Project submitted to the Industrial Design Department of EBA / UFRJ as part of the requirements for obtaining a Bachelor's degree in Industrial Design/ Product Design Qualification

Recife - Flood Gate

Derley Telles Guimarães de Almeida

April 2024

Advisor: Gerson Lessa

Department: Industrial Design / Project of Product

The theme of this graduation project revolves around flood gates. Motivated by the fact that these products are very deficient at the national level, we sought to create a product that would overcome these problems. The general objective of this project is, therefore, to develop an object capable of stopping water from entering homes and commercial establishments, making the product lighter, easier to use and highly durable. To obtain knowledge data about this type of product, it was necessary to carry out a survey of existing products, as well as field research to handle them. Handling and observing this product showed important lines of reasoning to be followed and a series of design alternatives were designed. In addition to the data collected, all conversations with engineers helped with how to structure this type of object and how to make the project strong enough to withstand a flood load. After the alternative generation phase, we were able to begin the technical refinement of the project, we defined a system composed of internal structure, external plates, built-in locks, fixed profiles and handle and we used CAD software to create computerized three-dimensional models and used simulations for structure testing. From them we generated technical drawings, a series of illustrative renderings and the final scale model, 3D printed and laser cut. In the end, we created a custom-made flood gate project, according to your dam span, easy to install, with an anti-theft system and with a lighter and more durable material for your task.

Lista de Síglas e Abreviaturas

AQM – Material composto de duas chapas de alumínio com núcleo de polietileno

EPDM – Borracha com composição de etileno-propileno-dieno

APM – Liga metálica com composição de ferro-cromo-alumínio

IME – Instituto Militar de Engenharia

CAD - Computer Aided-Design

TIG - Tungsten Inert Gas

PU – Poliuretano

PLA - Ácido polilático

Lista de Figuras

- Figura 1** - Alagamento nas zonas norte e sul da cidade do Rio de Janeiro devido a fortes chuvas. Fonte: <https://extra.globo.com/noticias/rio/temporal-alaga-ruas-do-rio-poe-em-xequ-piscinao-da-praca-da-bandeira-18863706.html> 23
- Figura 2** - Alagamento na baixada fluminense. Fonte: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2020/02/06/apos-temporal-baixada-fluminense-ainda-tem-pontos-de-alagamento-nesta-quinta.ghtml> 24
- Figura 3** - O lixo e as causas das enchentes. Fonte: <https://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/principais-causas-das-enchentes-e-suas-consequencias/> 25
- Figura 4** - Cenário de riscos de enchentes nas próximas décadas. Fonte: http://megacidades.ccst.inpe.br/sao_paulo/VRMSP/capitulo5.php 26
- Figura 5** - Idosa perde bem materiais em enchente. Fonte: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2024/01/15/idoso-fica-em-casa-alagada-e-salva-o-cachorro-em-cima-de-movel-no-rj-e-de-partir-o-coracao-diz-filha.ghtml> 29
- Figura 6** - Comporta fabricada por serralheiro local. Fonte: Elaboração própria. 30
- Figura 7** - Comporta contra enchente. Fonte: <https://www.cartacapital.com.br/blogs/a-luta-de-quem-tem-a-casa-invadida-pelos-alagamentos-em-sp/> 34
- Figura 8** - Comportas de usina hidrelétrica. Fonte: <https://www.conjur.com.br/2021-fev-20/hidreletrica-indenizara-casas-inundadas-abertura-comporta/> 35
- Figura 9** - Comporta urbana, para barragem do rio Guaíba. Fonte: <https://gauchazh.clickrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2020/02/portoes-de-ferro-para-evitar-enchentes-do-guaiba-passam-por-reformas-ck6i7dgg10i8r01qdiy7bw65b.html> 36
- Figura 10** - Comporta de uso residencial ou comercial. Fonte: <https://www.theguardian.com/commentisfree/2014/feb/14/floods-washing-away-founding-logic-david-cameron-government> 36
- Figura 11** - Comporta removível. Fonte: <https://www.raulancomportas.com.br/gallery#&gid=1021724514&pid=10> 37

Figura 12 - Comporta pivotante. Fonte: https://www.raulancomportas.com.br/gallery#&gid=1021724514&pid=3	38
Figura 13 - Comporta deslizante. Fonte: Elaboração própria.	39
Figura 14 - Comporta com geração de pressão por alavanca. Fonte: https://www.raulancomportas.com.br/gallery#&gid=1021724514&pid=6	40
Figura 15 - Comporta com geração de pressão por encaixe, parte 01. Fonte: https://palexiberica.com/producto/tritone/	41
Figura 16 - Comporta com geração de pressão por encaixe. Fonte: https://palexiberica.com/producto/tritone/	41
Figura 17 - Comporta com geração de pressão por parafuso. Fonte: https://www.anti-flood-barriers.com/anti-flood-barriers	42
Figura 18 - Bairro Praça da bandeira. Fonte: https://encontrariodejaneiro0.wordpress.com/2019/08/21/bairro-praca-da-bandeira-rj/	43
Figura 19 - Comporta de modelo comercial. Fonte: Elaboração Própria.	44
Figura 20 - Pontos de ferrugem, comporta da drogaria. Fonte: Elaboração própria.	51
Figura 21 - Pontos de ferrugem no parafuso de pressão e moldura. Fonte: Elaboração própria. ..	52
Figura 22 - Ponto de ferrugem na estrutura. Fonte: Elaboração própria.	52
Figura 23 - Fixação de elastômero nos perfis presos à parede, comporta bar. Fonte: Elaboração própria.....	53
Figura 24 - Fixação de elastômero nos perfis presos à parede, comporta drogaria. Fonte: Elaboração própria.....	53
Figura 25 - Fixação de elastômero nos perfis presos à parede. Fonte: Elaboração própria.	53
Figura 26 – Parafuso fixo no perfil, sistema de pressão com apara fusamento. Fonte: Elaboração própria.....	54
Figura 27 - Sistema de pressão com apara fusamento, arruela e porca, comporta papelaria. Fonte: Elaboração própria.....	55

Figura 28 – Comporta instalada com sistema de pressão por parafusamento em quatro vértices, comporta papelaria. Fonte: Elaboração própria.....	55
Figura 29 - Alça de transporte, comporta drogaria. Fonte: Elaboração própria.	56
Figura 30 - Painel 01, análise da tarefa, caso 01. Fonte: elaboração própria.	69
Figura 31 - Painel 02, análise da tarefa, caso 01. Fonte: elaboração própria.	70
Figura 32 - Painel 03, análise da tarefa, caso 01. Fonte: elaboração própria.	71
Figura 33 - Painel 04, análise da tarefa, caso 01. Fonte: elaboração própria.	72
Figura 34 - Painel 05, análise da tarefa, caso 01. Fonte: elaboração própria.	73
Figura 35 - Painel 06, análise da tarefa, caso 01. Fonte: elaboração própria.	74
Figura 36 - Painel 07, análise da tarefa, caso 01. Fonte: elaboração própria.	75
Figura 37 - Painel 01, análise da tarefa, caso 02. Fonte: elaboração própria.	76
Figura 38 - Painel 02, análise da tarefa, caso 02. Fonte: elaboração própria.	77
Figura 39 - Painel 03, análise da tarefa, caso 02. Fonte: elaboração própria.	78
Figura 40 - Painel 04, análise da tarefa, caso 02. Fonte: elaboração própria.	79
Figura 41 - Painel 05, análise da tarefa, caso 02. Fonte: elaboração própria.	80
Figura 42 - Painel 01, análise da tarefa, caso 03. Fonte: elaboração própria.	81
Figura 43 - Painel 02, análise da tarefa, caso 03. Fonte: elaboração própria.	82
Figura 44 - Painel 03, análise da tarefa, caso 03. Fonte: elaboração própria.	83
Figura 45 - Painel 04, análise da tarefa, caso 03. Fonte: elaboração própria.	84
Figura 46 - Tubos de metal anodizado, parte 01, por Northplating. Fonte: https://northplating.com/	93
Figura 47 - Perfis de metal anodizado, por Magecolor. Fonte: http://www.magecolor.com.br/ ...	93

- Figura 48** - Tubos de metal anodizado, parte 02, por Channel Metal. Fonte:
<https://pt.metallicpipe.com/aluminium-tubing/aluminium-round-tubing/anodized-aluminium-tube.html> 93
- Figura 49** - Peças de metal anodizado, por PFT World. Fonte: <https://pt.pft-cncmachining.com/cnc-machining/turn-mill-compound/turning-milling-in-cnc-machining.html> 93
- Figura 50** - Fachada com painéis de ACM, parte 01, por AEQweb. Fonte:
<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/saiba-como-especificar-paineis-de-acm-para-fachadas-comerciais/> 18938..... 94
- Figura 51** - Produtos com embalagem em alumínio anodizado, por Webpackaging. Fonte:
<https://www.webpackaging.com/en/portals/anomatic/assets/13566979/decorations-that-differentiate-anomatic-offers-metalized-anodized-aluminum/> 94
- Figura 52** - Portão de alumínio anodizado, por Alframe. Fonte:
<http://www.alframe.com.br/esquadria-de-aluminio/portao-de-aluminio/portao-de-aluminio-de-correr/portao-de-aluminio-bronze-preco-em-itupeva>..... 94
- Figura 53** - Fachada com painéis de ACM, parte 02, por Décor Fácil. Fonte:
<https://www.decorfacil.com/fachada-em-acm/> 94
- Figura 54** - Fachada com painéis de ACM, parte 05, por Bold. Fonte:
<https://institucional.bold.net/solucao/construcao-civil/revestimentos-de-acm/> 95
- Figura 55** - Fachada com painéis de ACM, parte 03, por AEQweb. Fonte:
<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/paineis-de-acm-podem-ser-utilizados-na-fachada-de-diversos-tipos-de-edificio/> 17968..... 95
- Figura 56** - Fachada com painéis de ACM, parte 04, por Décor Fácil. Fonte:
<https://www.decorfacil.com/fachada-em-acm/> 95
- Figura 57** - Elastômero de vedação de carro, parte 01, por Amazon. Fonte:
<https://www.amazon.com.br/universal-intemp%C3%A9ries-para-brisa-acabamento-decapagem/dp/B09BNGJL8Z?th=1> 95
- Figura 58** - Elastômero de vedação de carro, parte 02, por Manneflon. Fonte:
<http://www.manneflon.com.br/cuide-da-vedacao-do-seu-carro> 96

Figura 59 - Porta de ACM lisa, por Gralha Azul. Fonte: https://portasemadeirrasgralhaazul.com.br/produto/porta-de-acm/	96
Figura 60 - Perfis variados de elastômeros, por Borrachas Cambuci. Fonte: https://www.borrachascambuci.com.br/p/perfil-de-borracha	96
Figura 61 - Elastômero de Vedação de portas, por Mercado Livre. Fonte: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1712371048-borracha-para-porta-de-madeira-vedacao-20-metros-adesiva-_JM?	96
Figura 62 - Tecido impermeável, parte 01, por Unika Clean. Fonte: https://limpeza.unikaclean.com.br/limpeza-de-sofas/limpeza-de-sofa-de-couro/qual-o-valor-de-limpeza-de-sofa-e-impermeabilizacao-bonsucesso	97
Figura 63 - Elastômero de vedação de janelas, por Amazon. Fonet: https://www.amazon.com.br/Housoutil-Calafetagem-Borracha-Intemp%C3%A9ries-Isolamento/dp/B0CHLMWS4X	97
Figura 64 - Tecido impermeável, parte 02, por Stylo Urbano. Fonte: https://www.stylourbano.com.br/aquavent-novo-acabamento-hidrofobico-ecologico-e-sem-agua-para-roupas-e-calcados/	97
Figura 65 - Sketches da Etapa 01, parte 01. Fonte: Elaboração própria.....	98
Figura 66 - Sketches da Etapa 01, parte 02. Fonte: Elaboração própria.....	99
Figura 67 - Sketches da Etapa 01, parte 03. Fonte: Elaboração própria.....	100
Figura 68 - Sketches da Etapa 01, parte 04. Fonte: Elaboração própria.....	101
Figura 69 - Sketches da Etapa 01, parte 05. Fonte: Elaboração própria.....	101
Figura 70 - Sketches da Etapa 01, parte 06. Fonte: Elaboração própria.....	102
Figura 71 - Sketches da Etapa 01, parte 07. Fonte: Elaboração própria.....	102
Figura 72 - Sketches da Etapa 01, parte 08. Fonte: Elaboração própria.....	103
Figura 73 - Sketches da Etapa 01, parte 09. Fonte: Elaboração própria.....	104
Figura 74 - Sketches da Etapa 01, parte 10. Fonte: Elaboração própria.....	105

Figura 75 - Sketches da Etapa 02, parte 01. Fonte: Elaboração própria.....	106
Figura 76 - Sketches da Etapa 02, parte 01. Fonte: Elaboração própria.....	107
Figura 77 - Sketches da Etapa 02, parte 01. Fonte: Elaboração própria.....	108
Figura 78 - Painel com modelagens 3D da alternativa D01. Fonte: elaboração própria.	109
Figura 79 - Sketches da Etapa 02, parte 02. Fonte: Elaboração própria.....	110
Figura 80 - Sketches da Etapa 02, parte 02. Fonte: Elaboração própria.....	111
Figura 81 - Sketches da Etapa 02, parte 02. Fonte: Elaboração própria.....	112
Figura 82 - Sketches da Etapa 02, parte 02. Fonte: Elaboração própria.....	113
Figura 83 - Modelo de teste proteção do furo junto ao chão. Fonte: Elaboração própria.....	114
Figura 84 - Modelagem da alternativa D02, parte 01. Fonte: Elaboração própria.	115
Figura 85 - Painel com modelagens 3D da alternativa D02. Fonte: elaboração própria.	116
Figura 86 - Painel de testes com encaixe lateral, parte 01. Fonte: elaboração própria.	117
Figura 87 - Painel de testes com encaixe lateral, parte 02. Fonte: elaboração própria.	118
Figura 88 - Painel com modelagens 3D da alternativa D03, parte 01. Fonte: Elaboração própria.	
.....	119
Figura 89 - Painel com modelagens 3D da alternativa D03, parte 02. Fonte: Elaboração própria.	
.....	120
Figura 90 - Painel com testes com manípulo torre. Fonte: Elaboração própria.	121
Figura 91 - Painel com testes com manípulo estrela. Fonte: Elaboração própria.	122
Figura 92 - Sketches da alternativa D04, parte 01. Fonte: Elaboração própria.....	123
Figura 93 - Painel de modelagens 3D da alternativa D04. Fonte: elaboração própria.	124
Figura 94 - Modelagens 3D do perfil da tranca da alternativa D04. Fonte: elaboração própria.	125
Figura 95 - Modelagens 3D do perfil lateral da alternativa D04. Fonte: elaboração própria.....	125

Figura 96 - Tampa lateral e casulo, perspectiva explodida. Fonte: Elaboração própria.....	126
Figura 97 - Painel de modelagens 3D da alternativa D04, parte 02. Fonte: elaboração própria.	126
Figura 98 - Ciclo de instalação interna da alternativa D04, parte 01. Fonte: Elaboração própria.	127
Figura 99 - Ciclo de instalação interna da alternativa D04, parte 02. Fonte: Elaboração própria.	128
Figura 100 - Ciclo de instalação interna da alternativa D04, parte 03. Fonte: Elaboração própria.	129
Figura 101 - Ciclo de instalação externa da alternativa D04, parte 01. Fonte: Elaboração própria.	130
Figura 102 - Ciclo de instalação externa da alternativa D04, parte 02. Fonte: Elaboração própria.	131
Figura 103 - Ciclo de instalação externa da alternativa D04, parte 03. Fonte: Elaboração própria.	132
Figura 104 - Processo de instalação, vetorial 2D. Fonte: Elaboração própria.	132
Figura 105 - Processo de desinstalação, vetorial 2D. Fonte: Elaboração própria.....	133
Figura 106 - Alternativa D04 - Comporta contra enchente. Fonte: elaboração própria.....	135
Figura 107 - Vista Explodida. Fonte: Elaboração própria.....	137
Figura 108 - Chapa frontal e posterior. Fonte: Elaboração própria.	138
Figura 109 - Moldura estrutural. Fonte: Elaboração própria.	139
Figura 110 - Simulação em CAD com perfil em U voltado a frente. Fonte: Elaboração própria. .	140
Figura 111 - Simulação em CAD perfil em U voltado para trás. Fonte: Elaboração própria.	141
Figura 112 - Simulação em CAD com tubo de seção retangular. Fonte: Elaboração própria.....	141
Figura 113 - Estrutura da comporta em vãos maiores. Fonte: Elaboração própria.	142

Figura 114 - Tampa lateral. Fonte: Elaboração própria.....	143
Figura 115 - Perfil de ancoragem. Fonte: Elaboração própria.....	144
Figura 116 - Suporte de parede. Fonte: Elaboração própria.....	145
Figura 117 - Elastômero EPDM. Fonte: https://seashorerubber.com/epdm/epdm-soild-rubber-square-cord-strip-profiles-for-engineering/	146
Figura 118 - Porca Sextavada M8. Fonte: https://www.parafusofacil.com.br/porcas/porca-sextavada/porca-sextavada-ma-8-1-25-chave-13-aco-classe-8-8-zincado-trivalente/	147
Figura 119 - Parafuso Phillips M8 Cabeça Chata com ponta. Fonte: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-4214534718-parafuso-inox-42x38-cabeca-chata-phillips-500u-deck-madeira-_JM?	147
Figura 120 - Bucha de Parede M8. Fonte: https://www.casadoroadie.com.br/bucha-de-parede-para-fixacao-8mm	147
Figura 121 - Fechadura lateral. Fonte: https://www.amazon.com.br/Fechadura-Cadeado-Porta-A%C3%A7o-Lateral/dp/B09V1R29YX/ref=asc_df_B09V1R29YX/?	148
Figura 122 - Alça de baquelite. Fonte: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1797765062-puxador-cabo-alca-de-baquelite-140-mm-rosca-m-8-c-4-peças-_JM?	148
Figura 123 - Perfis de alumínio. Fonte: https://www.terametais.com.br/chapas-e-perfis-aluminio/#group1-2	150
Figura 124 - Perfil de alumínio. Fonte: https://www.aleluiyaluminio.com.br/produtos/perfis-de-aluminio/perfis/perfil-u-abas-desiguais	150
Figura 125 - Chapas de alumínio liga 5052. Fonte: https://www.imperiodosmetais.com.br/blog/chapas-de-aluminio/chapa-de-aluminio-5052-vantagens-e-aplicacoes/	151
Figura 126 - Chapa de aço Liga AISI 316L. Fonte: https://www.maxfer.com.br/chapa-inox-316l/	152
Figura 127 - Teste de abrasão com amostras de elastômeros. Fonte: Elaboração própria.....	153
Figura 128 - Amostras de borrachas diversas. Fonte: Elaboração própria.	154

Figura 129 - Elastômero EPDM sólido. Fonte: https://www.shidarubber.com/all-about-epdm-rubber-properties-applications-and-uses/	156
Figura 130 - Tabela com diversas medidas de perfis de borracha EPDM sólida. Fonte: https://www.logfer.com.br/borracha-e-silicone/tira-de-borracha-maci%C3%A7a?c=borracha-cord%C3%B5es-perfis-e-tarugos-s%C3%B3lidos-e-esponjosos	157
Figura 131 - Corte por puncionadeira. Fonte: https://www.portinarimetalurgica.com.br/corte-puncionadeira.php	158
Figura 132 - Trabalho com dobradeira de chapas. Fonte: https://br.freepik.com/fotos-premium/trabalho-com-chapas-e-dobradeiras-especiais-prensa-dobradeira-hidraulica-ou-dobradeira-para-chapas-de-metal_15349344.htm	158
Figura 133 - Corte a 90º com rebaixo. Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=5IfZGZRfII 159	
Figura 134 - Processo de solda TIG. Fonte: https://infosolda.com.br/851-trabalho-pratico-tecnica-operatoria-da-soldagem-gtaw/	160
Figura 135 - Adesivo de PU. Fonte: https://www.cec.com.br/tintas-e-acessorios/adesivos-e-colas/cola-pu-fix-branco-alta-performance-400g?	160
Figura 136 - Aplicação de poliureia. Fonte: https://vnc.com.pt/produtos-da-vnc/poliureia/ ... 161	
Figura 137 - Aplicação de poliureia com cor. Fonte: https://www.oimpermeabilizador.com.br/servicos_poliureia_poliuretano.php	162
Figura 138 - Cores padrões da comporta. Fonte: Elaboração própria.....	163
Figura 139 - Painel com travas da comporta. Fonte: Elaboração própria.	164
Figura 140 - Comporta dentro dos perfis. Fonte: Elaboração própria.	165
Figura 141 - Vista em perspectiva explodida, parte 01. Fonte: Elaboração própria.....	166
Figura 142 - Vista em perspectiva explodida, parte 02. Fonte: Elaboração própria.....	167
Figura 143 - Furações na parede para a pré-instalação. Fonte: Elaboração própria.	169
Figura 144 - Selante de PU. Fonte: https://www.distribuidorsika.com.br/sikaflex-1a-plus-300ml-branco-105/p?	170

Figura 145 - Aplicação selante de PU. Fonte: https://www.rabeloparafusos.com.br/selante-e-pu-40-principais-aplicacoes/	170
Figura 146 - Fixações da pré-montagem. Fonte: Elaboração própria.	171
Figura 147 - Fixação da fechadura e tampa lateral. Fonte: Elaboração própria.	172
Figura 148 - Painel de análise da tarefa do produto novo, caso 01, parte 01. Fonte: Elaboração própria.....	173
Figura 149 - Painel de análise da tarefa do produto novo, caso 01, parte 02. Fonte: Elaboração própria.....	174
Figura 150 - Painel de análise da tarefa do produto novo, caso 01, parte 03. Fonte: Elaboração própria.....	175
Figura 151 - Painel de análise da tarefa do produto novo, caso 01, parte 04. Fonte: Elaboração própria.....	176
Figura 152 - Painel de análise da tarefa do produto novo, caso 02, parte 01. Fonte: Elaboração própria.....	177
Figura 153 - Painel de análise da tarefa do produto novo, caso 02, parte 02. Fonte: Elaboração própria.....	178
Figura 154 - Painel de análise da tarefa do produto novo, caso 02, parte 03. Fonte: Elaboração própria.....	179
Figura 155 - Tabela com medidas e relações antropométricas. Fonte: Ergonomia: projeto e produção, I. Itiro, 2. ed, pág. 211	180
Figura 156 - Painel com ergonomia estática, percentil 5%. Fonte: Elaboração própria.	181
Figura 157 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 5%, parte 01. Fonte: Elaboração própria.	182
Figura 158 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 5%, parte 02. Fonte: Elaboração própria.	183
Figura 159 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 5%, parte 03. Fonte: Elaboração própria.	184

Figura 160 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 5%, parte 04. Fonte: Elaboração própria.	185
Figura 161 - Painel com ergonomia estática, percentil 50%. Fonte: Elaboração própria.	186
Figura 162 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 50%, parte 01. Fonte: Elaboração própria.	187
Figura 163 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 50%, parte 02. Fonte: Elaboração própria.	188
Figura 164 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 50%, parte 03. Fonte: Elaboração própria.	189
Figura 165 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 50%, parte 04. Fonte: Elaboração própria.	190
Figura 166 - Painel com ergonomia estática, percentil 95%. Fonte: Elaboração própria.	191
Figura 167 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 95%, parte 01. Fonte: Elaboração própria.	192
Figura 168 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 95%, parte 02. Fonte: Elaboração própria.	193
Figura 169 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 95%, parte 03. Fonte: Elaboração própria.	194
Figura 170 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 95%, parte 04. Fonte: Elaboração própria.	195
Figura 171 - Ambientação da comporta instalada com o usuário. Fonte: Elaboração própria.	196
Figura 172 - Painel com ambientação da comporta instalada, parte 01. Fonte: Elaboração própria.	197
Figura 173 - Painel com ambientação da comporta instalada, parte 02. Fonte: Elaboração própria.	198
Figura 174 - Painel com ambientação da comporta armazenada. Fonte: Elaboração própria.	199

Figura 176 - Foto do modelo final com a comporta armazenada. Fonte: Elaboração própria..... 202

Figura 177 - Foto do modelo final. Fonte: Elaboração própria..... 203

Figura 178 – Foto de detalhe do modelo final. Fonte: Elaboração própria..... 204

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Critérios de Seleção	134
Tabela 2 - Teste de abrasão em elastômeros.	155

SUMÁRIO

Introdução.....	21
Capítulo 1 – Elementos da Proposição	22
1 – Apresentação geral do tema.....	23
1.1 – As causas das Enchentes.....	24
1.2 - Determinação do Público Alvo.....	28
1.3 – Objetivos	28
1.3.1 – Gerais.....	28
1.3.2 - Específico	28
1.4 – Justificativa	29
1.5 – Metodologia e ferramentas metodológicas	31
1.5.1 – Metodologia	31
1.5.2 – Ferramentas Metodológicas.....	31
1.6 - Resultados Esperados.....	32
Capítulo 2 – Levantamento, análise e síntese de dados	33
2 – Levantamento, análise e síntese de dados.....	34
2.1 – Pesquisa de Campo	42
2.2 – Análises sistemáticas	56
2.2.1 – Análise de similares.....	57
2.2.2 – Análise da tarefa.....	68
2.2.3 – Análise estrutural	85
2.3 – Conclusão da pesquisa e lista de requisitos.....	89
Capítulo 3 – Conceituação do projeto.....	91
3 – Conceituação.....	92
3.1 – Painel de referências visuais.....	92
3.1.1 – Conclusão do painel de referências visuais	97

3.2 – Desenvolvimento de alternativas.....	98
3.2.1 – Conclusão do desenvolvimento de alternativas.....	135
Capítulo 4 – Desenvolvimento técnico e resultado do projeto	136
4 – Desenvolvimento e resultado do projeto.....	137
4.1 – Elementos da alternativa selecionada.....	138
4.1.1 – Elementos projetados.....	138
4.1.2 – Itens de série indicados	145
4.2 – Descrição dos materiais, processos e acabamentos	149
4.2.1 – Materiais.....	149
4.2.2 – Processos	157
4.2.3 – Acabamentos.....	161
4.3 – Descrição dos mecanismos de funcionamento e dos sistemas	163
4.4 – Perspectiva explodida com partes e componentes	165
4.5 – Usabilidade e fatores humanos	168
4.5.1 – Montagem e pré-montagens.....	168
4.5.2 – Usabilidade e fatores ergonômicos.....	173
4.6 – Ambientação	196
4.7 – Modelo final em escala.....	200
4.8 – Considerações finais	205
Referências	207
Anexos.....	215

Introdução

As chuvas, cada vez mais intensas, trazem um problema grande à população, seja nos transtornos corriqueiros, como o trânsito ficando travado, o deslocamento sendo mais difícil ou até mesmo enchentes e inundações impactantes, que fazem pessoas correrem o risco de vida e/ou perderem todos os seus bens. Existem maneiras de se evitar que este problema atinja o público que vive em área de risco, desde sirenes para alertá-las fazendo com que saiam de suas casas, obras de infraestrutura para amenizar e evitar esses eventos, ou até mesmo equipamentos de barragem da água para impedir o seu avanço para dentro de edifícios.

As enchentes, cada vez mais comuns e mais intensas, possuem um cenário futuro de serem mais presentes, com chuvas mais intensas cada vez mais frequentes, exigindo que a população alvo possua defesas contra esse fenômeno. Por outro lado, os projetos existentes para o combate às enchentes não são muito promissores, com obras de galerias de acúmulos de águas pluviais enchendo rapidamente, bueiros sendo entupidos por conta de lixo gerado nos centros urbanos, desmatamento de área verde impedindo a drenagem da água pelo solo e por fim, com comportas contra enchentes muito precárias.

A vivência do autor do projeto contra esse fenômeno e a observação das comportas contra enchentes estimulou a solucionar um problema que afeta tanta gente, gerando diversos traumas em pessoas que sequer conhecem uma defesa, ou, quando possui, não funciona da maneira correta. A pesquisa de campo realizada auxiliou a levantar diversos dados de o quanto precário esse produto se apresenta em uma área de recorrente enchente, com um material com baixa durabilidade, exigindo manutenção constante, com alto peso, uma vedação que não funciona, um sistema de instalação nada prático e diversos outros problemas identificados.

O presente projeto pretende atuar nessa lacuna, desenvolvendo um produto que torna as comportas objetos mais práticos, mais leves, com alta durabilidade, sem perder e deixar de lado a necessidade que seus mais variados tipos de usuários exigem, tornando o produto eficiente e equiparado com expectativas comerciais e de produção.

Capítulo 1

Elementos da Proposição

1 – Apresentação geral do tema

Para a melhor compreensão deste relatório e do projeto é necessário apresentar as causas e o seu contexto, portanto, o universo que engloba as enchentes, os alagamentos e as inundações. Estes três fenômenos são diferentes e devem ser esclarecidos para melhor entendimento do projeto. A enchente é quando a água de rio atinge sua cota máxima de altura, chegando no seu leito maior¹, sem gerar transbordamento. A inundaçāo é justamente o transbordamento de um rio, quando a água ultrapassa o leito maior. E os alagamentos são acúmulos momentâneos de água, criado quando grandes volumes e chuvas intensas não conseguem ser drenadas pelo solo.

Iniciaremos este capítulo explicando brevemente os motivos desses fenômenos, fazendo também uma pequena referência do cenário dos produtos voltados para combater esse problema.

A situação ocorre todo ano, em diversas partes do país e do mundo. Fortes chuvas, lixo nos bueiros, péssima drenagem nas cidades, ocupações irregulares no solo e muitas outras causas, tudo isso ocasionando as fortes enchentes nos centros urbanos, fazendo que parte da população pague um alto preço, perdendo bens materiais e gerando traumas à população afetada.



Figura 1 - Alagamento nas zonas norte e sul da cidade do Rio de Janeiro devido a fortes chuvas. Fonte: <https://extra.globo.com/noticias/rio/temporal-alaga-ruas-do-rio-poe-em-xequem-piscinao-da-praca-da-bandiera-18863706.html>

¹ Leito aquático - https://pt.wikipedia.org/wiki/Leito_aqu%C3%A1tico

Esse fenômeno abre possibilidades para o designer trabalhar e pensar projetos que diminuam ou até mesmo cessem os impactos citados anteriormente. Seja com projetos de equipamentos domésticos ou com produtos que impeçam os alagamentos de avançar para dentro das casas. Entretanto, antes de tudo, é de suma importância entender os porquês desses acontecimentos. Isso auxiliará num entendimento mais amplo da situação problema e poderá indicar caminhos a seguir.

1.1 – As causas das Enchentes

As enchentes possuem diversas causas, desde de mudanças climáticas a falta de infraestrutura de drenagens². Elas podem atuar sozinhas, por vezes em conjunto, ou ainda, todas ao mesmo tempo para acarretarem as inundações. Os problemas vão desde o global, até o municipal, e em maior ou menor grau. No Rio de Janeiro temos as áreas de baixadas, que constantemente sofrem com fortes enchentes, impactando comerciantes, empresários e famílias. Toda temporada de chuvas vemos as mesmas situações, grandes alagamentos, bairros sendo esvaziados, pessoas perdendo tudo.



Figura 2 - Alagamento na baixada fluminense. Fonte: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2020/02/06/apos-temporal-baixada-fluminense-ainda-tem-pontos-de-alagamento-nesta-quinta.ghtml>

² Causas das enchentes - <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/mma10.htm#:~:text=V%C3%A1rias%20s%C3%A3o%20as%20causas%20das,dura%C3%A7%C3%A3o%20e%20de%20alta%20intensidade.>

Portanto, para melhor compreensão do projeto é importante também identificarmos as causas, para entendermos onde o designer pode atuar e intervir. Os motivos deste problema, são:

- **Mudanças climáticas** – As mudanças climáticas acarretam em várias consequências para o ecossistema, como um todo. No que corresponde às enchentes, as mudanças climáticas levam ao aumento de precipitação intensa, derretimento acelerado de geleiras e neve, elevação do nível do mar, períodos de chuva mais longos e intensos. Todas essas questões, interferem para e ocasionam as enchentes.
- **Descarte inadequado de lixo** – O lixo, mal descartado, também é causa das enchentes, pois obstruem o sistema de drenagem, impedindo a fluidez da água e acumulam em bueiros e canais, impedindo o fluxo normal da água por esta infraestrutura urbana.



Figura 3 - Lixo e as causas das enchentes. Fonte: <https://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/principais-causas-das-enchentes-e-suas-consequencias/>

- **Topografia e geografia** – Lugares que ficam localizados em áreas de baixadas, onde a água vai se acumular naturalmente quando ocorrem chuvas intensas.
- **Urbanização Inadequada** – O crescimento populacional desordenado somado com a falta de planejamento urbano contribuem para a má permeabilidade do solo, reduzindo sua capacidade de absorção da chuva, aumentando o escoamento d'água, ocasionando enchentes.

- **Falta de infraestrutura de drenagem** – Muitas localidades possuem sistemas de drenagens ineficazes e ineficientes, com bitolas projetadas para as décadas anteriores, sem um cálculo para o crescimento populacional atual. Isso interfere na canalização de rios e redes de esgotos, criando alagamentos nesses pontos.

Um padrão a ser notado é que todas estas causas tem o fator humano atuante, uma vez que ele interfere em cada item, como quando a população cresce e as cidades não são urbanizadas nem possuem infraestrutura suficientes ou, quando contribui para mudanças climáticas e descarte inadequado de lixo.

Sendo assim, essas são as causas destes fenômenos, mas é considerável entendermos também suas frequências. Dados apontam que entre 2013 e 2022, desastres naturais, como as enchentes, atingiram 5.199 municípios brasileiros³, representando um total de 93% de 5570, afetando a vida de 4,2 milhões de pessoas. Segundo o estudo, 2,2 milhões de moradias foram danificadas num total de 78% destes municípios, sendo cerca de 107 mil dessas residências com perda total.

Cenários de risco	Condição da severidade meteorológica (chuvas extremas)	Vulnerabilidade (baseada só em fatores climáticos)
Cenário de risco (a)		
Inundações nas várzeas dos rios	→	Alta
Inundações nas vias públicas	→	Alta
Exposição a doenças veiculação hídrica	→	Alta
Danos para o transito de veículos	→	Alta
Perdas econômicas decorrentes de congestionamento	→	Alta
Cenário de risco (b)		
Escorregamentos em encostas ocupadas por assentamentos precários	→	Alta
Riscos de enchentes	→	Alta
Riscos de deslizamentos em áreas ocupadas	→	Alta
Riscos de deslizamentos em áreas ainda não ocupadas	→	Alta

Figura 4 - Cenário de riscos de enchentes nas próximas décadas. Fonte: http://megacidades.ccst.inpe.br/sao_paulo/VRMSP/capitulo5.php

³ A frequência de enchentes - <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-07/desastres-naturais-atingiram-93-dos-municípios-nos-últimos-10-anos>

As projeções futuras são mais desanimadoras e podemos observar através de um recorte do eixo Rio – São Paulo, através de estudos que indicam que haverá aumento de precipitações intensas nas próximas décadas, com maiores períodos secos e projeções de aumento de frequência de extremo de chuvas intensas de até 20%⁴.

Como o designer poderia atuar diante de uma situação como esta? A resposta está em uma maneira que já é usada como forma de combate, entretanto, de forma bastante precária. O uso de comportas e sistemas complexos de engenharia hidráulica remonta a civilizações humanas muito antigas, possuindo vestígios nas civilizações egípcias, gregas e romanas⁵. Esses objetos foram amplamente utilizados para o controle de água, por conta do desenvolvimento da agricultura, para o abastecimento de água e o controle de inundações.

Conforme os avanços tecnológicos foram acontecendo, esta ferramenta foi tomando novos fins, e no século XXI as comportas não apenas são usadas para combater a enchente, mas também são usadas para controle de água e auxílio na geração de energia hidrelétrica.

Porém, se tratando de um problema ambiental, ocasionado por fortes chuvas, as comportas podem ser efetivos protetores, impedindo a entrada de água, protegendo e abrigando as pessoas dentro de edificações. Entretanto, o avanço tecnológico de comportas no Brasil, voltado a casas e estabelecimentos comerciais, está estagnada, com projetos precários, como veremos mais à frente no item 2.1 - Pesquisa de campo, onde foi possível conversar com os donos e analisar este produto.

Mas por que uma comporta contra enchente? A resposta, por incrível que pareça, é que no nosso cenário brasileiro, são pouquíssimos os fabricantes, e este objeto geralmente é produzido por serrameiros de bairros, sendo um problema aos seus usuários, por conta de projetos inadequados.

Assim sendo, antes de entrar na fase de levantamento de dados, foi preciso olhar de perto esses produtos, para entender ainda de forma preliminar, se existem problemas e como podemos melhorar, analisando se o projeto é viável.

A realidade é que as comportas têm sistemas de instalação de difícil execução, são demasiadamente pesadas, não oferecem conforto no seu manuseio, apenas podem ser instaladas por um lado (geralmente o externo), possuem materiais que não condizem muito com a tarefa, por oxidar com rapidez e o pior de tudo, por vezes, não funcionam.

⁴ Cenários futuros sobre enchentes - http://megacidades.ccst.inpe.br/sao_paulo/VRMSP/capitulo5.php

⁵ A origem das comportas - <https://pt.wikipedia.org/wiki/Barragem>

Logo, é evidente a necessidade de um projeto que trate o problema em questão, prevenindo sua população alvo das enchentes, através de um projeto de comporta para barrar a entrada da água, melhorando os pontos de dificuldades encontrados em projetos existentes.

1.2 - Determinação do Público Alvo

O público alvo que esse projeto se destina é bastante amplo, trata-se de toda a população que mora em áreas de enchentes e que precisam fazer uso de estruturas de barragens. É importante elencar que o projeto também deve ser pensado de maneira que atenda moradias e edificações na qual as comportas são inseridas.

1.3 – Objetivos

1.3.1 – Gerais

O objetivo geral deste projeto é desenvolver um produto capaz de barrar a água oriunda de enchentes atendendo às necessidades de seus usuários, protegendo o público alvo contra perdas, sendo um produto de fácil manuseio, leve e de fácil armazenamento. Solucionar a vedação da comporta é a principal maneira de atingir o objetivo geral, com um elastômero com alta durabilidade, promovendo uma estanqueidade resistente o suficiente para barrar a entrada da água. Deve-se considerar sistemas antifurtos para o produto, com a finalidade de trancar a comporta na sua posição no momento em que for instalada por comerciantes.

1.3.2 - Específico

- Simplificar a instalação da barragem, exigindo o mínimo de pré-instalação ou furação em paredes e solo;
- Melhorar a estética geral das comportas e barragens domésticas/comerciais;
- Garantir maneiras de facilitar a manutenção das barragens, visando maior durabilidade e vida útil do produto;
- Garantir alta resistência mecânica ao produto, de forma que suporte a carga que uma enchente fará;
- Garantir resistência ao produto contra a ação da natureza, como a exposição da chuva, do sol e vento, bem como a ações humanas, sejam por questões do uso ou vandalismo;

- Desenvolver um projeto que permita produção industrial em território nacional;
- Desenvolver um produto que permita manutenções periódicas por parte de seus usuários, garantindo o funcionamento do produto.

1.4 – Justificativa

O interesse pelo tema se deu através da observação e reflexão de um problema recorrente: todo ano, por diversos motivos citados ao longo deste capítulo, famílias perdem bens materiais e são traumatizadas em decorrência de enchentes, promover uma forma de combate e proteção contra esse fenômeno é justificável por si só. Atentando a isso e fazendo o questionamento de como o designer atua e pode auxiliar nesse caso, o tema foi direcionando-se às comportas.



Figura 5 - Idosa perde bem materiais em enchente. Fonte: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2024/01/15/idoso-fica-em-casa-alagada-e-salva-o-cachorro-em-cima-de-movel-no-rj-e-de-partir-o-coracao-diz-filha.ghtml>

Alhando localmente, foi possível encontrar diversos problemas nas comportas analisadas inicialmente na pesquisa de campo, como material impróprio, vedação inadequada, problemas relacionados a manutenção, mal uso, etc. Um outro fator é o investimento e avanço tecnológico das comportas fabricadas aqui no Brasil, que é defasado. Os fabricantes são poucos, e o público alvo por vezes procuram por serralheiros locais que executam projetos precários. Comparativamente, quando buscamos o mesmo produto no restante do mundo, diversos tipos, tecnologias, materiais e mecanismos são empregados melhorando o seu funcionamento.



Figura 6 - Comporta fabricada por serralheiro local. Fonte: Elaboração própria.

Além dos fatores de proteção de vidas e bens materiais, a necessidade deste projeto se justifica em prover melhorias funcionais, através de materiais e mecanismos, sobretudo na produção regional, através dos serralheiros locais ficando o projeto alinhado a expectativas comerciais dos usuários.

A implementação das comportas é crucial para mitigar os danos causados pelas enchentes, sobretudo pelos impactos devastadores que esse fenômeno pode ter em comunidades e economias locais, essa medida preventiva se torna extremamente essencial. A implementação deste projeto não é só justificável, como também é uma medida responsável e proativa diante do desafio crescente associado a mudança climática e o aumento destes eventos extremos.

1.5 – Metodologia e ferramentas metodológicas

1.5.1 – Metodologia

Para o desenvolvimento deste projeto, escolheu-se como metodologia a ótica sobre as bases do design segundo Bernd Löbach (2001, p. 141-155), designer alemão que contribuiu com uma sólida base projetual para o campo do design.

Esta metodologia consiste em quatro etapas, sendo elas: Análise do problema, Geração de alternativas, Avaliação das alternativas e Realização da solução do Problema.

1. Análise do Problema: A partir do tema proposto, nesta fase é realizado o planejamento de projeto seguido de um aprofundamento da problemática, conjuntamente de uma contextualização. Seguindo essa premissa, uma série de análises, aprofundamentos sobre público alvo, pesquisa de materiais e normas, serão realizadas objetivando a construção de uma lista de requisitos e restrições para o projeto.
2. Geração de Alternativas: Esta é a fase criativa do projeto, onde ideias e alternativas são geradas, a partir da definição e análise do problema, utilizando-se de diversas ferramentas criativas, como a matriz morfológica e painel semântico.
3. Avaliação das alternativas: Nesta fase é selecionada a alternativa mais promissora a partir da geração de alternativas, essa escolha é feita com base em critérios de seleção e matriz de decisão. Além da avaliação dos desenhos, diversos *mockups* e modelos serão construídos.
4. Realização da solução do problema: Fase em que se desenvolve a parte técnica do projeto, bem como projeto executivo e toda documentação necessária para a sua realização a partir da solução mais promissora. Nesta etapa são feitos diversos *renders*, bem como a apresentação final do projeto.

1.5.2 – Ferramentas Metodológicas

Além da metodologia de Bernd Löbach, serão utilizados seis métodos de design, eles são: Gráfico de Gantt, Critérios de Seleção, Painel Semântico, Análise Síncrona e Análise Estrutural. Eles se baseiam no livro “Como se cria: 40 métodos para design de produtos” (2015), da Ana Verônica Pazmino e se caracterizam da seguinte forma:

1. Gráfico de Gantt: Forma de se produzir um cronograma completo de todas as etapas projetuais e duração do projeto.
2. Análise síncrona: Consiste em uma análise de similares do produto.

3. Análise Estrutural: Um método de analisar os elementos e os materiais que compõem o produto, usando como base o manual de montagem e perspectivas explodidas.
4. Análise da Tarefa: Análise da atividade do consumidor em reação a determinada ação, função, produto ou ambiente.
5. Requisitos de Projeto: Orientação em relação a metas a serem atingidas.
6. Painel Semântico: Painel contendo referências visuais, auxiliando na geração de alternativas.

1.6 - Resultados Esperados

Após a análise de dados, imersão no tema e fase de conceituação, espera-se conceber um produto que seja satisfatório para o público alvo, que proteja as residências e estabelecimentos comerciais contra o fluxo de água de enchentes, de maneira prática e rápida.

Seguida de diversas investigações e pesquisas a serem realizadas, espera-se que este projeto solucione as questões citadas anteriormente, levando em consideração também questões ergonômicas. Com isso espera-se que este produto tenha uma instalação de maior facilidade, com seus mecanismos no próprio produto, sem ferramental externo. É de extrema importância que o projeto gere uma vedação plena, cumprindo isso como premissa mais fundamental, com mecanismos e sistemas de pressão funcionando perfeitamente.

Logo, este projeto tem por finalidade principal conter os avanços das águas durante uma enchente, da melhor maneira possível.

Capítulo 2

Levantamento, análise e síntese de dados

2 – Levantamento, análise e síntese de dados

As enchentes, como elucidado anteriormente, são um problema recorrente que acontece no Brasil e no mundo todo e com previsões de ocorrerem cada vez mais, com maior intensidade e frequência. Entretanto, além desse problema climático existe o problema no objeto de estudo, ou seja, as comportas. Ao longo deste capítulo serão expostos os tipos, escalas, funcionamentos e mecanismos desse objeto. Esse estudo acontece em dois momentos, esclarecidos abaixo.

1. **Pesquisa de campo:** através da pesquisa de campo, foi possível olhar de forma aproximada o cenário local, destacando diversos problemas encontrados. (item 2.1)
2. **Análises Sistemáticas:** diversas análises sobre as comportas, tanto as da pesquisa de campo, quanto comportas encontradas no mercado. Essa investigação auxiliará a identificar materiais, mecanismos, questões ergonômicas e estruturais que podem ser incluídas ou excluídas do produto a ser concebido. (item 2.2)

Portanto, é preciso entender do que se trata esse objeto e o que é uma comporta? Quais são seus tamanhos e seus tipos? Seus sistemas de vedação mais comuns? Essas são perguntas importantes para a elucidação do projeto e entendimento de questões técnicas que serão tratadas mais à frente.



Figura 7 - Comporta contra enchente. Fonte: <https://www.cartacapital.com.br/blogs/a-luta-de-quem-tem-a-casa-invadida-pelos-alagamentos-em-sp/>

As comportas, por definição, são uma “Porta que regula ou controla o escoamento de um líquido, especialmente água: as represas e açudes são dotados de comportas”⁶, ou seja, é um objeto que tem como premissa a de represar ou de controlar um determinado líquido, sendo mais comum o de água.

Por esse princípio, existem diversos tamanhos de comportas, desde as que são encontradas em usinas hidrelétricas, e são gigantescas, passando por comportas urbanas, que possuem um tamanho considerável, visto que impedem e controlam águas pluviais para dentro de galerias, água de transbordamento de rios para dentro das ruas, etc. E as comportas que são de uso doméstico e comercial, que tem tamanhos entre o de uma porta padrão até o vão de garagem ou entradas de estabelecimentos comerciais. Abaixo e na próxima página são encontradas imagens destes três exemplares.



Figura 8 - Comportas de usina hidrelétrica. Fonte: <https://www.conjur.com.br/2021-fev-20/hidreletrica-indenizara-casas-inundadas-abertura-comporta/>

⁶ Definição de comporta - <https://www.dicio.com.br/comporta/>



Figura 9 - Comporta urbana, para barragem do rio Guaíba. Fonte: <https://gauchazh.clickrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2020/02/ portoes-de-ferro-para-evitar-enchentes-do-guaiba-passam-por-reformas-ck6i7dggi0i8r01qdiy7bw65b.html>



Figura 10 - Comporta de uso residencial ou comercial. Fonte: <https://www.theguardian.com/commentisfree/2014/feb/14/floods-washing-away-founding-logic-david-cameron-government>

Compreendida as questões de escala de uma comporta, este projeto terá como foco de trabalho as comportas residenciais e comerciais pois exigem menor intervenção no ambiente, logo, menor envolvimento e troca com profissionais de engenharia. Os outros dois tipos também seriam projetos de maior complexidade para serem implementados, envolvendo diversos profissionais e estariam fora do escopo inicial e objetivos do projeto. Portanto para a continuidade deste tópico, será focado na escala de comporta residencial e comercial.

Outro ponto sobre as comportas é quanto ao seu tipo, a sua forma de instalação. E nessa categoria as possibilidades são diversas, mas para este projeto, por uma questão de simplicidade e facilidade de instalação, serão apresentados os três mais comuns. O primeiro é a comporta removível, esta comporta corre em perfis que são instalados e fixados na parede, é removível, sendo apenas instalada no ambiente no momento de uso, após utilização pode ser armazenada em outro local.

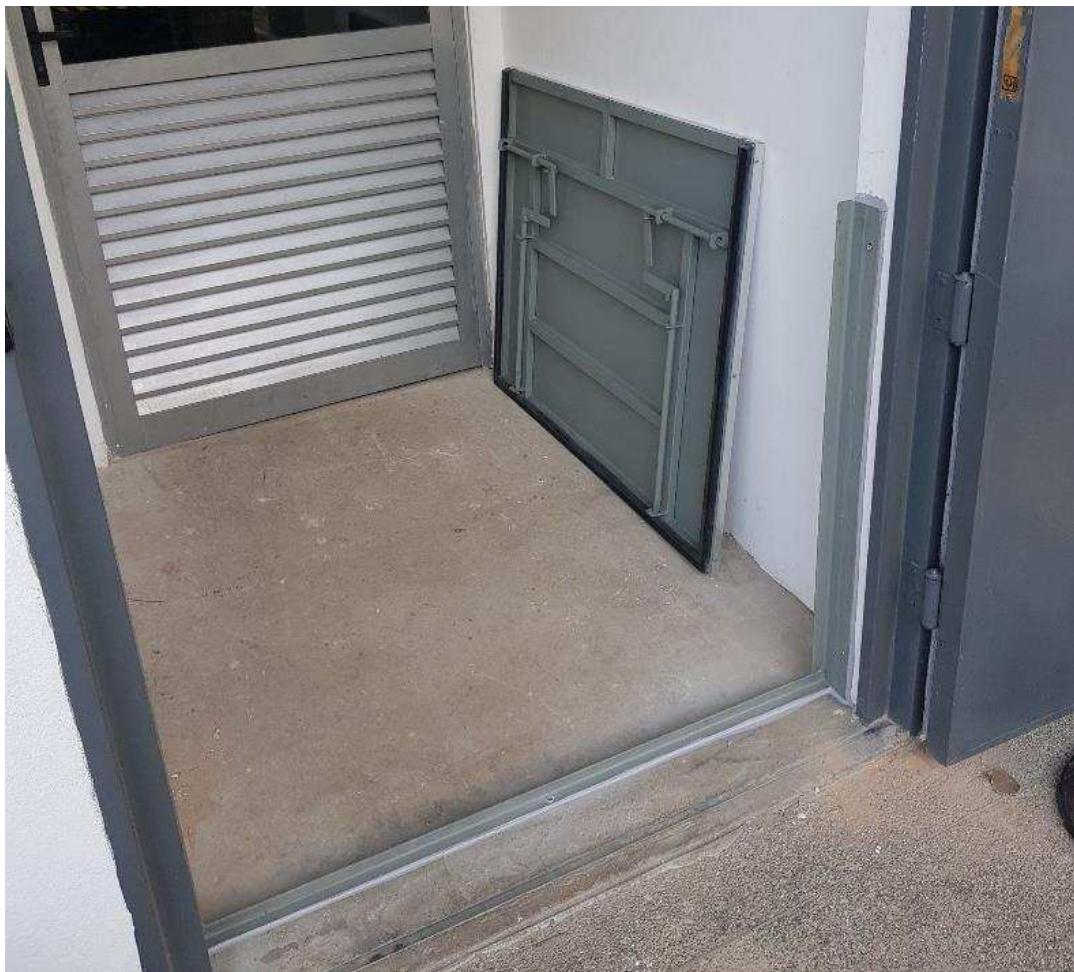


Figura 11 - Comporta removível. Fonte: <https://www.raulancomportas.com.br/gallery#&gid=1021724514&pid=10>

O segundo modelo é o pivotante, este tipo fica fixa no ambiente e seu funcionamento é através de dobradiças fechando e abrindo igual uma porta padrão. Ela também possui perfis fixados e instalados na parede do ambiente e como a comporta fica fixa, ela tem grande influência no espaço em que é inserida, uma vez que instalada só é possível remove-la com ferramental específico.



Figura 12 - Comporta pivotante. Fonte: <https://www.raulancomportas.com.br/gallery#&gid=1021724514&pid=3>

A última comporta é a deslizante. Esta tem como base uma instalação de um trilho junto ao chão, para a comporta correr sobre e possui essa instalação fixada no ambiente, interferindo no espaço. Possui perfis instalados nas laterais para ancoragem e geração de pressão. Fica fixada no ambiente, apenas movimentando-se pelo trilho e seu armazenamento é no local sendo removida com ferramental específico.

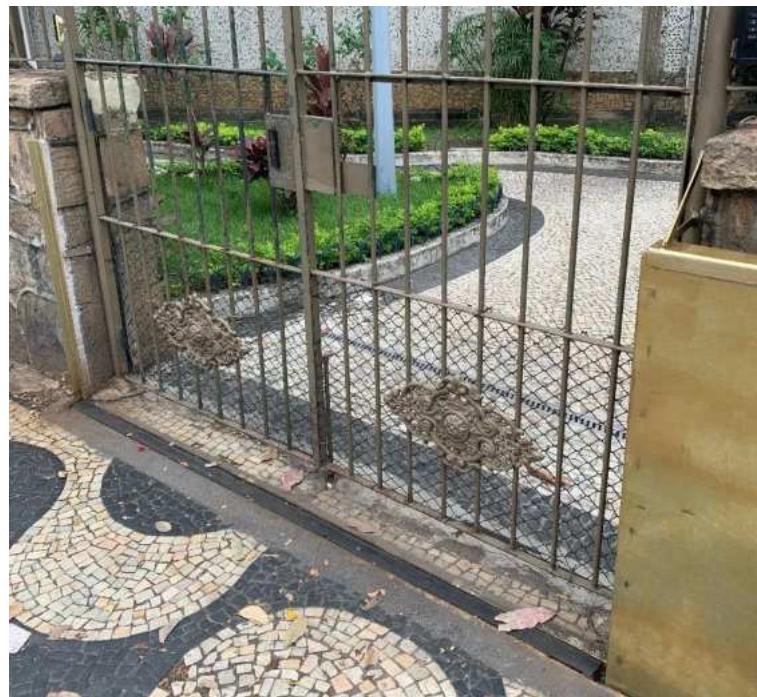


Figura 13 - Comporta deslizante. Fonte: Elaboração própria.

O ponto principal de uma comporta é seu sistema de vedação e geração de pressão. Pode-se dizer que a estrutura interna é o que aguentará a carga e as chapas externas são o envoltório da estrutura e que recebe a carga inicial de água. Já os seus sistemas de vedação e pressão é como a comporta de fato funciona. É através destes meios que a comporta gera estanqueidade e impede a passagem de água por entre o vão no qual ela está inserida. Existem diversos meios de gerar a pressão, aqui serão listados os mais comuns.

O primeiro sistema é o de alavanca, que é quando a pressão é exercida através de um movimento de alavanca, causando esmagamento na borracha e posteriormente sendo fixado nesta posição. Esta fixação pode ser realizada por trincos, cadeados, trancas, etc. A estanqueidade ocorre com a alavanca que é uma ferramenta fixada em diversos pontos da comporta.

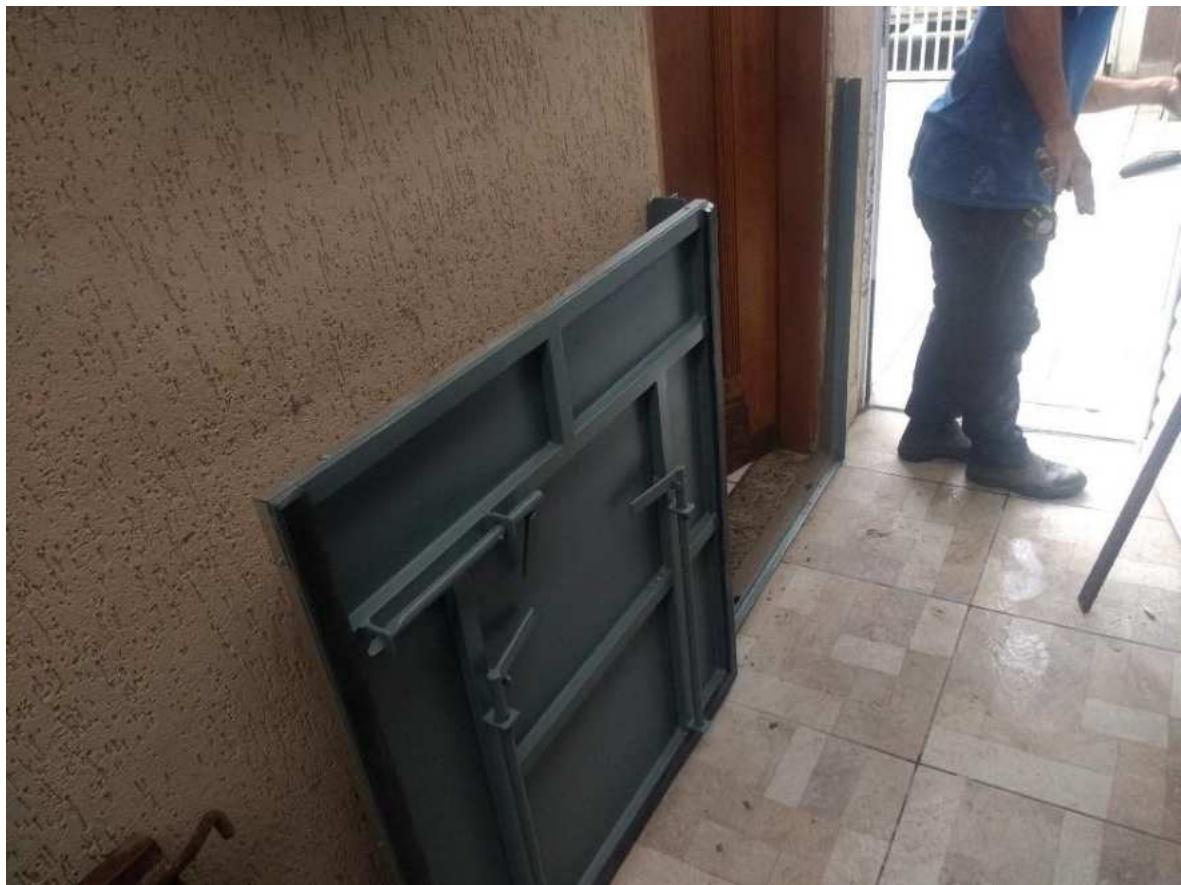


Figura 14 - Comporta com geração de pressão por alavanca. Fonte: <https://www.raulancomportas.com.br/gallery#&gid=1021724514&pid=6>

O segundo item desta lista é o de encaixe sobre pressão, que funciona através de um mecanismo mais sofisticado de encaixe justo, geralmente ocorrendo em mais de um ponto na comporta. Podem

possuir ou não intervenção no ambiente e a pressão é exercida quando o encaixe acontece, gerando compressão no elastômero e estanqueidade.



Figura 15 - Comporta com geração de pressão por encaixe, parte 01. Fonte: <https://palexiberica.com/producto/tritone/>



Figura 16 - Comporta com geração de pressão por encaixe. Fonte: <https://palexiberica.com/producto/tritone/>

O último item a ser exposto aqui, sobre geração de pressão e vedação, é o sistema de parafusos. Este modelo possui mecanismos mais sofisticados, onde é utilizado manípulos, e categorias mais rudimentares, com o uso de chaves para apertar estes parafusos. Nesse conjunto a pressão é exercida verticalmente e horizontalmente, para vedar a comporta junto ao perfil e chão.



Figura 17 - Comporta com geração de pressão por parafuso. Fonte: <https://www.anti-flood-barriers.com/anti-flood-barriers>

Sobre o mecanismo de vedação, é importante citar que ele atua de maneira conjunta com o sistema de pressão pois a vedação acontece quando a pressão é gerada sobre um elastômero, que fica fixado na comporta ou nos perfis no ambiente. Portanto, o estancamento é realizado por elastômeros, e sobre esse item será realizado um estudo mais detalhado e aprofundado em capítulos posteriores.

Ao longo deste tópico foi possível entender todo o funcionamento da comporta, os seus tipos e escalas, sendo possível agora prosseguir para maiores aprofundamentos, com análises e conclusões, que serão discutidos já no próximo tópico que se refere à pesquisa de campo.

2.1 – Pesquisa de Campo

A pesquisa de campo baseia-se na observação mais detalhada sobre as barragens, para identificar problemas e soluções para o projeto futuro. Isso ocorre de diversas maneiras e é importante lista-las para maior compressão:

1. Manuseando ou observando o manuseio.
2. Pela inspeção aproximada do produto.

3. Conversando e questionando quem é detentor desse objeto.

Para esse estudo selecionamos as comportas que ficam nos arredores da Praça da Bandeira, localizado entre as Zonas Norte e Central da cidade do Rio de Janeiro. Essa região possui diversos casos de enchentes⁷, ainda que com recentes construções de galerias⁸ realizadas para o impedimento de alagamento, mas falhando neste ponto, pois ao longo do ano de 2023 foram registradas enchentes⁹, exigindo de parte da população meios para se defender deste evento.



Figura 18 - Bairro Praça da bandeira. Fonte: <https://encontrariodejaneiro0.wordpress.com/2019/08/21/bairro-praca-da-bandeira-rj/>

Diversas comportas foram analisadas durante essa pesquisa e três se destacaram por conseguir maiores informações questionando os donos destes produtos, que as utilizam diariamente. Obteve-se também, nesses três exemplares, permissão para manipular o produto e entender diversas características como peso e ergonomia. Os três casos ocorrem em ambiente comerciais e se diferem na sua operação diária, na composição formal das comportas, e no sistema de instalação. Importante elucidar, neste ponto, o que difere as comportas comerciais e residenciais, antes de iniciar o aprofundamento em relação à pesquisa de campo.

⁷ Enchentes na Praça da Bandeira - <https://oglobo.globo.com/rio/rio-tem-chuva-recorde-ruas-alagam-praca-da-bandeira-fecha-18863722>

⁸ Galeria para acúmulo de águas pluviais - <https://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2015/02/praca-da-bandeira-na-zona-norte-do-rio-e-reinaugurada-apos-obras.html>

⁹ Enchente na Praça da Bandeira em 2023 - <https://cor.rio/municipio-do-rio-entrou-em-estagio-de-atencao-as-19h50 desta-segunda-feira-13-02-2023/>

A principal característica que difere o uso comercial do residencial nas comportas é a duração em que o produto fica instalado, pois, enquanto em uma ocorre apenas quando há situações de emergência (quando chove forte e a possibilidade de alagamento é real), a outra acontece diariamente. Isto é, a comporta comercial, é instalada todos os dias pelos lojistas, pois é difícil se prever que uma enchente pode ocorrer ou não e, no momento em que o estabelecimento é fechado e ele fica vazio, não terá ninguém para instalar a comporta nesse período, fazendo assim necessário a instalação ao final de cada expediente.

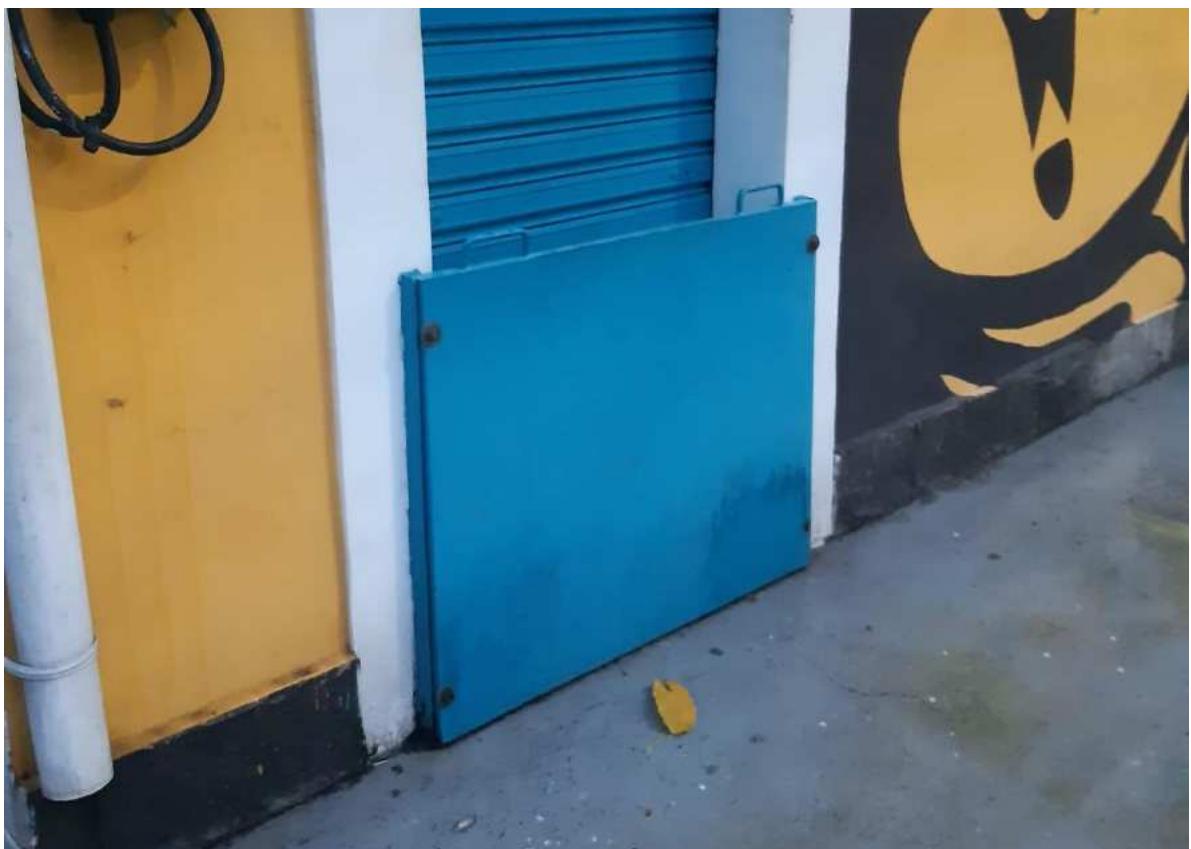


Figura 19 - Comporta de modelo comercial. Fonte: Elaboração Própria.

Assim sendo, faz-se necessário também prover algum meio trancar esse objeto, pois, por ficar a noite instalado, pode ocorrer furtos e vandalismo no produto. Isso corrobora com muitas atitudes por parte dos lojistas, que também instalam as comportas diariamente para se sentirem mais seguros durante a noite, criando mais uma barreira contra arrombamentos.

Na situação emergencial, tanto nos estabelecimentos comerciais ou residenciais, vai acontecer da mesma forma, quando começa a chover intensamente, o usuário instala a comporta, que permanecerá instalada até o final desse período, e depois é desinstalada e armazenada em algum local.

Portanto, agora que estão esclarecidas as diferenças entre os dois tipos de uso das comportas, é possível iniciar de fato a descrição da pesquisa de campo. Para uma melhor demonstração, uma tabela foi criada contendo imagens das comportas, observações sobre seu manuseio e perguntas que foram feitas aos lojistas. Serão mostradas uma comporta por página, começando abaixo.

Nome e Local	Comporta da Drogaria; Rua do Matoso, Praça da Bandeira, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Modelo Removível.
Observações sobre manuseio	<p>Comporta extremamente pesada – em torno de 50 kg;</p> <p>A comporta é instalada só por um lado;</p> <p>Sistema de pressão exigindo ferramental externo, necessitando apertar parafusos com chave de boca;</p> <p>Manuseio precário por ausência de alça, sendo manuseado com duas cantoneiras soldadas no perfil;</p> <p>Diversas avarias na comporta causadas por ferrugem;</p> <p>Elastômero presos nos perfis que ficam fixos na parede, com sinais de grande desgaste</p>
Imagens	



1 - Alguma vez, durante uma enchente, alagamento ou inundação, entrou água para dentro do estabelecimento com a comporta instalada?

R: "A última enchente foi em abril de 2022, alagou bastante e perdemos bastante mercadoria."

2- Você sente alguma dificuldade de manipular a comporta, seja instalando-a ou removendo ela para armazenamento, ou até mesmo em algum outro tipo de manipulação?

R: "São extremamente pesadas, sem pega direito, e eu tenho que manusear elas sozinho."

Perguntas

3 - Alguma vez, durante uma enchente, alagamento ou inundação a água passou a altura da comporta?

R: "Não"

4 - Quanto tempo demora para instalar a comporta?

R: "De 1:30 min a 2 min."

5 - Já teve que instalar a comporta com pressa?

R: "Sim, uma vez, começou a chover forte e ligaram mandando colocar a comporta."

Nome e Local	Comporta da Papelaria, Rua Barão de Iguatemi, Praça da Bandeira, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Modelo Removível.
Observações sobre manuseio	<p>Comporta extremamente pesada – em torno de 35 kg;</p> <p>Manuseio muito precário, suas alças, ainda que frontais, não facilitam o manuseio da comporta;</p> <p>Sistema de pressão exigindo ferramental externo, necessitando apertar parafusos com chave;</p> <p>A comporta é instalada só por um lado;</p> <p>Diversas avarias na comporta causadas por ferrugem;</p> <p>Bastômero presos nos perfis que ficam fixos na parede, com sinais de grande desgaste.</p>

**Imagens**



Perguntas

1 - Alguma vez, durante uma enchente, alagamento ou inundação, entrou água para dentro do estabelecimento com a comporta instalada?

R: "A água já entrou uma vez, mas ficou rasa, gerando poucas perdas, perdi alguns maços de papel."

2- Você sente alguma dificuldade de manipular a comporta, seja instalando-a ou removendo ela para armazenamento, ou até mesmo em algum outro tipo de manipulação?

R: "A comporta é bem pesada, e tenho que utilizar de uma chave para fazer o fechamento final, sempre que esqueço algo dentro é um perto para abrir novamente. Mas me passa mais segurança, também, contra arrombamentos."

3 - Alguma vez, durante uma enchente, alagamento ou inundação a água passou a altura da comporta?

R: "Eu estou aqui há 3 anos, já existia o piscinão da praça da bandeira, então nunca cheguei a passar a altura da comporta."

4 - Quanto tempo demora para instalar a comporta?

R: "Na faixa de 2 minutos."

5 - Já teve que instalar a comporta com pressa?

R: "Sim, uma vez só."

Nome e Local	Comporta do Bar, Rua Mariz e Barros, Praça da Bandeira, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Modelo Pivotante.
Observações sobre manuseio	Comporta extremamente pesada – em torno de 40 kg; Sistema de pressão exigindo ferramental externo, necessitando apertar parafusos com chave A comporta só é possível ser instalada por um lado; Diversas avarias na comporta causadas por ferrugem; Bastômero presos nos perfis que ficam fixos na parede, com sinais de grande desgaste.
Imagens	 

Perguntas	<p>1 - Alguma vez, durante uma enchente, alagamento ou inundação, entrou água para dentro do estabelecimento com a comporta instalada?</p> <p>R: "Sim, mesmo com ela instalada, pois a borracha está ruim. Entrou bastante água, ficou na altura da canela."</p> <p>2- Você sente alguma dificuldade de manipular a comporta, seja instalando-a ou removendo ela para armazenamento, ou até mesmo em algum outro tipo de manipulação?</p> <p>R: "Sim, ela é pesada, com cerca de 35-40kg, possui uma alça muito fina."</p> <p>3 - Alguma vez, durante uma enchente, alagamento ou inundação a água passou a altura da comporta?</p> <p>R: "Não, mas já quase chegou."</p> <p>4 - Quanto tempo demora para instalar a comporta?</p> <p>R: "Uns 2 min."</p> <p>5 - Já teve que instalar a comporta com pressa?</p> <p>R: "Sim, várias vezes."</p>
------------------	---

Todas as imagens mostradas nos painéis são de elaboração própria.

A pesquisa de campo é fundamental para uma aproximação com o objeto de estudo, e através dela foi possível identificar pontos negativos que serão destacados a seguir, item a item, com imagens elucidando cada um destes pontos, em conformidade com as tabelas anteriores. As imagens são das comportas que tiveram um estudo integral e foram apresentadas anteriormente, concomitantemente a barragens que foram apenas observadas, sem manuseio.

O primeiro ponto a ser destacado é o material, que em diversas áreas se apresenta inadequado à tarefa que desempenha, tendo diversos fatores que condizem com essa observação. A ferrugem, em vários locais, cria fraquezas na estrutura e na estanqueidade que a comporta deve oferecer. O seu peso elevado prejudica o manuseio, restringindo o número de usuários possíveis e estabelece relações ergonômicas desconfortáveis. As figuras 20, 21 e 22 demonstram esses tópicos sobre materialidade da comporta. Para o projeto, então, fica a ideia de se utilizar um material mais leve e com maior resistência ao desgaste da oxidação.



Figura 20 - Pontos de ferrugem, comporta da drogaria. Fonte: Elaboração própria.



Figura 22 - Ponto de ferrugem na estrutura. Fonte: Elaboração própria.



Figura 21 - Pontos de ferrugem no parafuso de pressão e moldura. Fonte: Elaboração própria.

O segundo ponto a ser evidenciado, é sobre a posição dos elastômeros na instalação. Na maioria dos casos, eles são fixados nos perfis que ancoram as barragens, que são fixados na alvenaria. Isso gera diversos problemas, pois esses perfis recebem desgaste de diversas formas, como desgaste pela ação da natureza, tornando o material duro e quebradiço, comprometendo todo o sistema. Ocorre também a deterioração através da passagem de pessoas, na borracha que fica presa ao chão. Isso é melhor visto nas figuras 23 e 24 e a possível solução a isso é estudo desse material, com a seleção de um condizente com a tarefa e a alteração de sua localização, mudando para ser fixado na comporta.



Figura 24 - Fixação de elastômero nos perfis presos à parede, comporta drogaria. Fonte: Elaboração própria



Figura 23 - Fixação de elastômero nos perfis presos à parede, comporta bar. Fonte: Elaboração própria

Por vezes, esses elastômeros ficam muitos desgastados e os lojistas não aplicam a devida manutenção ao sistema. Na figura 25 é possível identificar o elastômero junto ao chão bastante degradado.



Figura 25 - Fixação de elastômero nos perfis presos à parede. Fonte: Elaboração própria.

Outra questão a ser levantada é a forma em que a pressão é gerada. Em todos os casos vistos, as comportas são aparafusadas em quatro pontos, nos seus vértices, que ficam fixos nos perfis de ancoragem, para então serem inseridas porcas, que por sua vez são apertadas com uma chave de boca, uma a uma. Isso gera um maior tempo de instalação, maior dificuldade no manuseio, maior esforço por parte do usuário em apertar as quatro posições e a necessidade de ter em mãos um ferramental externo. A ausência de uma pega adequada para transporte também foi identificada em diversos exemplares, o que, em conjunto com o peso, cria problemas ergonômicos e de uso. As figuras 26, 27, 28 e 29 elucidam esses pontos.



Figura 26 – Parafuso fixo no perfil, sistema de pressão com aparafusamento. Fonte: Elaboração própria.



Figura 27 - Sistema de pressão com aparafusamento, arruela e porca, comporta papelaria. Fonte: Elaboração própria.



Figura 28 – Comporta instalada com sistema de pressão por aparafusamento em quatro vértices, comporta papelaria. Fonte: Elaboração própria.



Figura 29 - Alça de transporte, comporta drogaria. Fonte: Elaboração própria.

O fato das comportas serem feitas por serralheiros do bairro gera problemas na seleção dos materiais, como é o caso do elastômero. Se este é preso nos perfis, deveria ser um material com resistência ao desgaste proveniente das mais variadas ações. A escolha do ferro como material também é um fator negativo e é necessária uma maior investigação e seleção adequada. Seu sistema de pressão também é muito rudimentar, exigindo chave e porcas para gerar estanqueidade no sistema. Nas próximas análises serão discutidos esses pontos, sobretudo na análise de similares, que abraça comportas projetadas no exterior, que contém soluções interessantes e mais adequadas.

2.2 – Análises sistemáticas

Para compreender as nuances do projeto a ser concebido, uma série de análises são necessárias para entender como esse objeto se define, por diversas questões, como materiais, usabilidade, preço, peso, ergonomia e etc. É de fundamental importância analisar produtos existentes que desempenham a mesma tarefa que o tema proposto. Portanto, serão pesquisados produtos atuais, a sua tarefa, suas funções e a sua estrutura.

2.2.1 – Análise de similares

Esta análise possui como premissa a comparação de produtos similares com o que está em desenvolvimento, com base em critérios mensuráveis. Os principais objetivos desta pesquisa são:

- Entender a materialidade dos objetos analisados;
- Obter referências estéticas e formais;
- Analisar as características de cada produto, destacando seus tipos e funcionamentos;
- Compreender seus tamanhos, ainda que dentro da esfera de residencial e comercial.

Os parâmetros que embasam a análise foram definidos seguindo preceitos considerados fundamentais à comporta, apoiando-se no livro “Como se cria: 40 métodos para design de produtos” Veronica Pazmino. Os parâmetros são:

Local: Especificação do local que a comporta foi encontrada.

Fabricante e nome: Especificação do fabricante do produto e o seu nome.

Tipo e tamanho: Qual o tipo do produto e tamanho de vão que ele atende.

Fabricação: Quais os materiais envolvidos no processo de fabricação e acabamento, bem como quais os processos necessários para a construção.

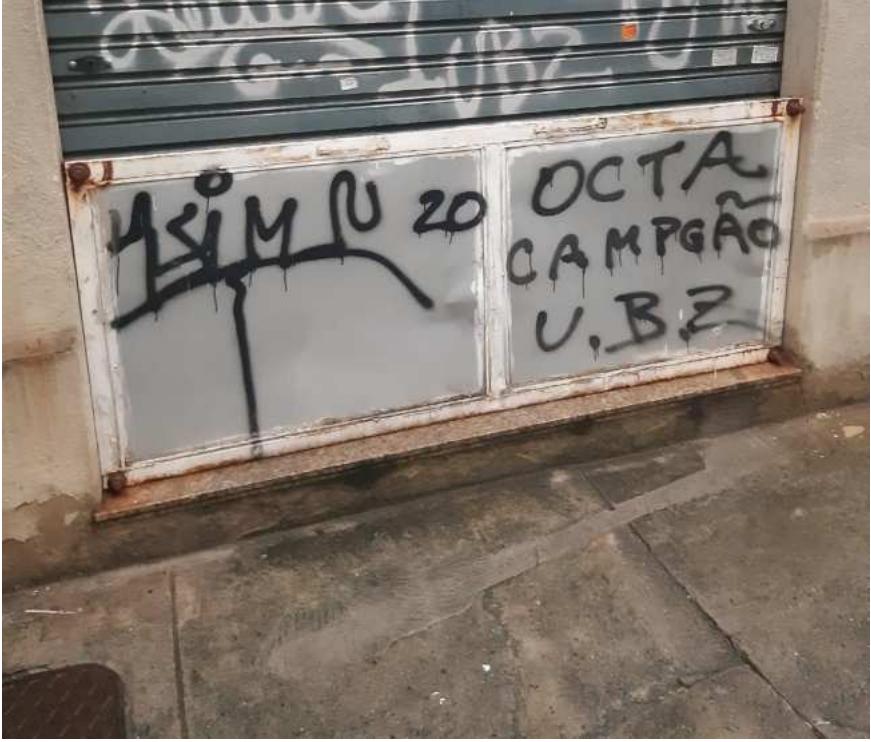
Mecanismos: Quais mecanismos relevantes a comporta possui.

Pontos negativos: Quais pontos negativos foram encontrados na observação da comporta.

Pontos positivos: Quais pontos positivos foram encontrados na observação da comporta.

Vedações: Qual seu sistema de vedação.

Para uma melhor apresentação dos produtos, eles serão dispostos a partir da próxima página, com um painel contendo os produtos analisados, sendo um por página num total de 10 produtos, contendo os critérios mencionados acima. Serão também disponibilizadas imagens e suas fontes.

Local	Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Fabricante	Serralheiro do bairro.
Tipo e Tamanho	Removível; feito sob medida.
Fabricação	Ferro; Corte de perfis e chapas e soldagem.
Mecanismos	Seu único mecanismo é o de aperto de parafusos para geração de pressão.
Pontos Negativos	Comporta extremamente pesada; sistema de pressão precário através de chaves de boca e parafusos; elastômeros presos no ambiente sofrendo desgaste constante; material enferrujado com diversas avarias.
Pontos Positivos	Possui duas alças na parte frontal para transporte e manuseio.
Vedação	Através de elastômeros expandidos que ficam fixos nos perfis de ancoragem e no chão.
Imagen	
Fonte	Imagen de elaboração própria

Local	Reino Unido
Fabricante e Nome	Hoodgate Ltd; Quickdam.
Tipo e Tamanho	Modelo removível expansível por macaco hidráulico; Tamanho único.
Fabricação	Neoprene (Policloropreno) e aço; pode ser moldado ou extrudado.
Mecanismos	Mecanismo de elevação na parte traseira e parafusos na parte inferior.
Pontos Negativos	Necessidade de se apertar parafusos com uma chave; não foram identificadas muitas garantias que o produto funciona bem e realiza boa vedação em sua parte inferior.
Pontos Positivos	Ausência de pré-instalação; bastante leve; facilmente armazenável; permite acoplamento de múltiplos.
Vedaçāo	Vedaçāo realizada pelo esmagamento da capa de Neoprene nos três pontos de contato (laterais e parte inferior), o esmagamento ocorre com o acionamento de um macaco hidráulico expandindo a estrutura interna de forma lateral; junto ao chão parafusos são apertados para a geração de vedação.
Imagen	
Fonte	https://floodgate.ltd.uk/floodgates/

Local	Irlanda
Fabricante Nome	Dam Easy. Flood Barrier Door Dam.
Tipo e Tamanho	Modelo removível e expansível; fabricado em tamanho único, permitindo acoplamento de múltiplos.
Fabricação	Termoplástico, elastômero e metais; processos indefinidos, porém suspeita-se que seja injeção ou termomoldagem, para os componentes plásticos.
Mecanismos	Chaveamento para expansão lateral e bombeamento pneumático para vedação
Pontos Negativos	Existe a necessidade de se apertar parafusos com uma chave; não foram identificadas muitas garantias que o produto funciona bem e realiza boa vedação em sua parte inferior.
Pontos Positivos	Sem pré-instalação no ambiente; facilmente armazenável; permite o acoplamento de múltiplos.
Vedaçāo	Após a expansão lateral ativada por chaveamento até próximo do contato com a parede, é acionado o bombeamento pneumático que infla um elastômero que percorre os pontos de contato, gerando vedação.
Imagen	
Fonte	https://dameeasyfloodbarriers.com/products/flood-barrier

Local	São Paulo, SP, Brasil
Fabricante	Raulan Comportas.
Tipo e Tamanho	Modelo deslizante; feito sob medida.
Fabricação	AQM (Chapas de Alumínio com núcleo de Polietileno); processos de dobra de chapa, soldagem de barras.
Mecanismos	Trilho de correr, trinco com alavancas para gerar vedação.
Pontos Negativos	Existem diversos trincos que devem ser fechados um a um, e, pensando na situação de uso comercial, deverá ser trancado com cadeado um a um; comporta de instalação apenas por um lado.
Pontos Positivos	Extremamente leve, sendo instalada por uma única pessoa; Materialidade com boa resistência à oxidação e desgaste por ação da natureza.
Vedação	Utiliza algum elastômero que não foi especificado.
Imagen	
Fonte	https://www.raulancomportas.com.br/gallery

Local	Estados Unidos
Fabricante e Nome	PS Flood Barriers; EzDam.
Tipo e Tamanho	Modelo removível; larguras de 1m a 1,5m.
Materiais e Processos	Alumínio e Elastômero; dobra e corte de chapa de metal.
Mecanismos	Manípulos fazem com que um gancho na comporta engate num orifício do perfil, puxando a comporta contra o perfil.
Pontos Negativos	Ausência de uma alça de transporte mais confortável; exige um processo de pré-instalação com etapas bem definidas.
Pontos Positivos	Comporta extremamente leve, com um material resistente à oxidação e de fácil instalação, sendo tudo realizado em 30 segundos, segundo o fabricante.
Vedação	Utiliza de elastômeros e selante de uretano para vedar os perfis contra a parede e impedir o avanço da água no pequeno vão.
Imagen	
Fonte	https://www.psfloodbarriers.com/product/ezdam-flood-barriers/

Local	Reino Unido
Fabricante e Nome	Ruvial Innovations. Aquastop Classic.
Tipo e Tamanho	Modelo removível; feito sob medida.
Fabricação	Alumínio e algum tipo de elastômero.
Mecanismos	Alça removível realiza uma alavanca, fazendo o encaixe do produto pressionado contra a parede.
Pontos Negativos	Não tem comprovação de que a comporta vedá bem em sua parte inferior com ausência de mecanismo fazendo pressão vertical.
Pontos Positivos	Comporta leve, sendo transportada e instalada por uma única pessoa; com material resistente à oxidação; de fácil instalação e sem instalação prévia.
Vedaçāo	Utiliza do mecanismo de alavanca com algum elastômero nas áreas de contato.
Imagen	
Fonte	https://www.acquastop.it/en/barrier-for-homes.php

Local	Itália
Fabricante e Nome	Alu Technology SRL. Tritone – Painel anti-inundaciones.
Tipo e Tamanho	Modelo removível; feito sob medida, com mínimo de 120 cm de altura e 20 cm de altura.
Fabricação	Alumínio Anodizado e Borracha EPDM (Etileno-propileno-dieno); dobra e corte de chapas e perfis.
Mecanismos	Clipes engatam no perfil de ancoragem, e sistema angular (patenteado) faz a vedação final.
Pontos Negativos	Exige diversas etapas de pré-instalação, fazendo a calafetagem do perfil na parede; ausência de pressão vertical.
Pontos Positivos	Objeto leve; material resistente à oxidação; instalação rápida; alças de transporte ergonomicamente adequadas.
Vedação	Realizada através do sistema patenteado e dos clipes.
Imagen	
Fonte	https://www.tritone.biz/barriereantiacqua/anti-allagamento-per-abitazioni/

Local	Espanha
Fabricante	MOV. Nux Stopflood.
Tipo e Tamanho	Modelo removível; feito em 3 tamanhos padrões e também sob medida.
Fabricação	APM (liga metálica ferro-cromo-alumínio) e Borracha EPDM; corte e dobra de chapas e rebitamento
Mecanismos	Acionando o macaco hidráulico na parte traseira da comporta, movimenta-se um dos painéis que desliza por um guia, um manipulo trava esse guia para que esse painel não retorne. Aparafusamento na parte inferior gera a pressão vertical, vedando junto ao chão.
Pontos Negativos	Sem comprovação de que a comporta fica fixa no lugar, sustentando a carga que a água gera; não é uma comporta muito alta.
Pontos Positivos	Ausência de pré-instalação; comporta leve e com material resistente à oxidação e corrosão.
Vedaçāo	Realizada através do mecanismo de expansão acionado por macaco hidráulico e parafusos na parte inferior da comporta.
Imagem	
Fonte	https://barrerasantiinundaciones.com/barrera-anti-inundaciones-extensible-nux/

Local	Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Fabricante	Serralheiro do bairro.
Tipo e Tamanho	Removível; feito sob medida.
Fabricação	Ferro; corte de perfis e chapas e soldagem.
Mecanismos	Seu único mecanismo é o de aperto de parafusamento em quatro pontos para geração de pressão
Pontos Negativos	Comporta extremamente pesada; com sistema de pressão precário, através de chaves de boca, parafusos, porcas e arruelas; elastômeros presos no ambiente sofrendo desgaste constante; material enferrujado com diversas avarias; alça ergonomicamente inadequada para transporte.
Pontos Positivos	-
Vedaçāo	Através de elastômeros expandidos que ficam fixos nos perfis de ancoragem e no chão, a vedação é realizada quando o parafusamento gera o esmagamento dessas borrachas.
Imagen	
Fonte	Imagen de elaboração própria

Local	Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Fabricante	Serralheiro do bairro.
Tipo e Tamanho	Pivotante; feito sob medida.
Fabricação	Ferro; corte de perfis e chapas e soldagem.
Mecanismos	Seu único mecanismo é o de aperto de parafusamento em quatro pontos para geração de pressão
Pontos Negativos	Comporta extremamente pesada; com sistema de pressão precário, através de chaves de boca, parafusos, porcas e arruelas; elastômeros presos no ambiente sofrendo desgaste constante; material enferrujado com diversas avarias; alça ergonomicamente inadequada para transporte. A comporta fica armazenada no próprio local, servindo quase como uma rampa, com pessoas e animais passando sobre ela durante todo o dia.
Pontos Positivos	-
Vedaçāo	Através de elastômeros expandidos que ficam fixos nos perfis de ancoragem e no chão, a vedação é realizada quando o parafusamento gera o esmagamento dessas borrachas.
Imagem	
Fonte	Imagen de elaboración propia

A análise de similares auxiliou o projeto com grandes indícios de sugestões ao produto proposto, sobretudo através dos pontos positivos e negativos. Identificamos padrões que apontam caminhos que o projeto pode tomar em sua sequência. Materiais leves e resistentes à água foram observados em variados artefatos estudados ao longo deste item, como o alumínio, o ACM e a borracha EPDM.

Existem, ainda, outros fatores analisados que são relevantes mencionar, como o uso de manípulos para gerar aperto e pressão no sistema, ao invés de usar chave de boca e porcas. Modelos de encaixes justos e sofisticados para gerar pressão também são uma possibilidade. Assim sendo, fazer com que todo o conjunto e mecanismo fiquem inerentes a comporta também é possível, como vimos ao longo deste tópico e pode ser algo adaptado ao objeto, facilitando o uso e manuseio nas situações de emergência e de uso corriqueiro. Esses indicativos são importantes, pois parametrizam os rumos que o projeto pode tomar.

2.2.2 – Análise da tarefa

Este momento da pesquisa possibilita o entendimento da atividade que o usuário faz em relação a uma ação, função, produto ou ambiente. Tem como foco destrinchar e elencar novas necessidades, um novo uso ou um desconforto causado. Para essa análise foi selecionada o modelo de comporta comercial, por conter um uso rotineiro, que difere da comporta residencial que tem sua utilização apenas em momentos de emergência. Sua demonstração será realizada através de um storyboard.

Ainda que seja utilizada a versão de comporta comercial para esta análise, a situação emergencial também será abraçada por ela, tanto na instalação pelo lado externo, quanto interno, para compreender melhor quais as possibilidades de melhoria que podem ser aplicadas em ambos os casos.

Antes de iniciarmos de fato a análise, é preciso uma breve explicação sobre a legenda e seus códigos. Todos os quadros são numerados, e, quando seguem o hábito ou ação que foram identificados, são apresentados pelas setas e molduras dos quadros com cor verde. Quando é feita uma proposta de intervenção e melhoria, suas setas e molduras dos quadros são indicadas pela cor laranja.

A análise da tarefa é iniciada na próxima página e ao final de cada página são encontrados comentários sobre os quadros expostos. Serão analisados três casos, o primeiro refere-se ao uso corriqueiro e diário do objeto. O segundo, é guiado pela situação de emergência, mantendo a maneira de instalação idêntica ao primeiro, ou seja, sendo ela externa. O terceiro é conduzido de forma semelhante ao caso dois, entretanto, possui sua instalação interna, conforme foi visto em comportas residenciais semelhantes.

Caso 01 – Instalação externa

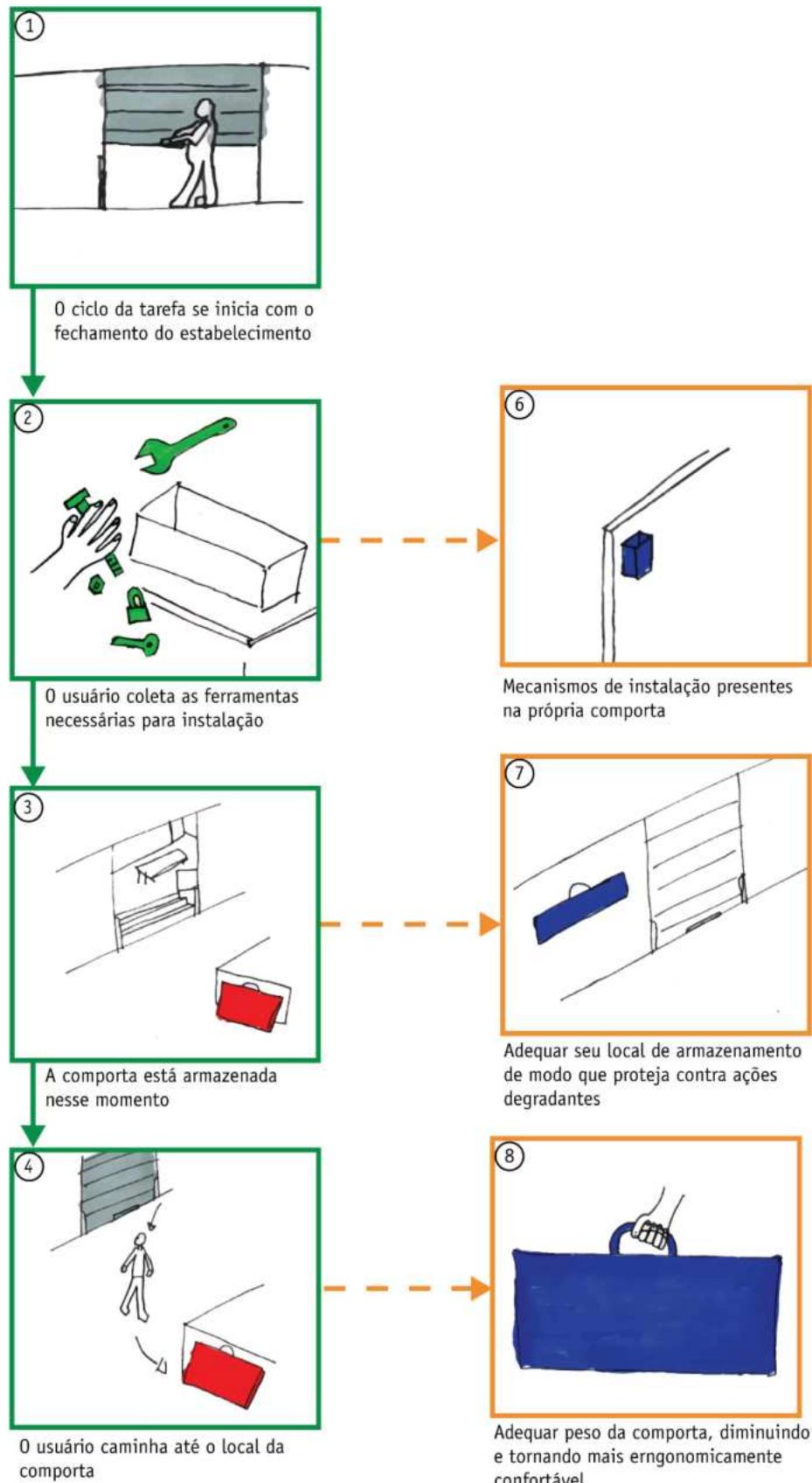


Figura 30 - Painel 01, análise da tarefa, caso 01. Fonte: elaboração própria.

O início do ciclo é sempre que o estabelecimento se fecha, pois nesse momento é que o uso da comporta se fará necessário. Aqui, podemos observar diversas propostas de melhoria nos casos analisados e visto de perto na pesquisa de campo, o usuário deve coletar uma série de ferramentas para instalar a comporta. Se essas ferramentas ou mecanismos ficasse contidos na própria comporta, o seu uso seria facilitado.

O armazenamento também é um ponto a ser considerado, visto que geralmente ficam armazenadas nas calçadas, atrapalhando pedestres, recebendo desgastes químicos de urina de animais e desgastes por ações da natureza. Seu peso elevado, com variação de 35 kg a 50 kg, também deve ser revisado, melhorando a ergonomia geral do produto e atendendo a diversos tipos de usuários.

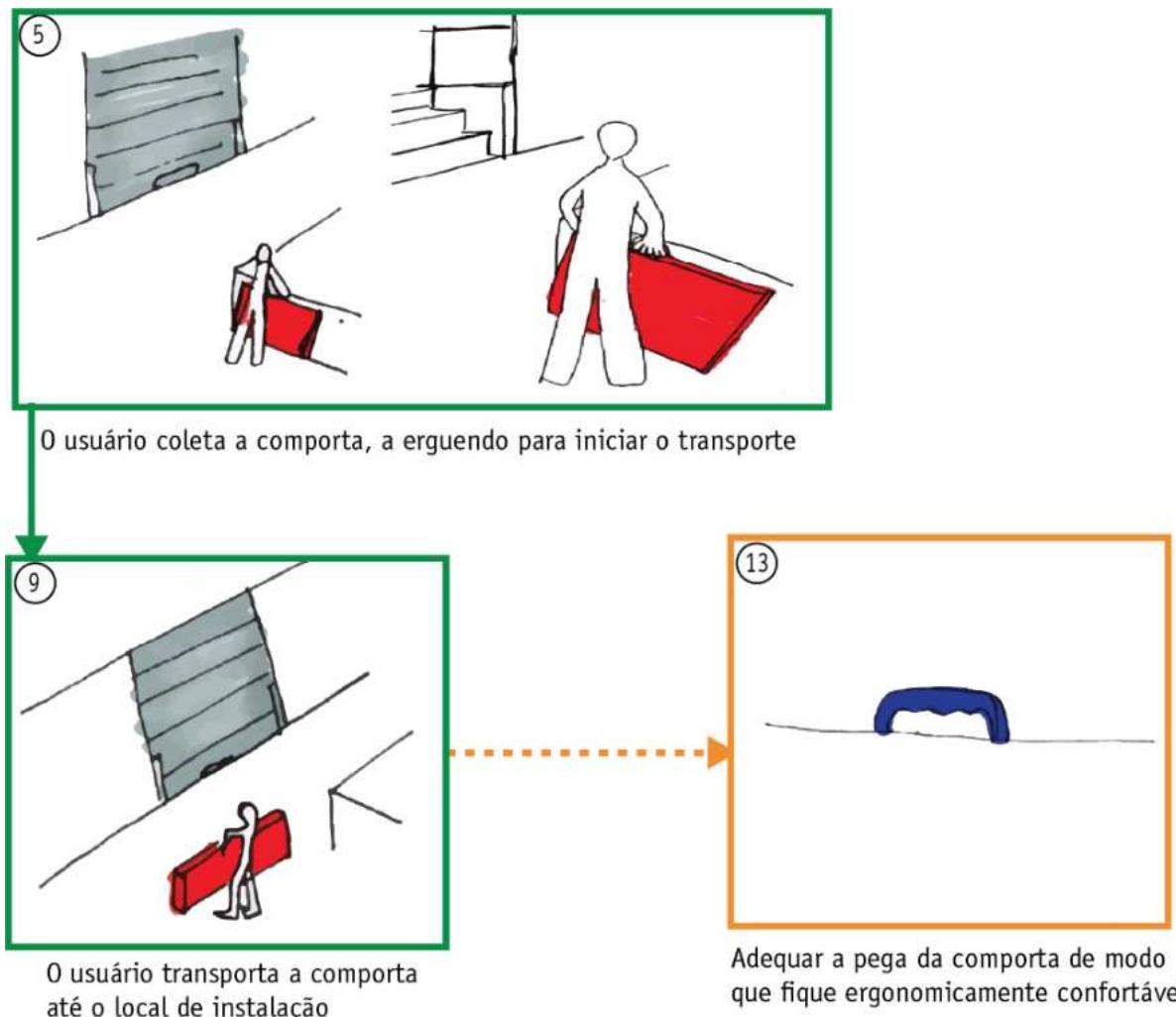


Figura 31 - Painel 02, análise da tarefa, caso 01. Fonte: elaboração própria.

Por conta de seu elevado peso, o fator transporte é de extrema relevância e, adequar as alças de transporte para essa tarefa, é primordial. Como vimos em alguns quadros, a alça por vezes é precária, mal dimensionada ou até mesmo uma adaptação que cria diversos problemas.

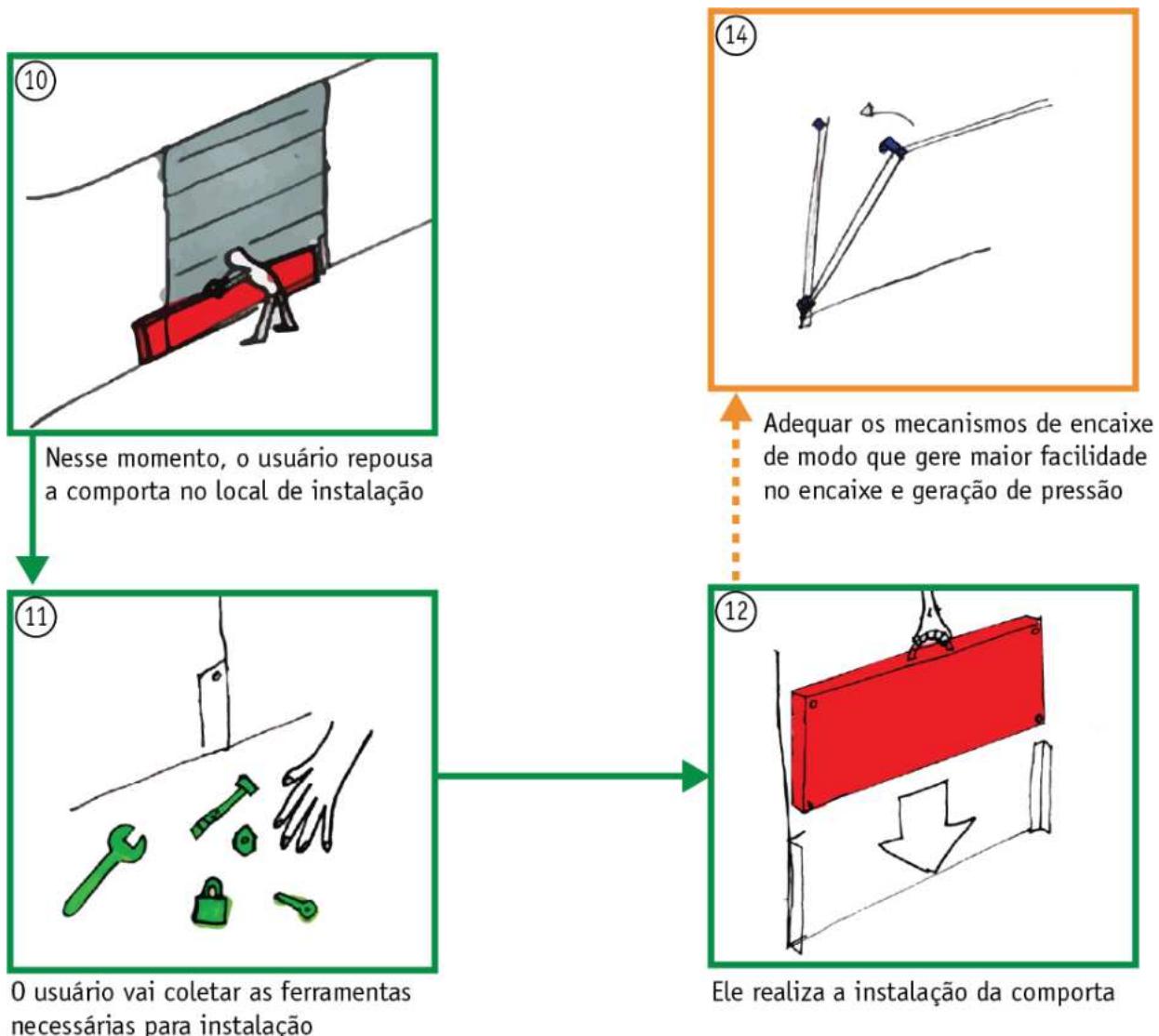


Figura 32 - Painel 03, análise da tarefa, caso 01. Fonte: elaboração própria.

No momento de instalação da comporta, foi constatado também um método de instalação com diversas etapas, criando dificuldades e retardando o processo, fazendo com que seja essencial pensar em mecanismos mais facilitadores de encaixe e geração de pressão.

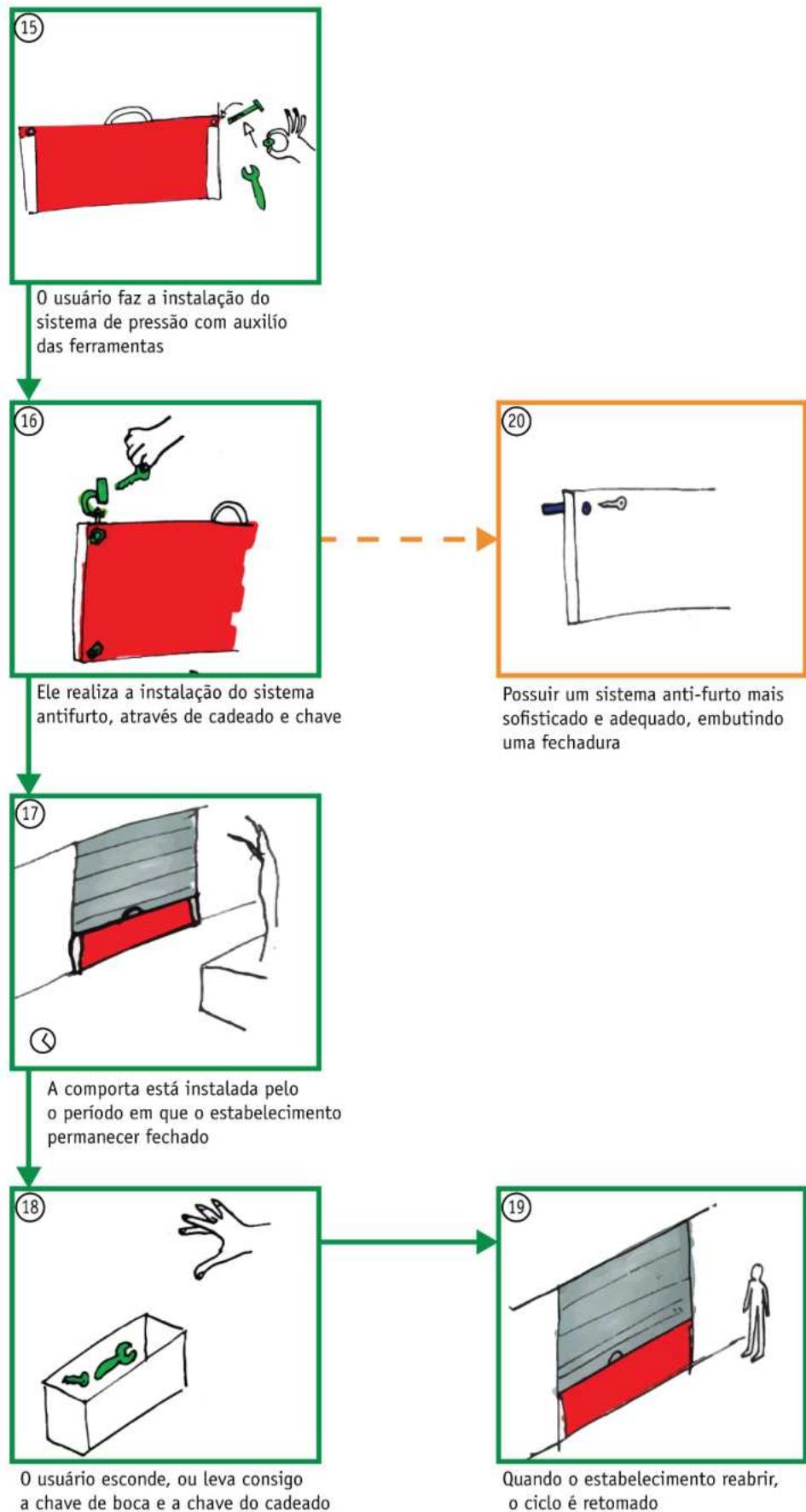


Figura 33 - Painel 04, análise da tarefa, caso 01. Fonte: elaboração própria.

O sistema antifurto, utilizado para proteger não só a porta, como também o estabelecimento comercial, como vimos previamente, é rudimentar e primitivo. Prover uma forma de realizar essa tarefa de forma simples e rápida, é substancial para a melhoria deste objeto. Esse componente no projeto é fundamental, uma vez que a porta fica instalada durante a noite, nos estabelecimentos comerciais, fica muito suscetível a vandalismos e furtos, não somente a porta, mas também o estabelecimento. Ainda assim, apenas um cadeado não é a maneira mais eficaz e promover uma fechadura embutida no sistema garantirá uma melhor segurança.

Observamos também na figura 33 o quanto importante é possuir um sistema de pressão na porta, de maneira que gere uma vedação contínua através do esmagamento dos elastômeros, mantendo a porta no lugar. O sistema de pressão a ser projetado deve levar essa premissa básica adiante, entretanto, se diferindo das portas encontradas, com menos processos na sua instalação e obtendo ganhos contra o tempo, pois numa situação de emergência quanto mais rápido a instalação for, mais rápido as pessoas e seus bens estarão protegidas.

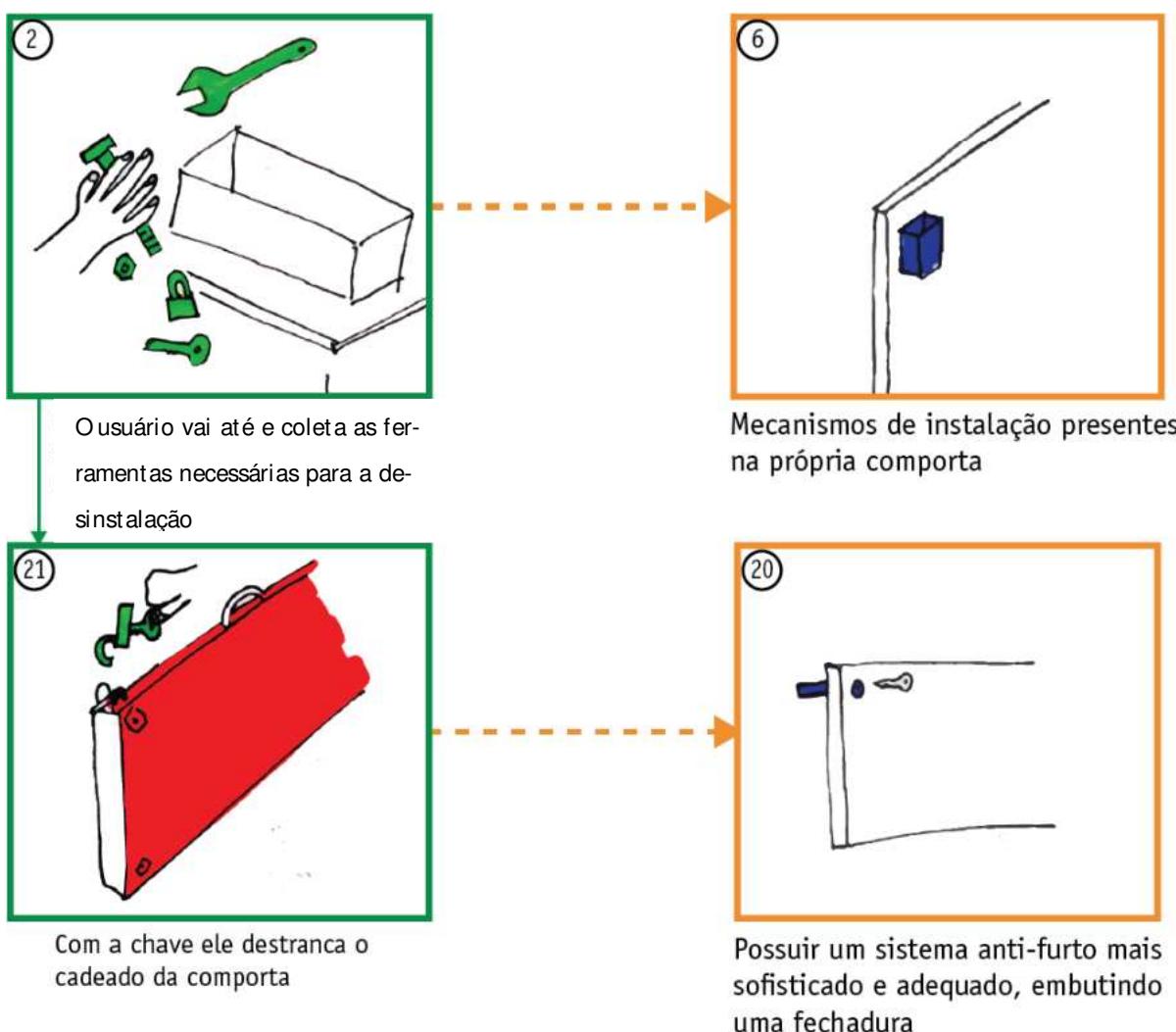


Figura 34 - Painel 05, análise da tarefa, caso 01. Fonte: elaboração própria.

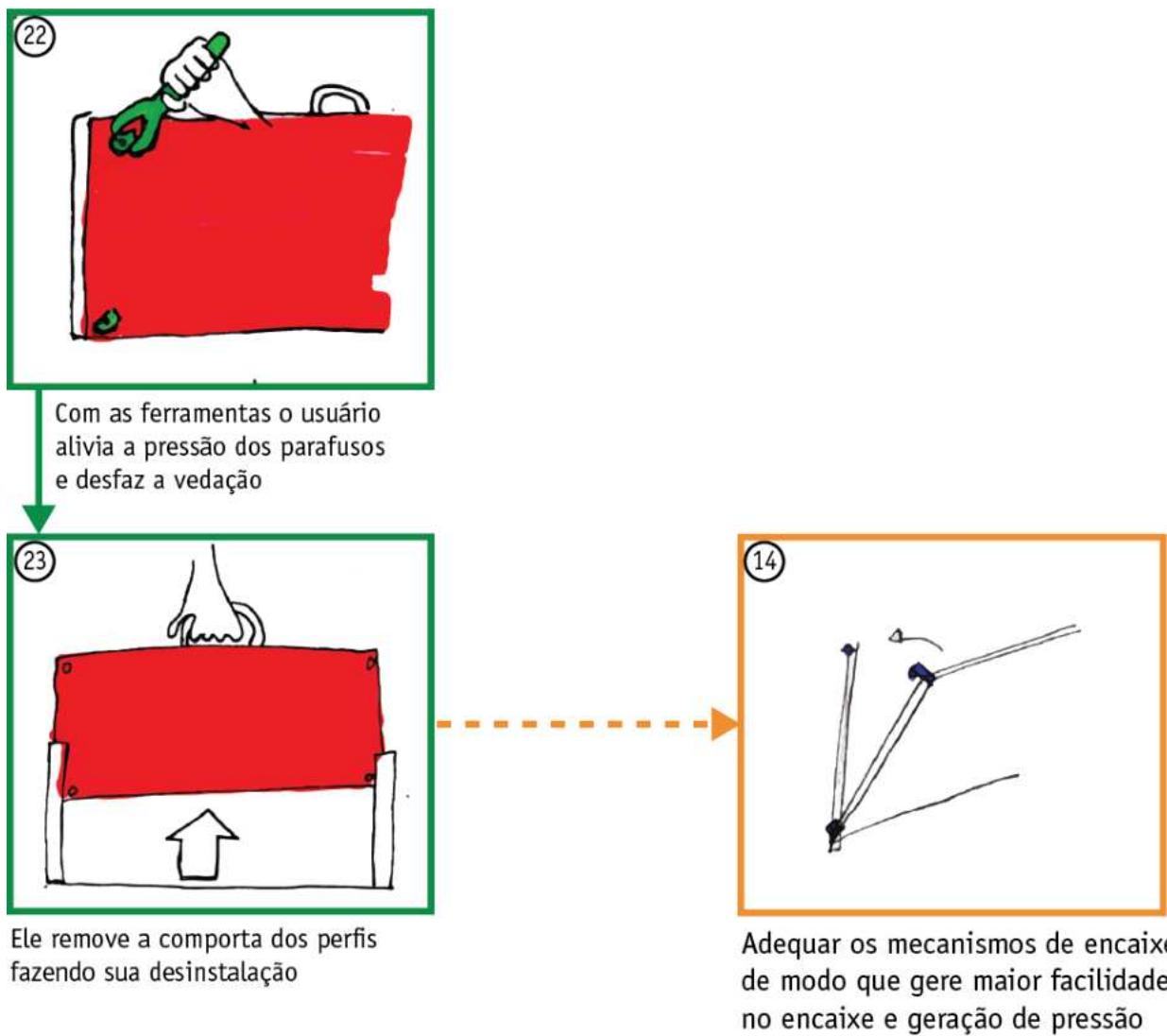


Figura 35 - Painel 06, análise da tarefa, caso 01. Fonte: elaboração própria.

A partir deste momento, os pontos de melhoria identificados começam a se repetir, por conta do ciclo de instalação da comporta, que consiste na sua acomodação e acionamento e na sua inativação e recolhimento. Aqui vemos como o processo de desinstalação também pode ser melhorado seguindo a mesma premissa do processo de instalação, com mecanismos presentes na própria comporta. Ter uma fechadura mais sofisticada também melhoraria o processo e aumentaria a segurança proposta pela comporta. Por fim adequar os seus mecanismos de forma que gere facilidade e rapidez na desinstalação é um ganho no processo e na ergonomia, visto que os objetos são pesados.

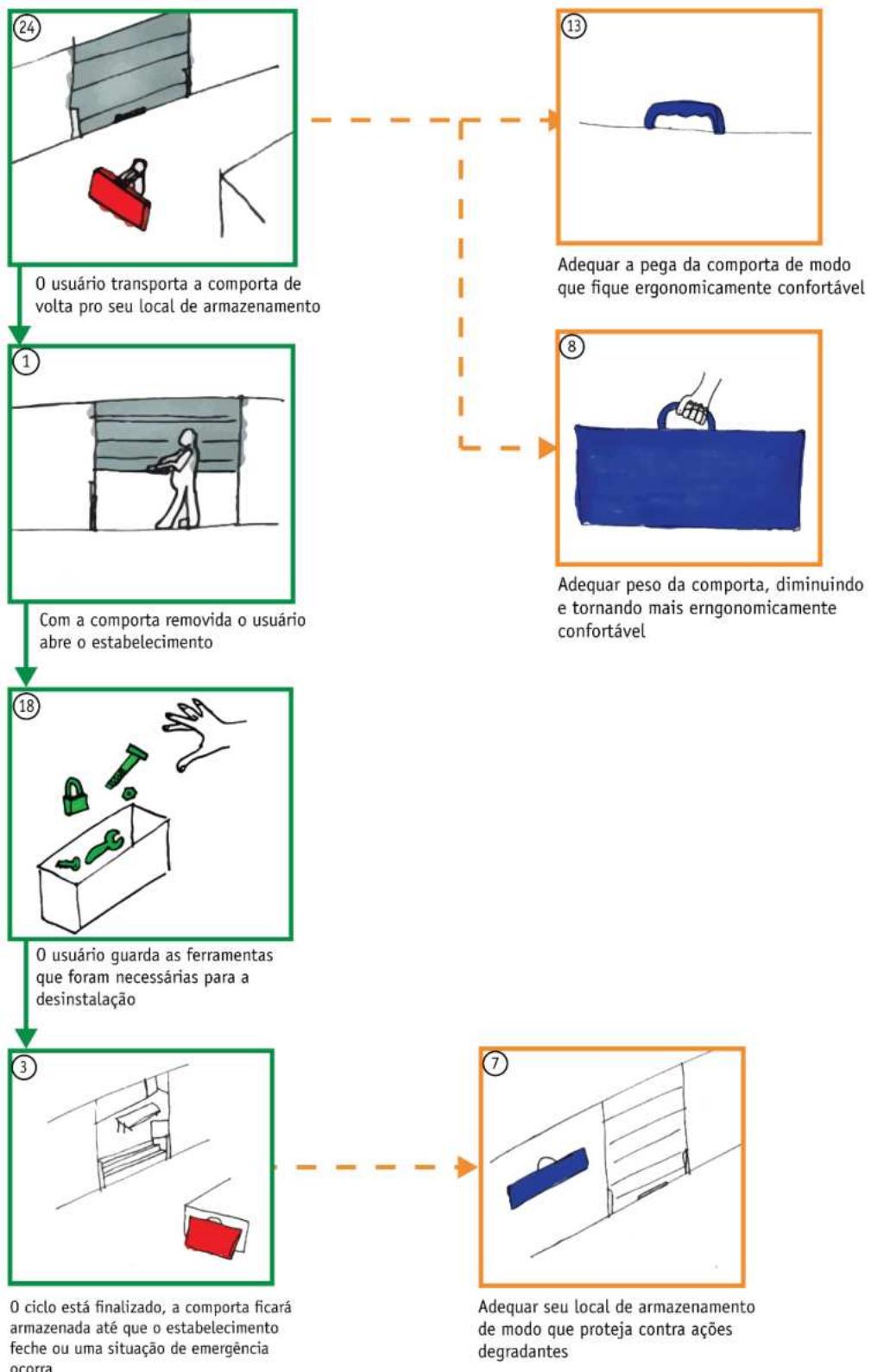


Figura 36 - Painel 07, análise da tarefa, caso 01. Fonte: elaboração própria.

Com isso, temos o final do ciclo do caso um e na sequência será observado o caso dois, que trata da instalação em situação de emergência, com a comporta sofrendo instalação externa.

Caso 02 – Instalação externa em situação de emergência

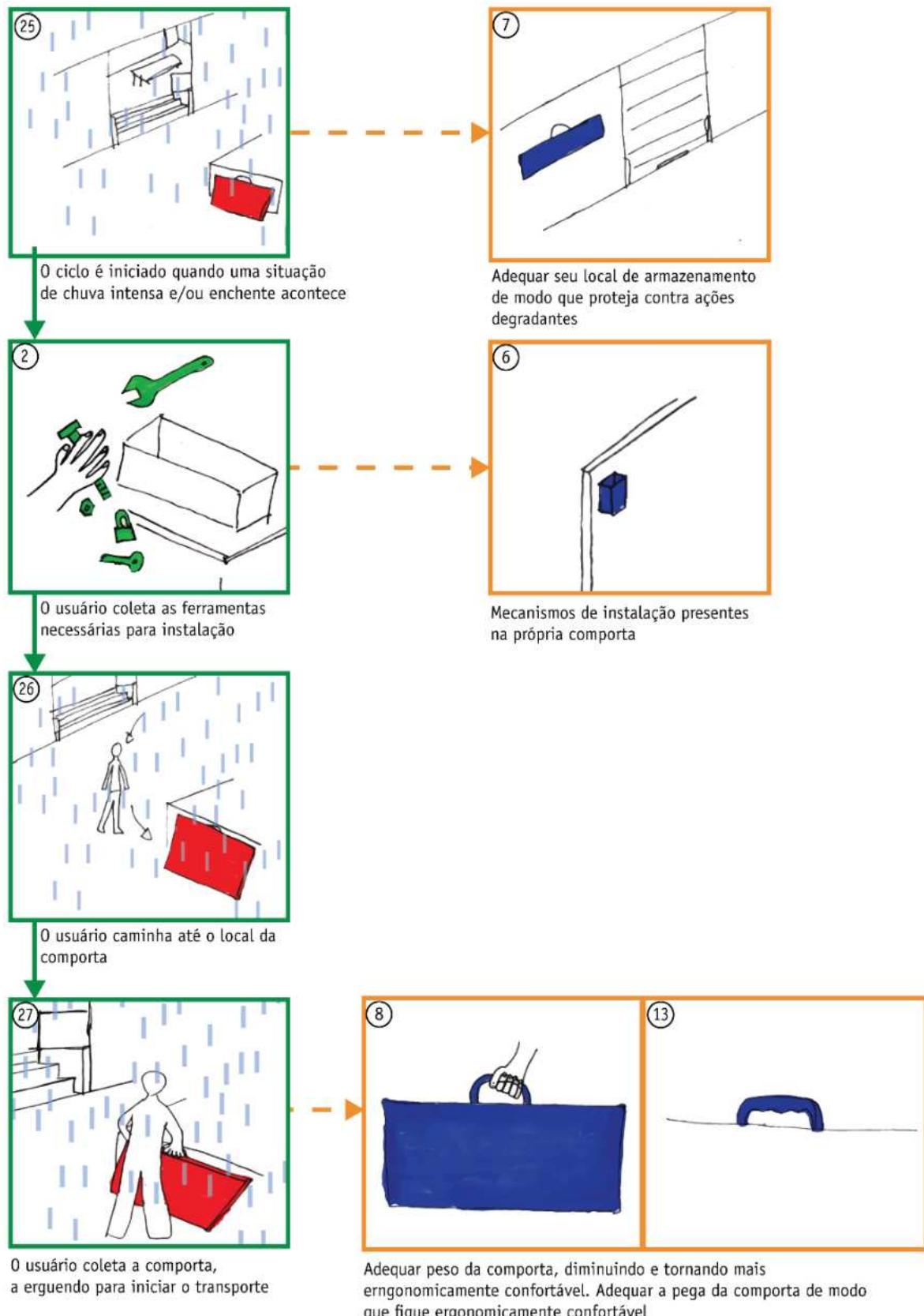


Figura 37 - Painel 01, análise da tarefa, caso 02. Fonte: elaboração própria.

O início do ciclo do caso 02 é dado por uma situação alarmante de chuva intensa com possibilidade de enchente, ou o próprio começo desse evento. As propostas de melhoria, nessa primeira parte, acontecem da mesma forma que foi apresentado no primeiro painel do caso 01.

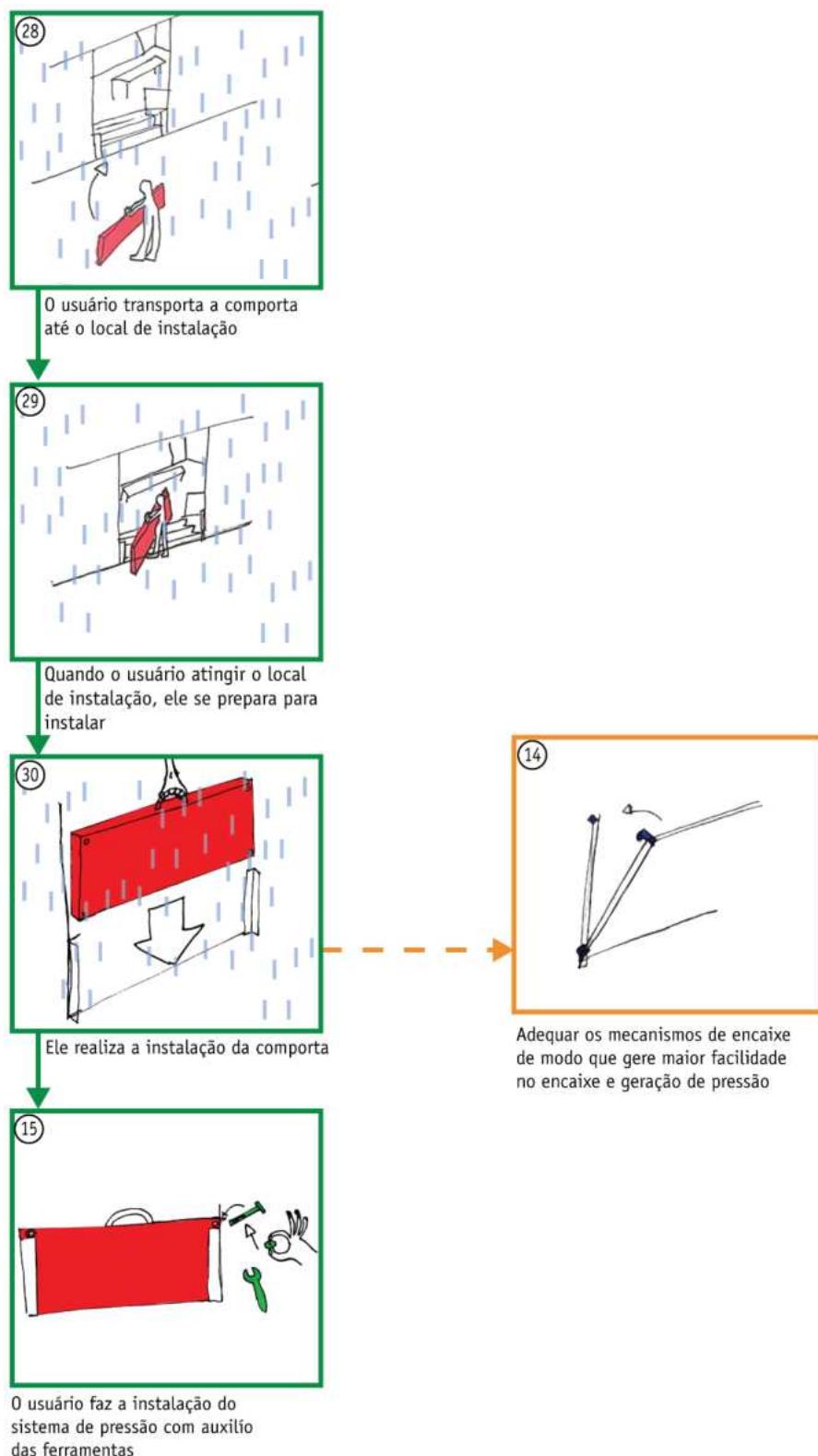


Figura 38 - Painel 02, análise da tarefa, caso 02. Fonte: elaboração própria.

O segundo painel ainda acontece de forma semelhante ao caso 01, com sua proposta de melhoria em cima de seu mecanismo de acionamento. Importante notar que aqui a agilidade na instalação é de suma importância, visto o perigo iminente.

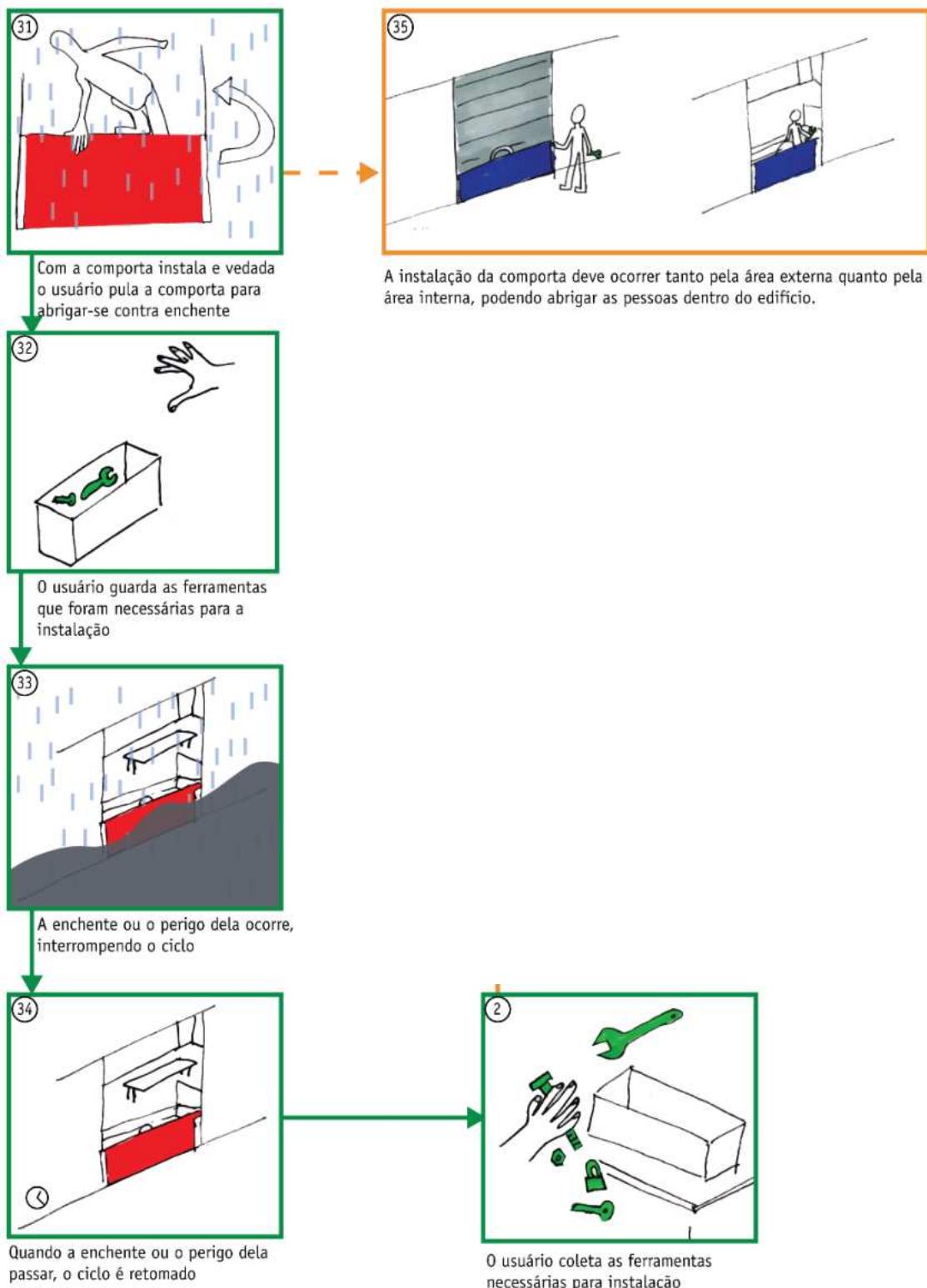


Figura 39 - Painel 03, análise da tarefa, caso 02. Fonte: elaboração própria.

Aqui é possível ver um fator que é fundamental e deve guiar o projeto. Como é visto no quadro 31, o usuário, uma vez que instala a comporta por fora, deve saltar sobre ela e ir para dentro do estabelecimento para buscar abrigo. Com isso, é necessário que a comporta seja instalada pelos dois lados, tanto externo quanto interno, dando um maior uso ao objeto e atendendo a diversas circunstâncias.

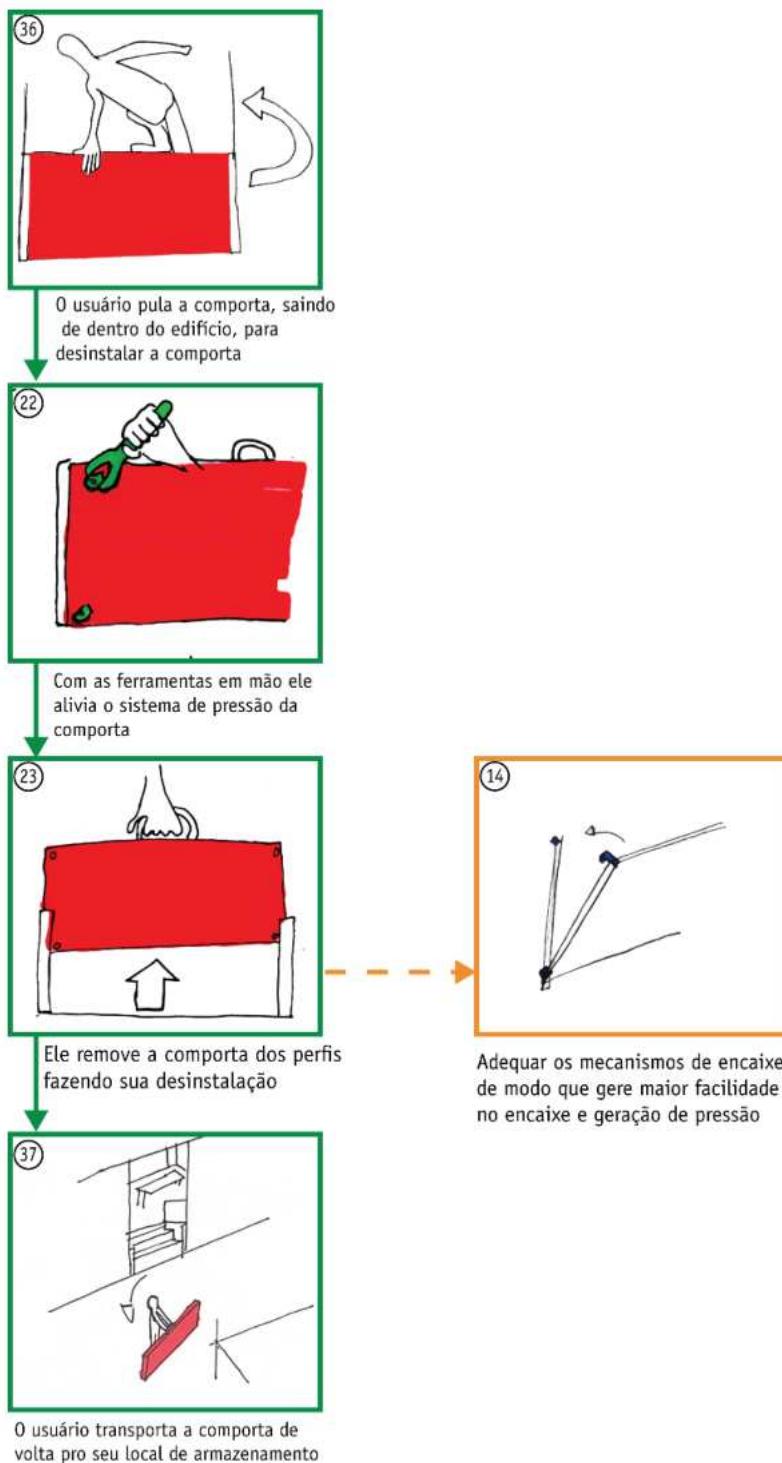


Figura 40 - Painel 04, análise da tarefa, caso 02. Fonte: elaboração própria.

No painel anterior é possível conferir que o usuário realiza a mesma ação de saltar sobre a comporta para poder sair do abrigo e prosseguir com a desinstalação do objeto.

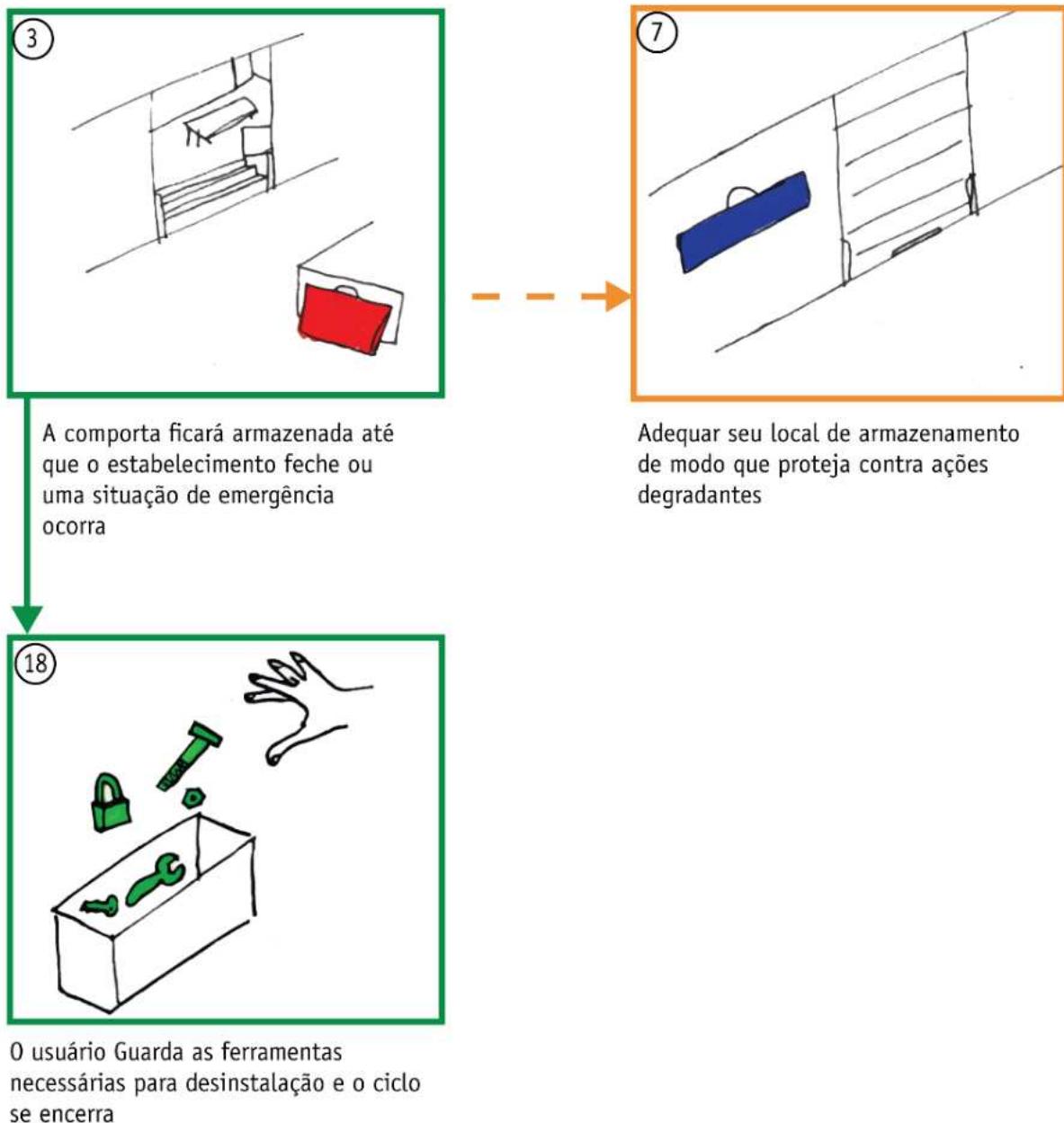


Figura 41 - Painel 05, análise da tarefa, caso 02. Fonte: elaboração própria.

Assim sendo, é encerrado o caso 2 da análise da tarefa. O próximo e último caso refere-se à instalação interna na situação emergencial, que é possível de se observar em algumas residências, mas sendo impraticável em estabelecimentos comerciais.

Caso 03 – Instalação interna em situação de emergência

O caso 3 inicia-se e acontece de forma bastante semelhante ao caso 02 e o momento em que ele se difere do caso anterior é no ponto de instalação, que é interna, fazendo com que o usuário não necessite saltar a comporta uma vez que seja instalada. Entretanto, fica impossível de usar esse método para os estabelecimentos comerciais, uma vez que eles são instalados diariamente, quando o estabelecimento é fechado.

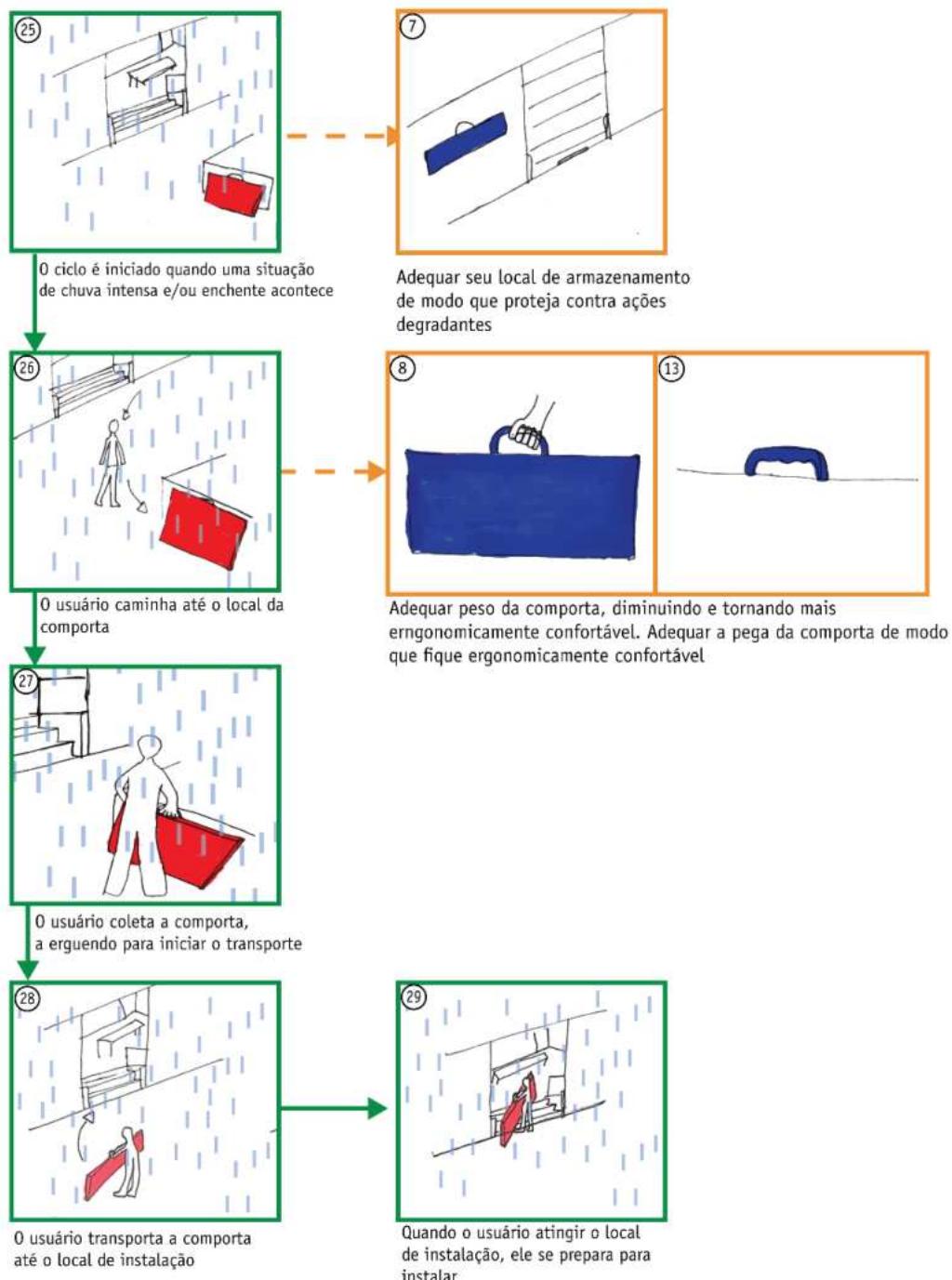


Figura 42 - Painel 01, análise da tarefa, caso 03. Fonte: elaboração própria.

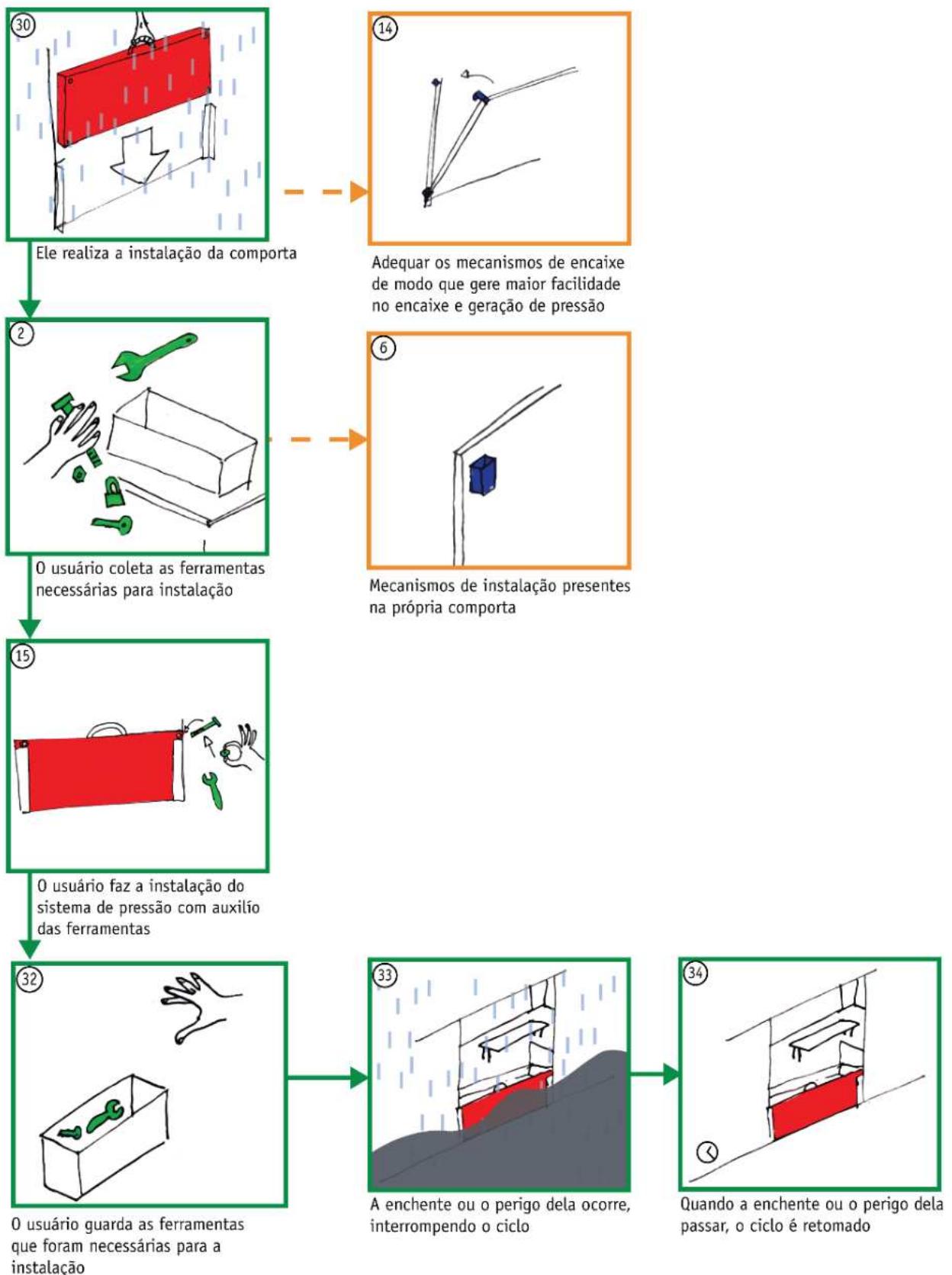


Figura 43 - Painel 02, análise da tarefa, caso 03. Fonte: elaboração própria.

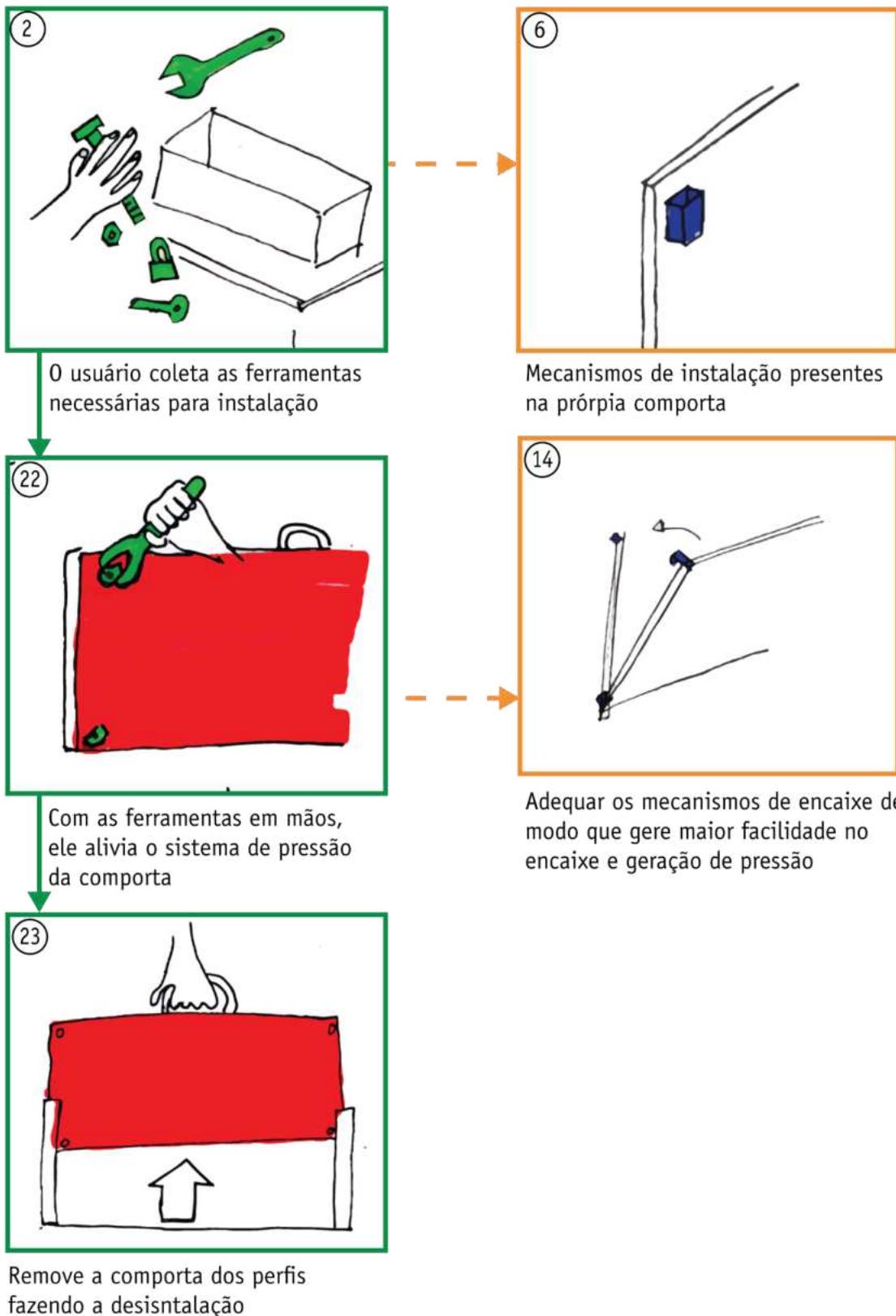


Figura 44 - Painel 03, análise da tarefa, caso 03. Fonte: elaboração própria.

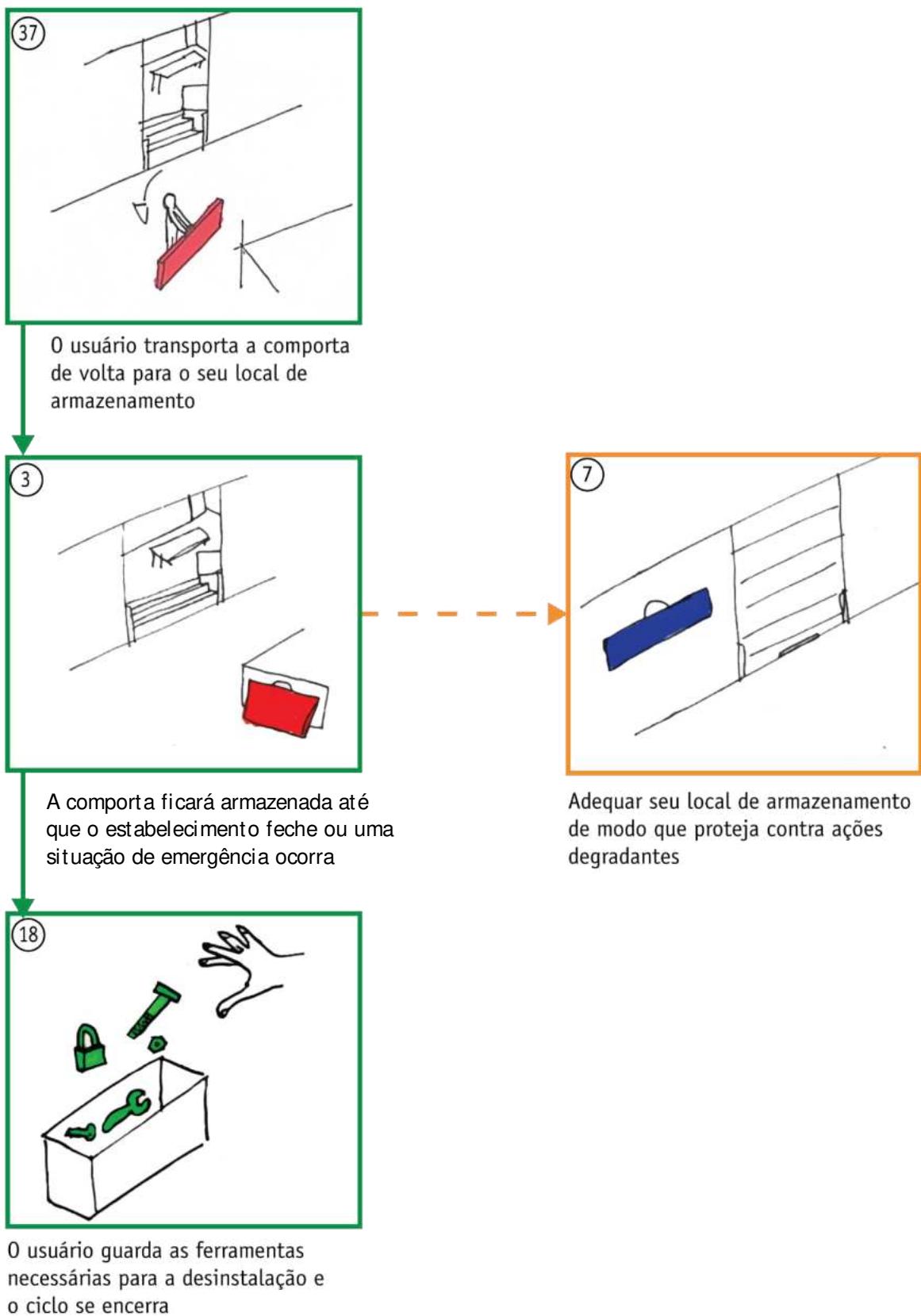


Figura 45 - Painel 04, análise da tarefa, caso 03. Fonte: elaboração própria.

A análise da tarefa é uma ferramenta importante para o reconhecimento de problemas e hábitos que podem ser melhorados por meio de produtos. Para a continuidade deste projeto, fatores como a instalação pelos dois lados devem ser levados em consideração para a comporta a ser projetada. O sistema antifurto também é de suma importância ao projeto, pois é uma necessidade de seu usuário, servindo como uma barreira a mais e auxiliando na proteção do edifício e dos bens no interior da loja. Como foi visto neste tópico, ter uma fechadura mais sofisticada, embutida, pode ser um rumo que este projeto pode tomar.

O sistema de pressão e vedação, como citado no começo deste relatório, é o que deve ser levado como fator principal para a realização do objetivo deste projeto. Portanto, é necessário promover uma forma mais sofisticada de geração de pressão, saindo do habitual aparafusamento. Desta forma diversos ganhos serão gerados, sendo o primeiro o tempo na instalação, reduzindo e muito o período dessa tarefa, o segundo é a quantidade de ferramental que é necessária, se no sistema de pressão tudo ficar contido na própria comporta, o processo inteiro será encurtado.

O armazenamento também é um ponto a ser melhorado, pois, como vimos, as comportas ficam nas calçadas, recebendo desgastes de diversas fontes. Adequar o armazenamento causará na comporta uma durabilidade maior, não possuindo pontos de oxidação e fragilidades no sistema. A alça é outro componente a ser pensado melhor, por conta do peso da comporta, deve-se ajustar de forma que fique ergonomicamente confortável para transporte e instalação do objeto.

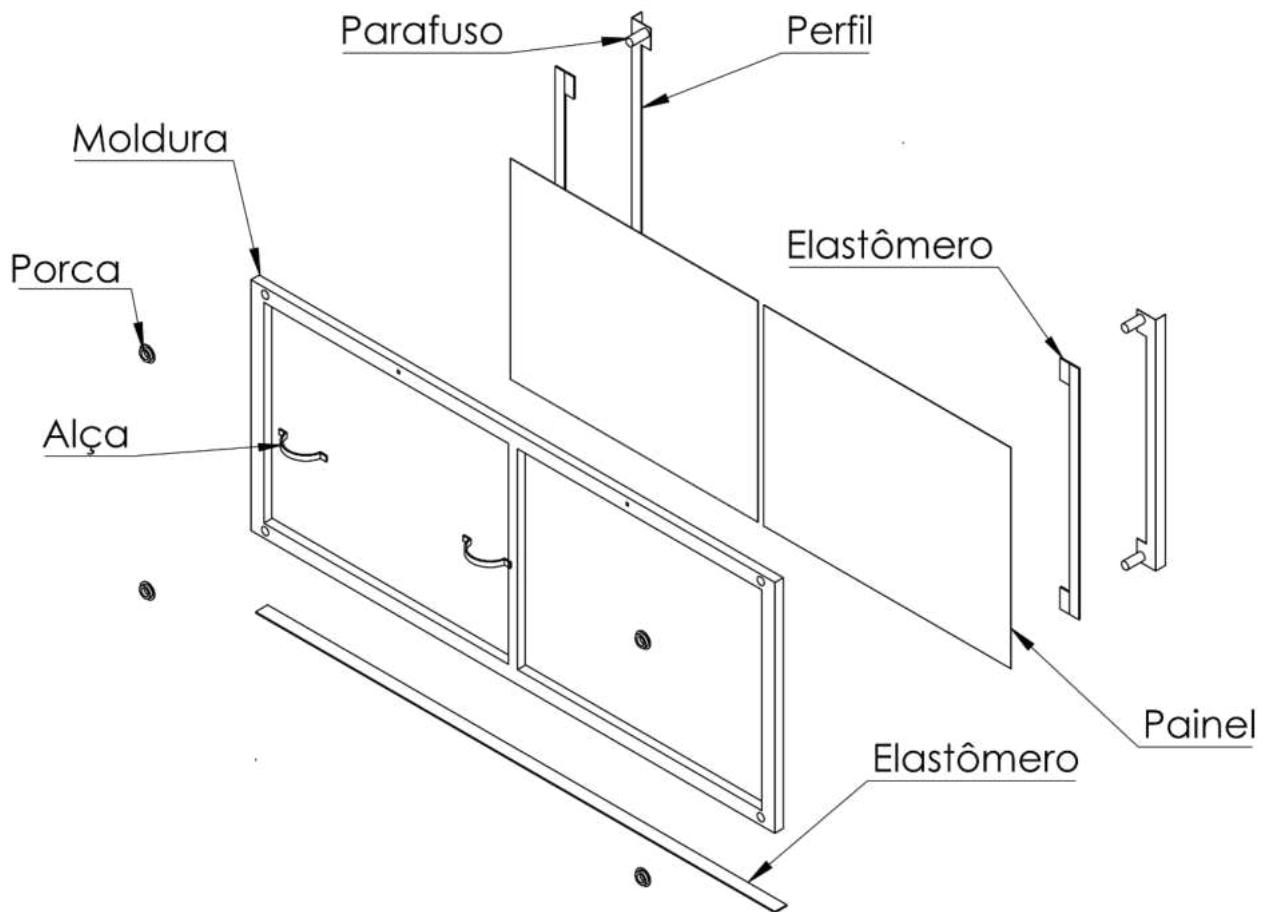
Por fim, o próprio peso da comporta deverá sofrer adaptação, seja projetando uma estrutura que gere leveza e resistência, ou trocando seu material. O peso elevado dificulta o posicionamento da comporta nos parafusos guia da instalação, tendo que o usuário a levantar e posicionar nos quatro pontos simultaneamente.

Todas as propostas de melhorias devem ser melhor aprofundadas para a geração de lista de requisitos, ao final deste capítulo.

2.2.3 – Análise estrutural

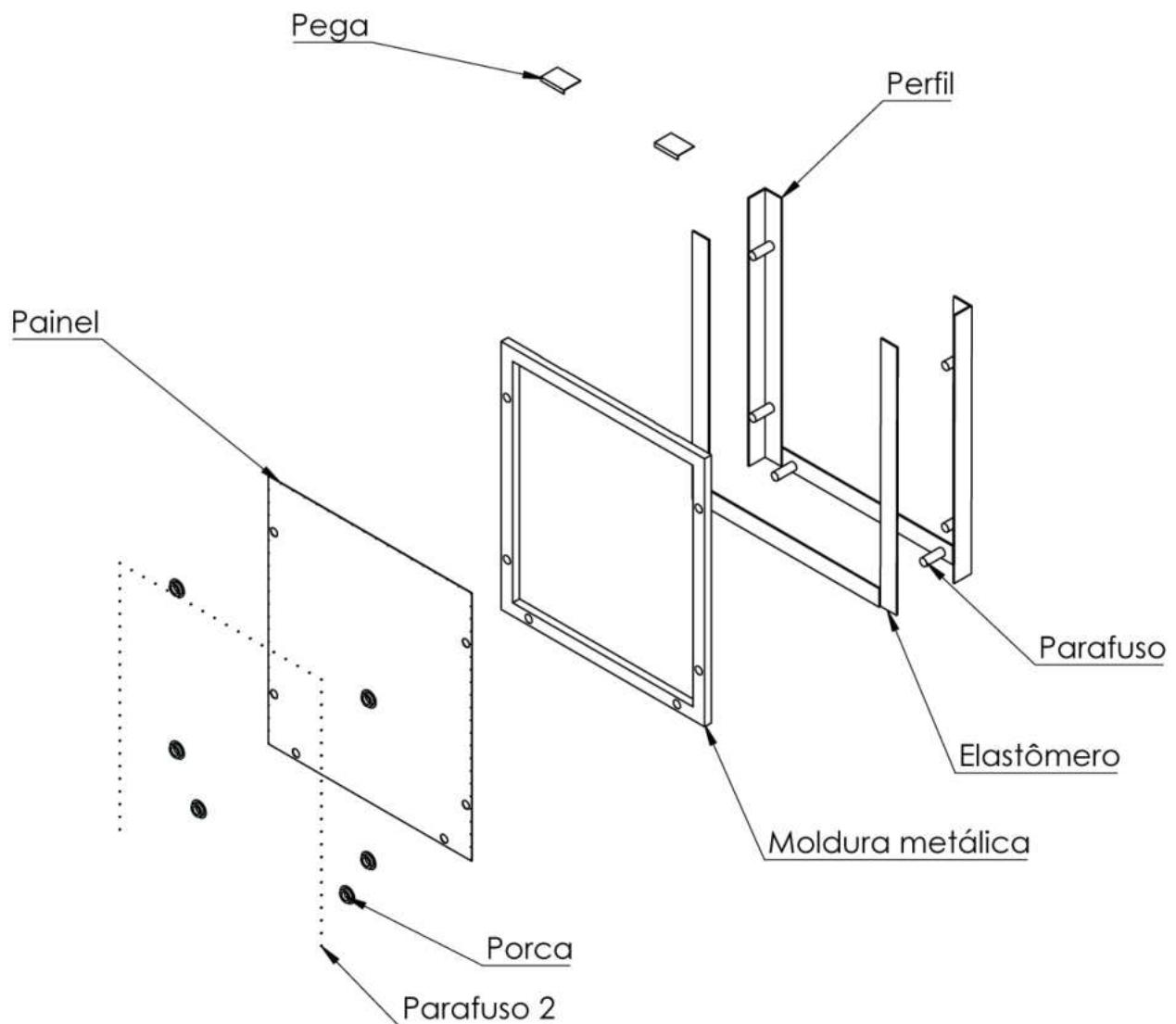
A análise estrutural permite reconhecer e compreender os componentes e suas quantidades, subsistemas, montagem, conexões e tipos do produto estudado. Foram desenvolvidas vistas em perspectiva explodida, contendo as comportas observadas na pesquisa de campo, ilustrando os componentes importantes que fazem parte destes objetos. As comportas analisadas foram inspecionadas de perto, com debates com os lojistas e comerciantes.

Caso 01



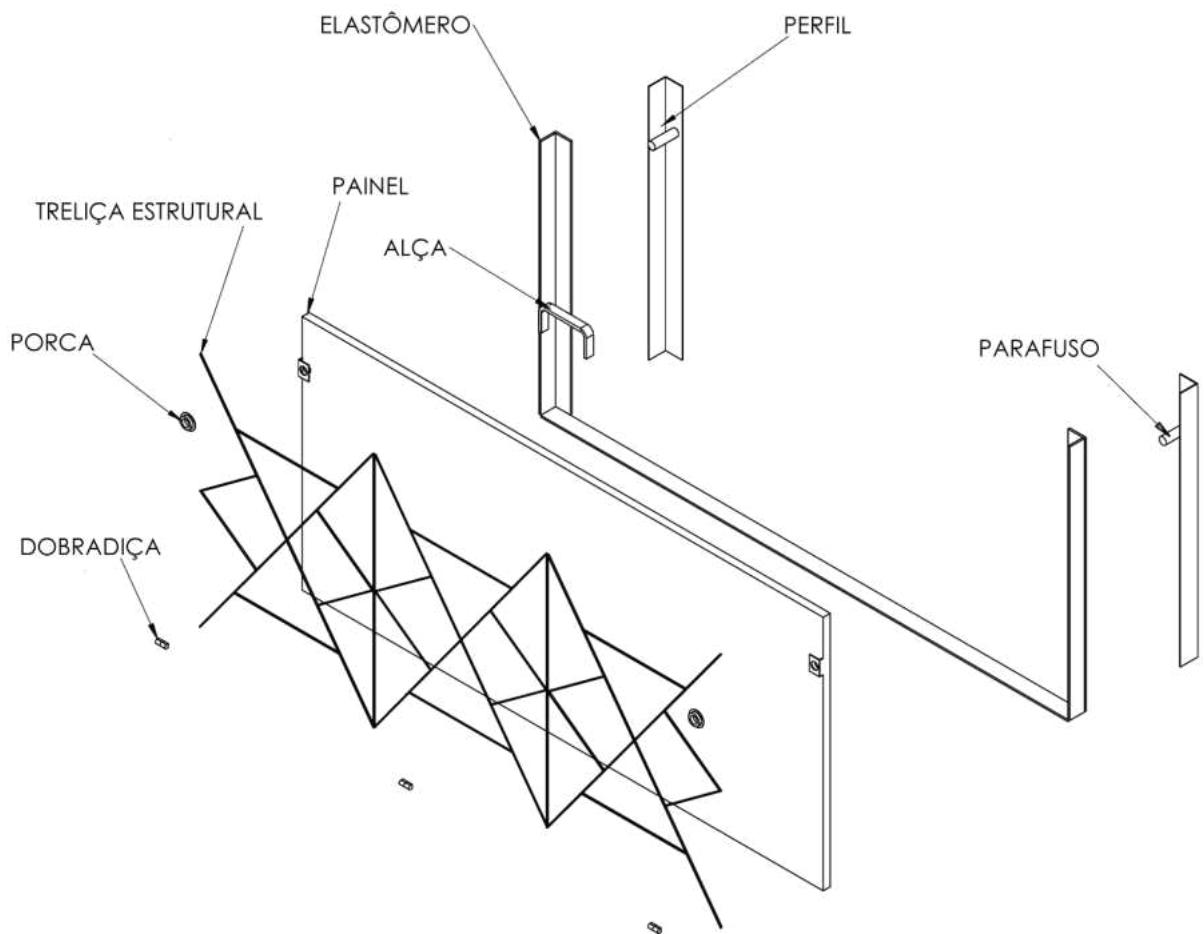
Porca	4 Porcas sextavadas realizam a pressão horizontal em conjunto dos parafusos
Alça	2 Alças para transporte, soldada na moldura
Moldura	1 Moldura metálica para estruturação interna da comporta
Elastômero	3 Partes de elastômero, sendo 1 inferior e duas na parte traseira da moldura, fixados nos perfis e no chão
Parafuso	4 Parafusos fixos por soldagem nos perfis na parede para realizar a pressão horizontal em conjunto das porcas
Perfil	2 Perfis fixados a parede com parafusos, para ancoragem da comporta
Painel	2 Painéis soldados na moldura para envolver a estrutura

Caso 02



Painel	1 Painel para revestir a estrutura
Pega	2 Pega em formato de perfil em L para transporte
Perfil	2 Perfis em L e 1 barra chata para ancoragem da comporta
Parafuso	6 Parafusos para encaixe da comporta e geração de pressão
Elastômero	3 Peças de elastômero para compressão e vedação
Moldura	1 Moldura metálica em perfil tubular de seção retangular para estruturação da comporta
Porca	6 Porcas sextavadas para geração de pressão
Parafuso 2	Diversos parafusos instalados para unir o painel na estrutura

Caso 03



Treliça estrutural	1 Treliça feita com barra chata, soldada no painel para estruturar a comporta
Painel	1 Painel para gerar estanqueidade, pressionando os elastômeros
Alça	1 Alça para transporte e manuseio
Elastômero	3 Peças de elastômero para gerar compressão e estanqueidade
Perfil	2 Perfis para ancoragem da comporta
Parafuso	2 Parafusos para encaixe da comporta
Dobradiça	3 Dobradiças para levantar a comporta e posicioná-la
Porcas	2 Porcas sextavadas para gerar pressão

Todas as imagens da análise estrutural são de elaboração própria.

A análise estrutural permitiu observar alguns padrões, sobretudo de como sustentar a comporta, pois em todos os três casos analisados, é importante o uso de uma estrutura para receber a carga que a água fará. Portanto, projetar uma estrutura que suporte essa carga é primordial para o produto a ser concebido. A posição dos elastômeros, assim como falado previamente, é problemática. Uma alça que facilite o uso e manuseio do objeto também deve ser privilegiada, sobretudo pelo seu alto peso. Um outro fator muito relevante é o sistema de pressão, ainda que rudimentar, através de parafusos e chaves de boca, é necessário adequar no projeto um sistema que pressione os elastômeros fazendo a vedação do sistema, gerando estanqueidade.

2.3 – Conclusão da pesquisa e lista de requisitos

Ao longo deste capítulo foi possível entender melhor o objeto que será projetado. A pesquisa de campo parametrizou pontos que devem ser levados em consideração no projeto. Questões como peso elevado, fatores ergonômicos e até mesmo o próprio funcionamento do objeto. A análise de similares possibilitou uma compreensão maior do objeto, indicando caminhos de materialidade, formas e mecanismos que podem ser usados como referência futura.

A análise da tarefa também foi um ponto bastante crucial para o projeto, apontando diversos pontos de melhoria, como a alça de transporte, que deve ser adequada ao objeto e seu peso. Conter mecanismos pertencentes ao produto também se faz necessário, uma vez que agiliza o processo e diminui as chances de perder objetos diminutos. A instalação pelo lado externo e interno da comporta, algo que deve ser priorizado, também foi um ponto fundamental indicado por esta análise.

Por fim, a análise estrutural sugeriu caminhos quanto a sustentação, apontando que essa é uma temática relevante e que estudos mais aprofundados sobre deverão ser feitos. As possibilidades de componentes também foram classificadas nesta análise, o que é um ponto considerável no projeto.

Portanto, como síntese, é gerado uma lista de requisitos que guiará o próximo capítulo, sobre a concepção do projeto. Essa lista foi baseada no que foi encontrado de positivo e negativo ao longo deste capítulo. A lista, se faz assim, então:

Lista de requisitos

- A comporta deverá conter mecanismos de instalação mais ágeis e práticos;
- A comporta deverá conter sistema de pressão gerando a esmagação da borracha e vedação;
- Ser leve e de fácil manuseio, com foco em melhoramento na ergonomia;

- Facilidade no armazenamento;
- Possibilidade de instalação pelo lado externo e interno;
- Conter sistema antifurto;
- Projetar uma comporta para os dois casos, comercial e residencial;
- Mecanismos presentes na própria comporta, sem ferramental externo.

Capítulo 3

Conceituação do projeto

3 – Conceituação

A etapa de geração de alternativas é o processo de concepção do projeto, alcançando ao final deste capítulo o produto a ser projetado.

Para a concepção é preciso alinhar as comportas e todos os dados apresentados ao longo do capítulo 2 com um painel de referências visuais, para se obter orientações para conceber o produto. Essa atividade de observação é fundamental e auxilia na criação formal do objeto, o item 3.1.

3.1 – Painel de referências visuais

Conforme as análises de similares, da pesquisa de campo, da tarefa e estrutura feitas anteriormente, diversos materiais e características comuns foram encontradas nos produtos estudados. A etapa inicial da fase conceptiva começa com a criação de um painel semântico, com a finalidade de obter referências visuais, formas, estéticas, materiais, soluções existentes e atividades que se tornam orientações para o produto a ser concebido.



Figura 47 - Perfis de metal anodizado, por Magecolor.

Fonte: <http://www.magecolor.com.br/>



Figura 46 - Tubos de metal anodizado, parte 01, por Northplating. Fonte: <https://northplating.com/>



Figura 49 - Peças de metal anodizado, por PFT World. Fonte: <https://pt.pft-cncmachining.com/cnc-machining/turn-mill-compound/turning-milling-in-cnc-machining.html>



Figura 48 - Tubos de metal anodizado, parte 02, por Channel Metal. Fonte: <https://pt.metallicpipe.com/aluminium-tubing/aluminium-round-tubing/anodized-aluminium-tube.html>



Figura 51 - Produtos com embalagem em alumínio anodizado, por Webpackaging. Fonte: <https://www.webpackaging.com/en/portals/anomatic/assets/13566979/decorations-that-differentiate-anomatic-offers-metalized-anodized-aluminum/>



Figura 50 - Fachada com painéis de ACM, parte 01, por AECweb. Fonte: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/saiba-como-especificar-paineis-de-acm-para-fachadas-comerciais/18938>

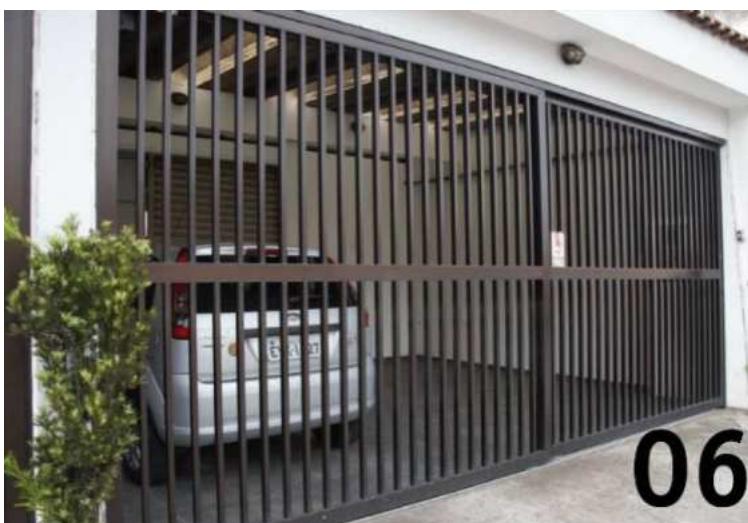


Figura 52 - Portão de alumínio anodizado, por Alframe. Fonte: <http://www.alframe.com.br/esquadria-de-aluminio/portao-de-aluminio/portao-de-aluminio-de-correr/portao-de-aluminio-bronze-preco-em-itupeva>



Figura 53 - Fachada com painéis de ACM, parte 02, por Décor Fácil. Fonte: <https://www.decorfacil.com/fachada-em-acm/>



Figura 55 - Fachada com painéis de ACM, parte 03, por AEQweb. Fonte: <https://www.aecweb.com.br/re vista/materias/paineis-de-acm-podem-ser-utilizados-na-fachada-de-diversos-tipos-de-edificio/17968>



Figura 54 - Fachada com painéis de ACM, parte 05, por Bold. Fonte: <https://institucional.bold.net/solucao/construcao-civil/revestimentos-de-acm/>

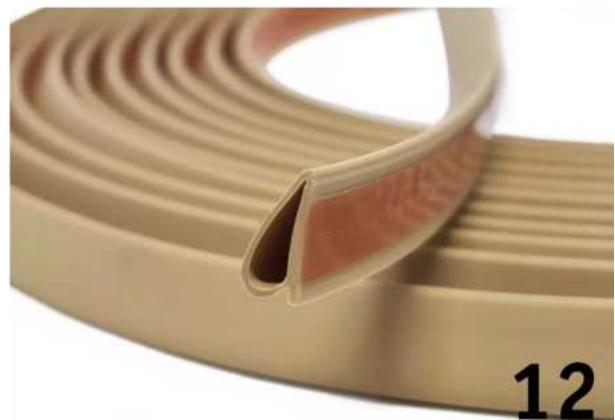


Figura 57 - Elastômero de vedação de carro, parte 01, por Amazon. Fonte: <https://www.amazon.com.br/universal-intemp%C3%A9ries-para-brisa-acabamento-decapagem/dp/B09BNGJL8Z?th=1>



Figura 56 - Fachada com painéis de ACM, parte 04, por Décor Fácil. Fonte: <https://www.decorfacil.com/fachada-em-acm/>



Figura 59 - Porta de ACM lisa, por Gralha Azul. Fonte: <https://portasemadeirasgralhaazul.com.br/produto/porta-de-acm/>



Figura 58 - Elastômero de vedação de carro, parte 02, por Manneflon. Fonte: <http://www.manneflon.com.br/cuide-da-vedacao-do-seu-carro>



Figura 61 - Elastômero de Vedação de portas, por Mercado Livre. Fonte: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1712371048-borracha-para-porta-de-madeira-vedaco-20-metros-adesiva-_JM?



Figura 60 - Perfis variados de elastômeros, por Borrachas Cambuci. Fonte: <https://www.borrachascambuci.com.br/p/perfil-de-borracha>



17

Figura 62 - Tecido impermeável, parte 01, por Unika Clean. Fonte: <https://limpeza.unikaclean.com.br/limpeza-de-sofas/limpeza-de-sofa-de-couro/qual-o-valor-de-limpeza-de-sofa-e-impermeabilizacao-bonsucesso>



18

Figura 63 - Elastômero de vedação de janelas, por Amazon. Fonet: <https://www.amazon.com.br/Housoutil-Calafetagem-Borracha-Intemp%C3%A9ries-Isolamento/dp/B0CHLMWS4X>



19

Figura 64 - Tecido impermeável, parte 02, por Stylo Urbano. Fonte: <https://www.stylourbano.com.br/aquavent-novo-acabamento-hidrofobico-ecologico-e-sem-agua-para-roupas-e-calca-dos/>

3.1.1 – Conclusão do painel de referências visuais

A coletânea de imagens mostrada nas últimas páginas serão as bases para o item 3.2 de geração e desenvolvimento de alternativas, ficando clara a importância de conceber um produto que, além de resolver o problema apresentado, também insira costumes, materiais, e formas que estejam alinhadas com a necessidade do projeto. Seguindo esse raciocínio, diversas observações foram feitas, guiando o desenho das alternativas de forma visual com conclusões e discussões levantadas durante a pesquisa e toda a conceituação.

3.2 – Desenvolvimento de alternativas

A partir do painel semântico, conceituação e da intensa pesquisa realizada no capítulo dois, uma série de alternativas foram geradas, com sketches manuais, inicialmente de forma mais branda. O desenvolvimento deste item realizou-se em 2 etapas. Em um primeiro momento, diversos sketches de conceitos formais tentavam dar um foco ao projeto, ainda sem formalidades e detalhamentos aprofundados. Esses desenhos tinham por objetivo pavimentar o caminho de formas que possibilitassem a resolução da problemática encontrada.

Com base nessas formas preliminares foi feito uma seleção das alternativas consideradas mais promissoras, objetivando aprofundar detalhamentos, adicionando vistas e modelagens 3D para uma melhor compreensão do produto desenhado, sendo essa a Etapa 02. Na figura 65 inicia-se o desenvolvimento de alternativas, com um modelo expansível lateralmente, utilizando de manípulos para gerar pressão vertical.

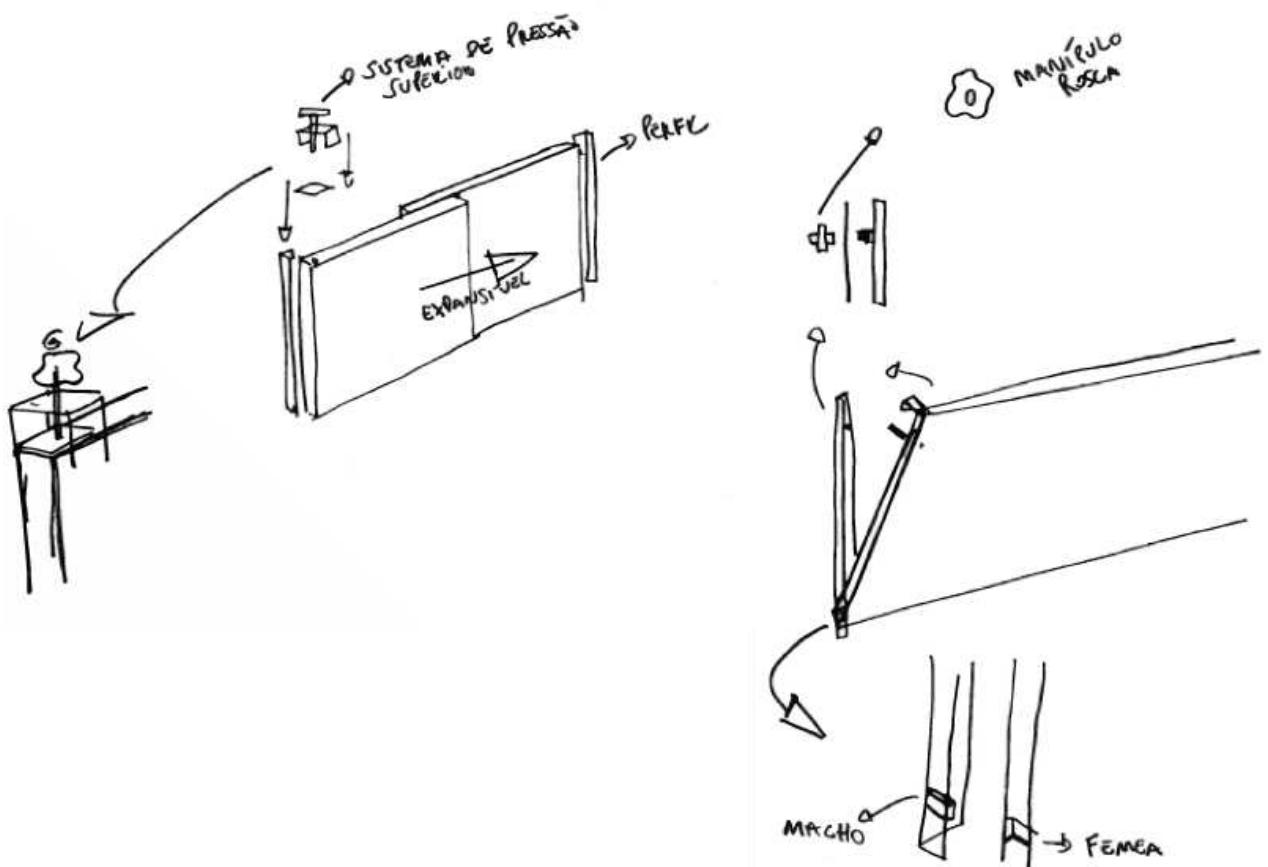


Figura 65 - Sketches da Etapa 01, parte 01. Fonte: Elaboração própria.

Na figura 66 iniciou-se uma exploração com a possibilidade de usar lonas, de forma preliminar. Uma alça removível também foi pensada, bem como o embutimento de uma fechadura. O encaixe macho e fêmea de forma lateral possibilitaria a comporta de ser instalada de forma externa e interna. A pressão ainda é gerada através de manípulos, de forma frontal a comporta.

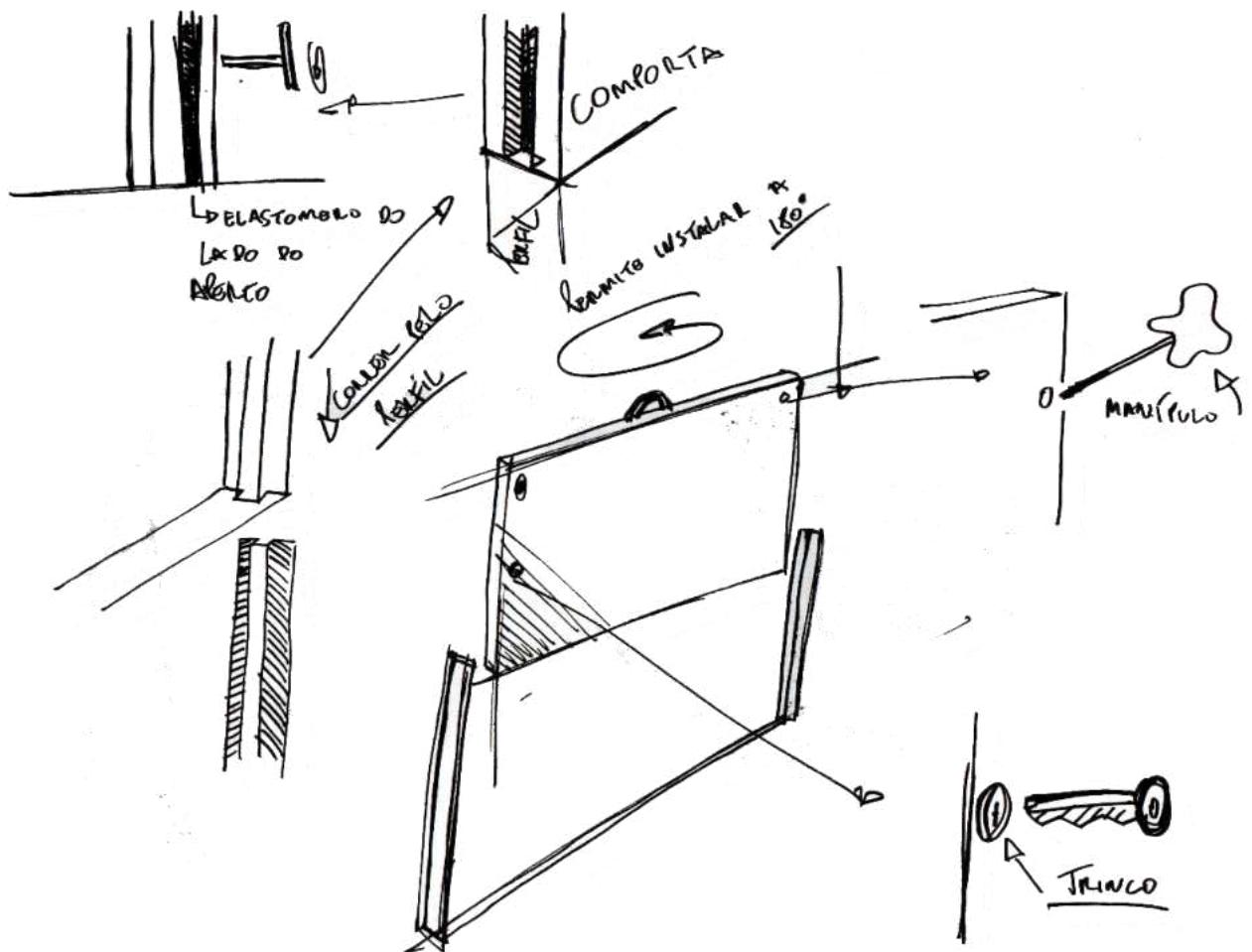


Figura 66 - Sketches da Etapa 01, parte 02. Fonte: Elaboração própria.

Na figura 67 temos a continuidade do desenvolvimento por encaixe macho e fêmea. Um sistema removível com manípulos também foi pensado e a comporta seria composta de painéis encaixados verticalmente. O elastômero vai preso nas laterais e parte inferior da comporta.

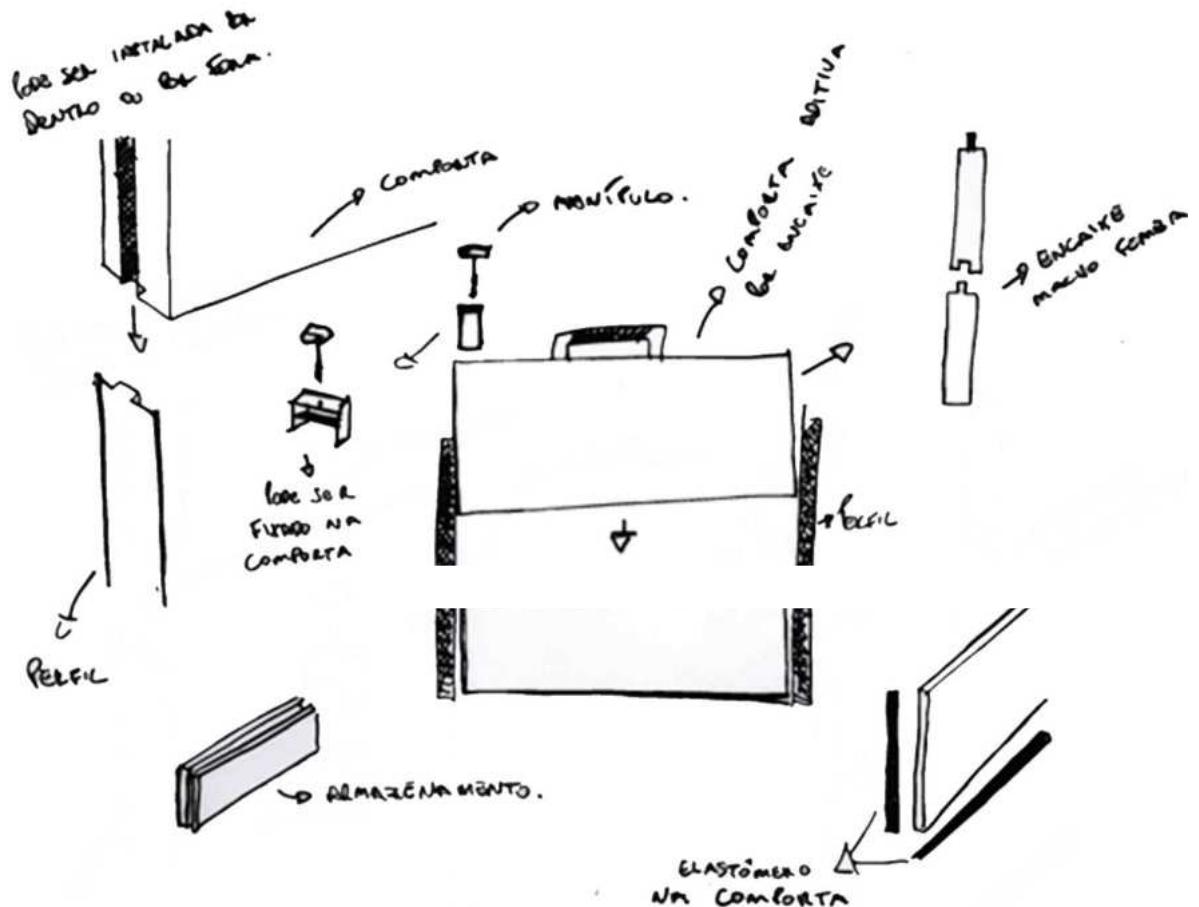


Figura 67 - Sketches da Etapa 01, parte 03. Fonte: Elaboração própria.

Na figura 68 temos a continuidade do desenvolvimento com lonas, pensando numa forma de enrolar a lona, diminuindo o tamanho da comporta para armazená-la facilmente. Uma barra foi pensada para ser inserida na parte inferior da comporta, de modo que faça a vedação junto ao chão.

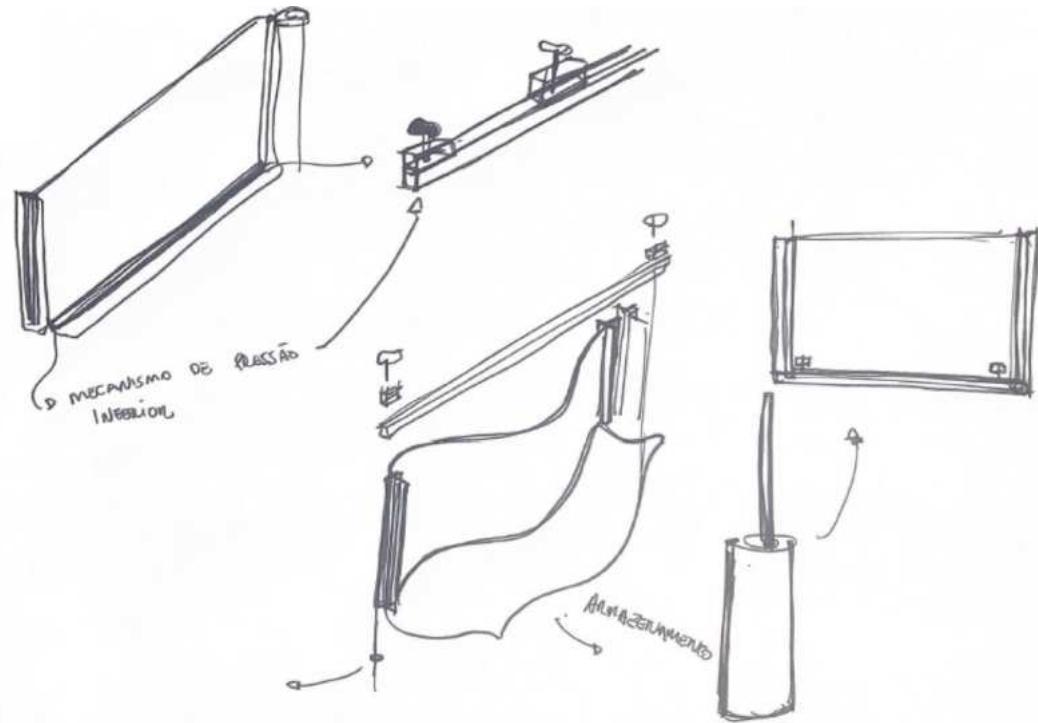


Figura 68 - Sketches da Etapa 01, parte 04. Fonte: Elaboração própria.

Na figura 69 foi pensado em como estruturar a lona, de forma semelhante a uma piscina do mesmo material.

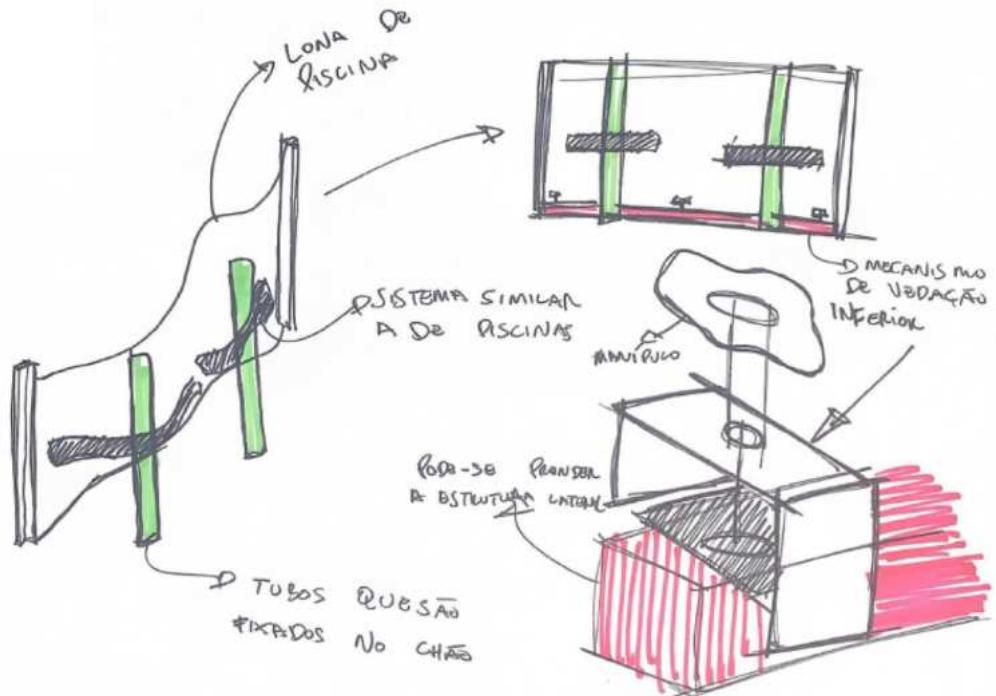


Figura 69 - Sketches da Etapa 01, parte 05. Fonte: Elaboração própria.

Na figura 70 vemos a continuação do desenvolvimento da comporta feita de metal e dobradiças, adicionando agora uma moldura estrutural. Uma forma de dobrar a comporta, através de dobradiças foi pensada.

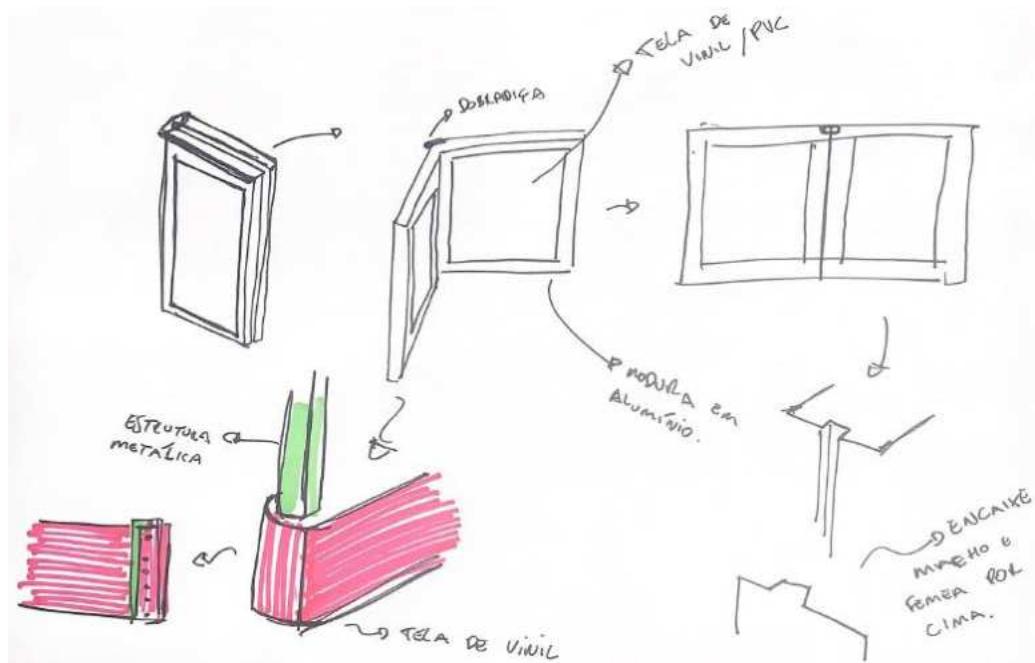


Figura 70 - Sketches da Etapa 01, parte 06. Fonte: Elaboração própria.

Na figura 71 vemos um novo desenvolvimento, com um perfil instalado junto ao chão, no momento da instalação da comporta, para fazer pressão com um grampo ou sargentito.

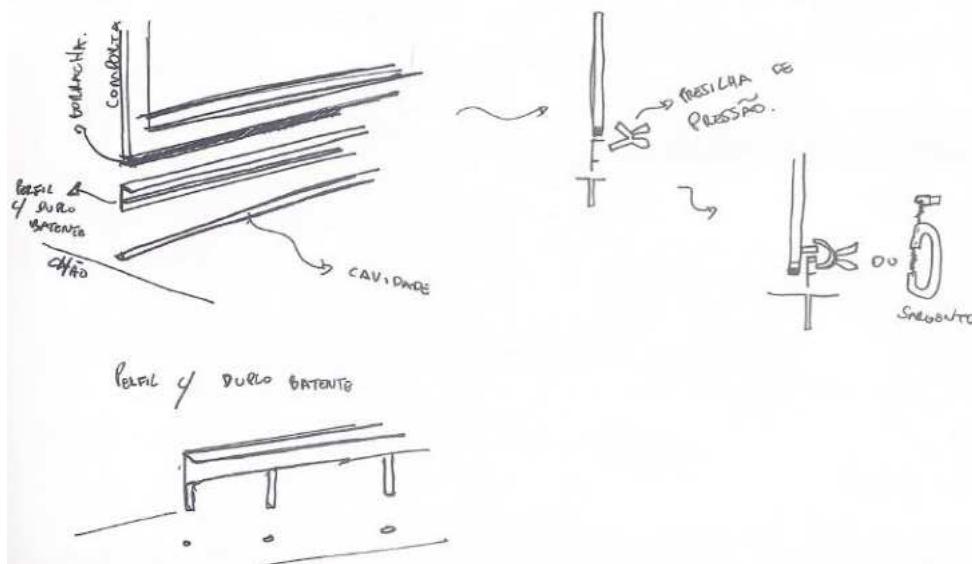


Figura 71 - Sketches da Etapa 01, parte 07. Fonte: Elaboração própria.

Na figura 72 vemos um desenvolvimento do perfil que vai junto a parede, de modo que adeque e gere menos componentes do que a alternativas anteriores. Um outro meio pensado foi de acoplar uma chapa para poder inserir os sargentos e grampos.

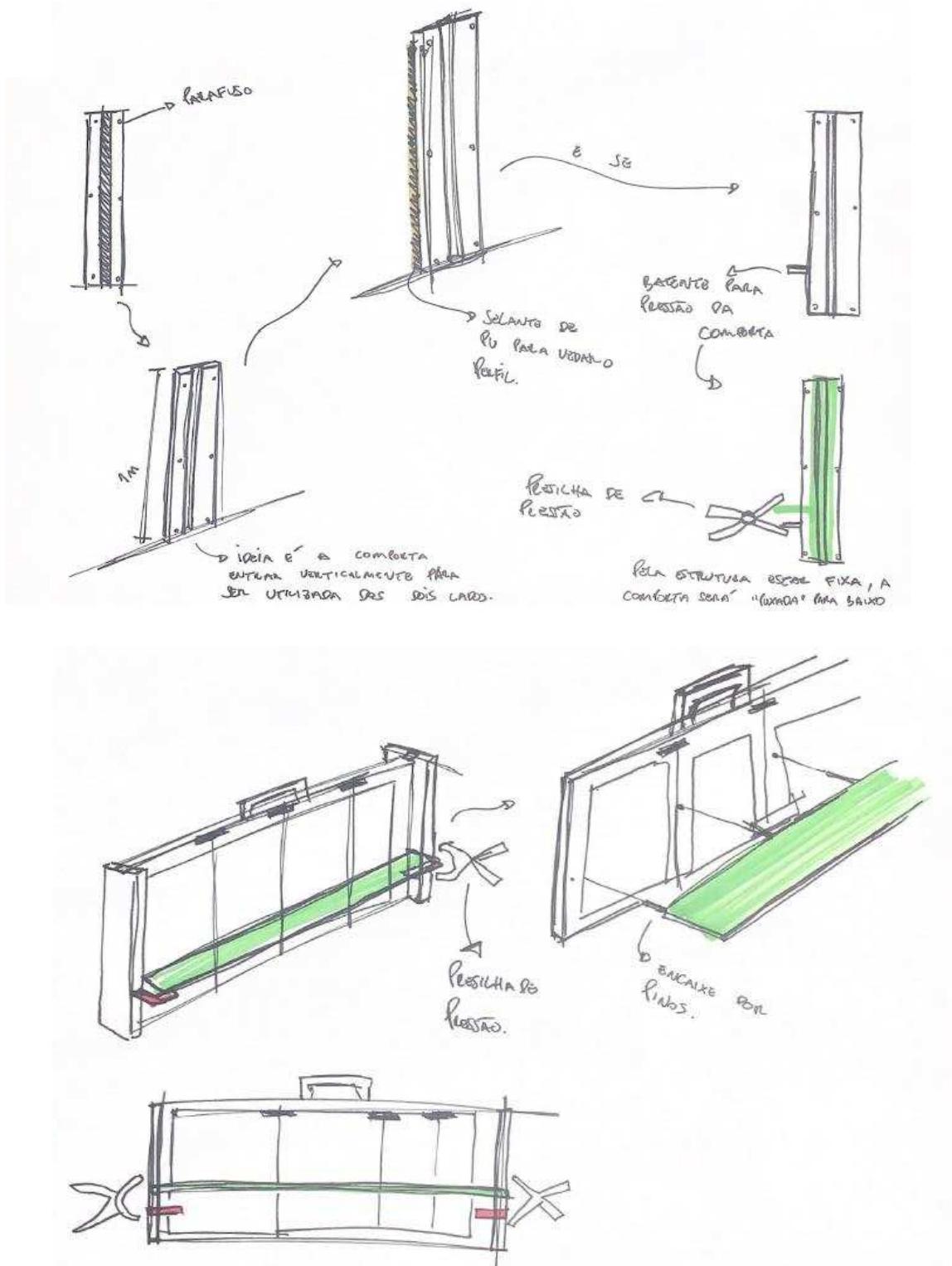


Figura 72 - Sketches da Etapa 01, parte 08. Fonte: Elaboração própria.

A figura 73 desenvolve o sistema de pressão com base em manípulos e uma barra rosqueada que transpassa a comporta inteira em seu eixo vertical. Essa barra é rosqueada num furo junto ao chão, e quando acionada gera pressão vertical na comporta. Foi pensado o mesmo sistema para a comporta tanto de metal quanto de lona.

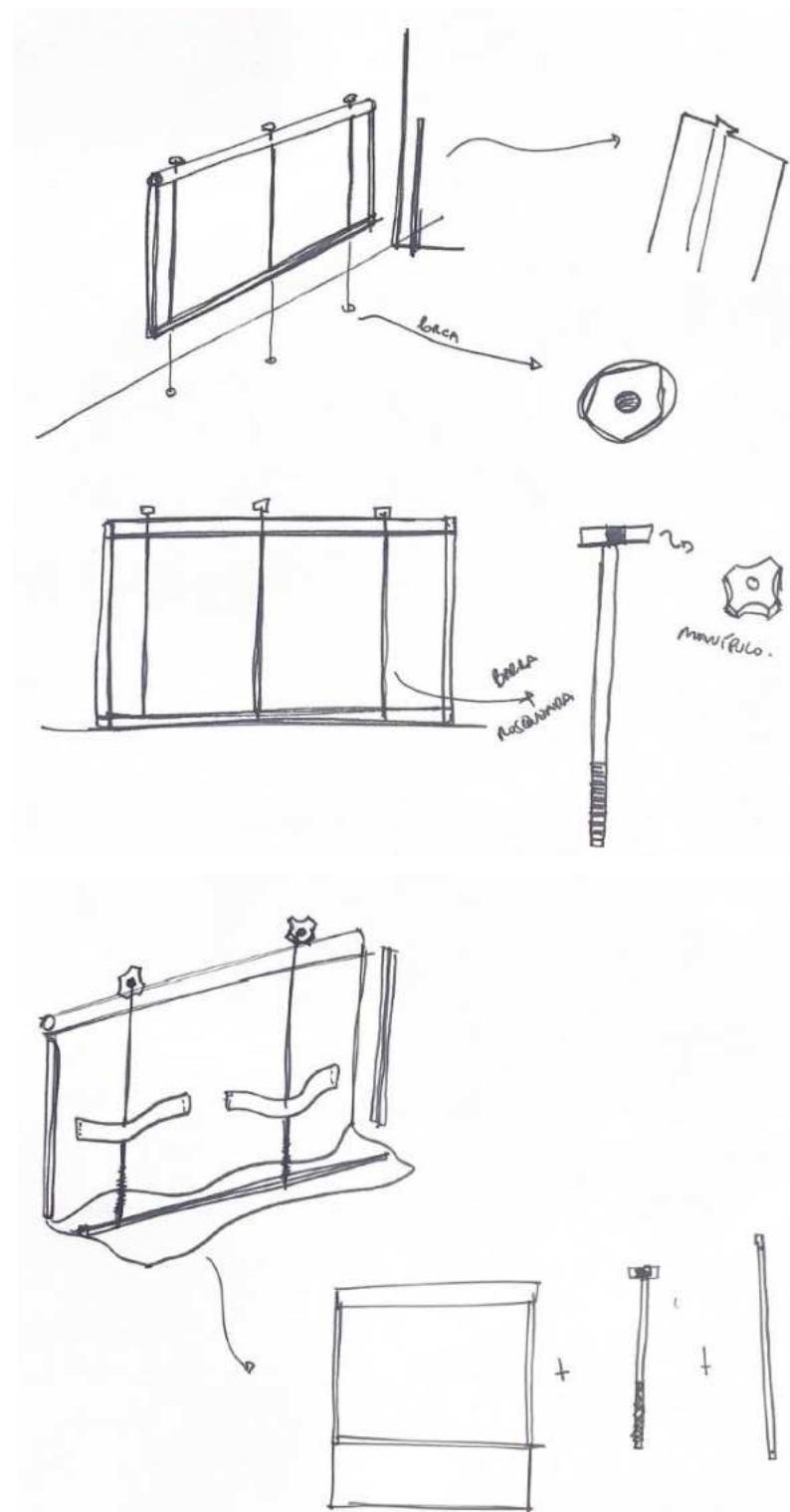


Figura 73 - Sketches da Etapa 01, parte 09. Fonte: Elaboração própria.

Na figura 74 vemos uma evolução da alternativa da figura 73, com manípulos e barras rosqueadas pegando nas laterais da comporta também, a comporta é expansível lateralmente.

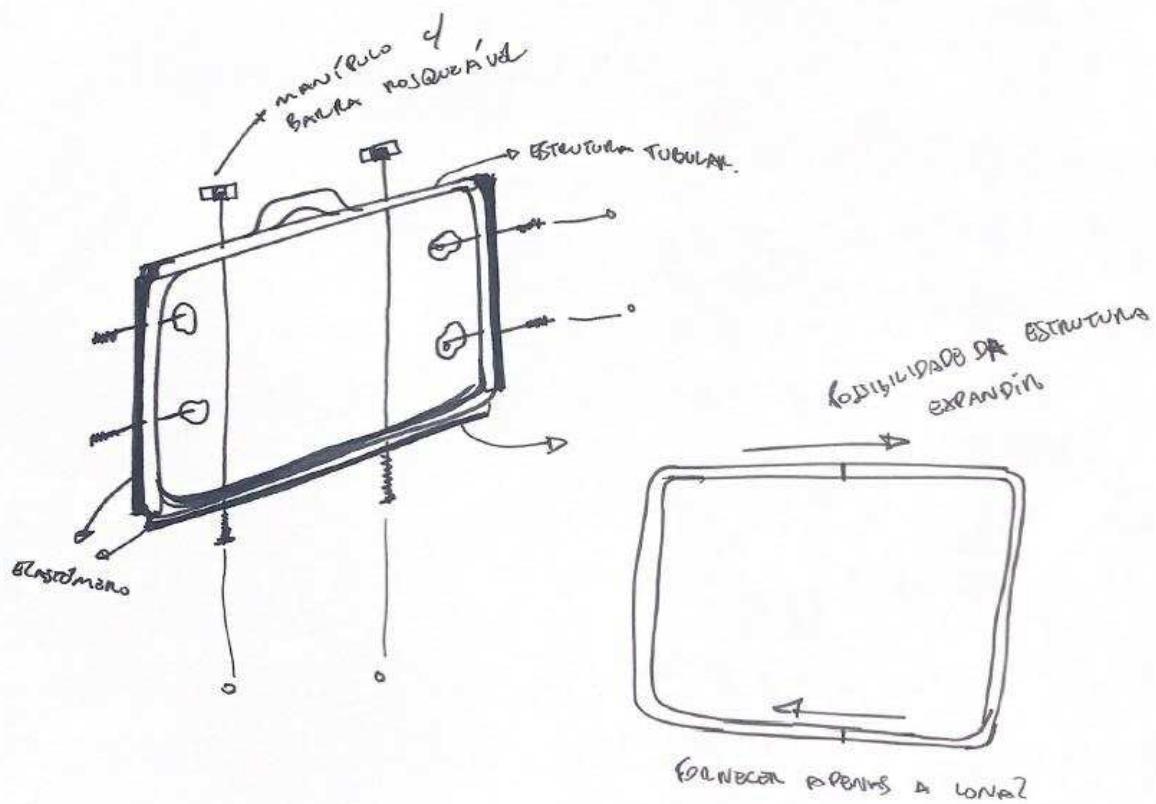


Figura 74 - Sketches da Etapa 01, parte 10. Fonte: Elaboração própria.

Com bases nesses desenhos preliminares, iniciou-se um refinamento maior das últimas alternativas, com base em manípulos e uma comporta de metal. Além disso, modelagens 3D foram realizadas nesse momento, e para um entendimento da estrutura interior da comporta, diversas consultas e conversas com engenheiros foram realizadas.

Alternativa D01

Nessa primeira exploração, refinou-se a questão da estrutura, as pegas dos manípulos, o seu sistema antifurto. Ainda ficaram dúvidas nessa opção, como por exemplo: como a alternativa geraria pressão horizontal? Como o furo que ficaria junto ao chão, para a rosca gerar pressão vertical, seria protegido? Essas respostas guiaram o próximo refinamento.

Conforme vemos na figura 75, continuamos com a exploração das barras rosqueadas, sendo elas localizadas nas laterais e verticalmente. Um manípulo removível foi pensando, visando proteger esse componente contra furtos, mas essa possibilidade é descartada na sequência, visto que gera um item e ferramental a mais na instalação.

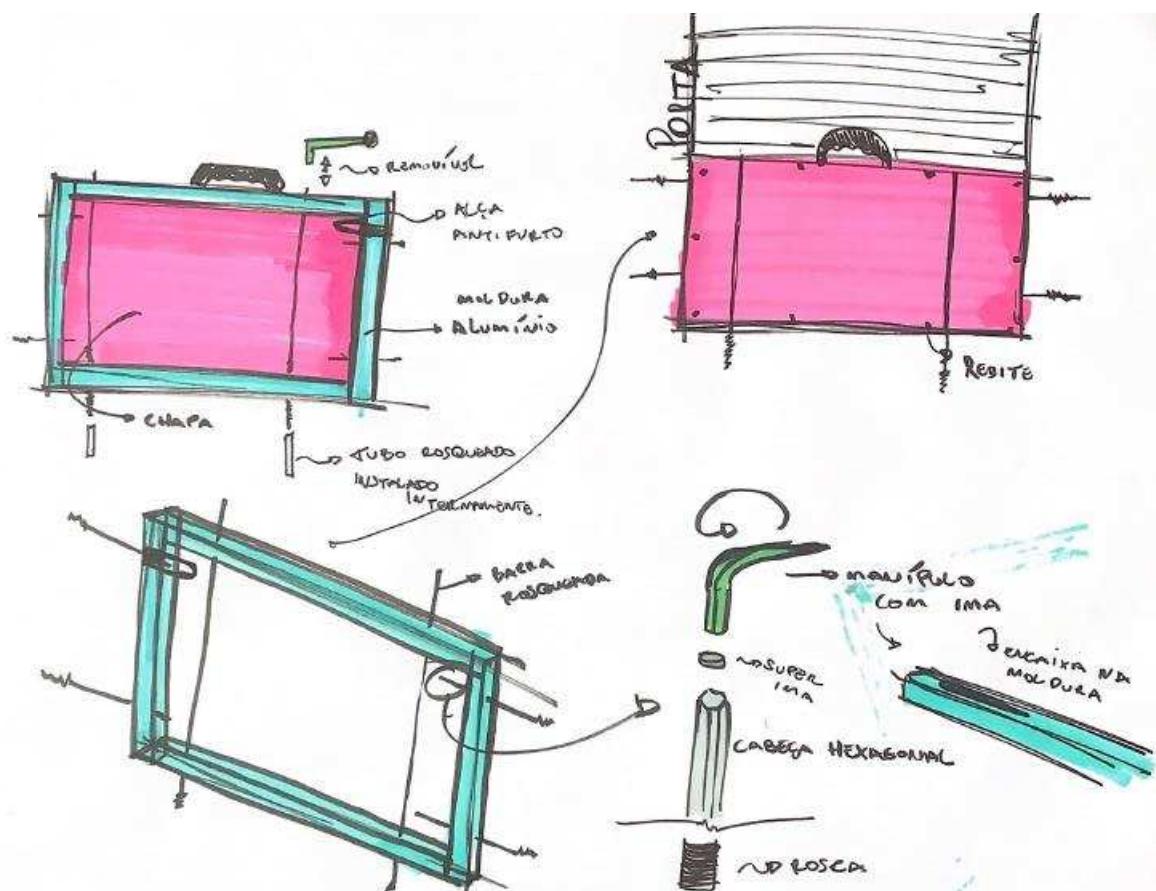


Figura 75 - Sketches da Etapa 02, parte 01. Fonte: Elaboração própria.

Na figura 76 vemos quais são os possíveis componentes que a comporta possuirá. Uma maneira de guardar o manípulo e de prover uma alça para realizar a tranca com cadeado foi pensada.

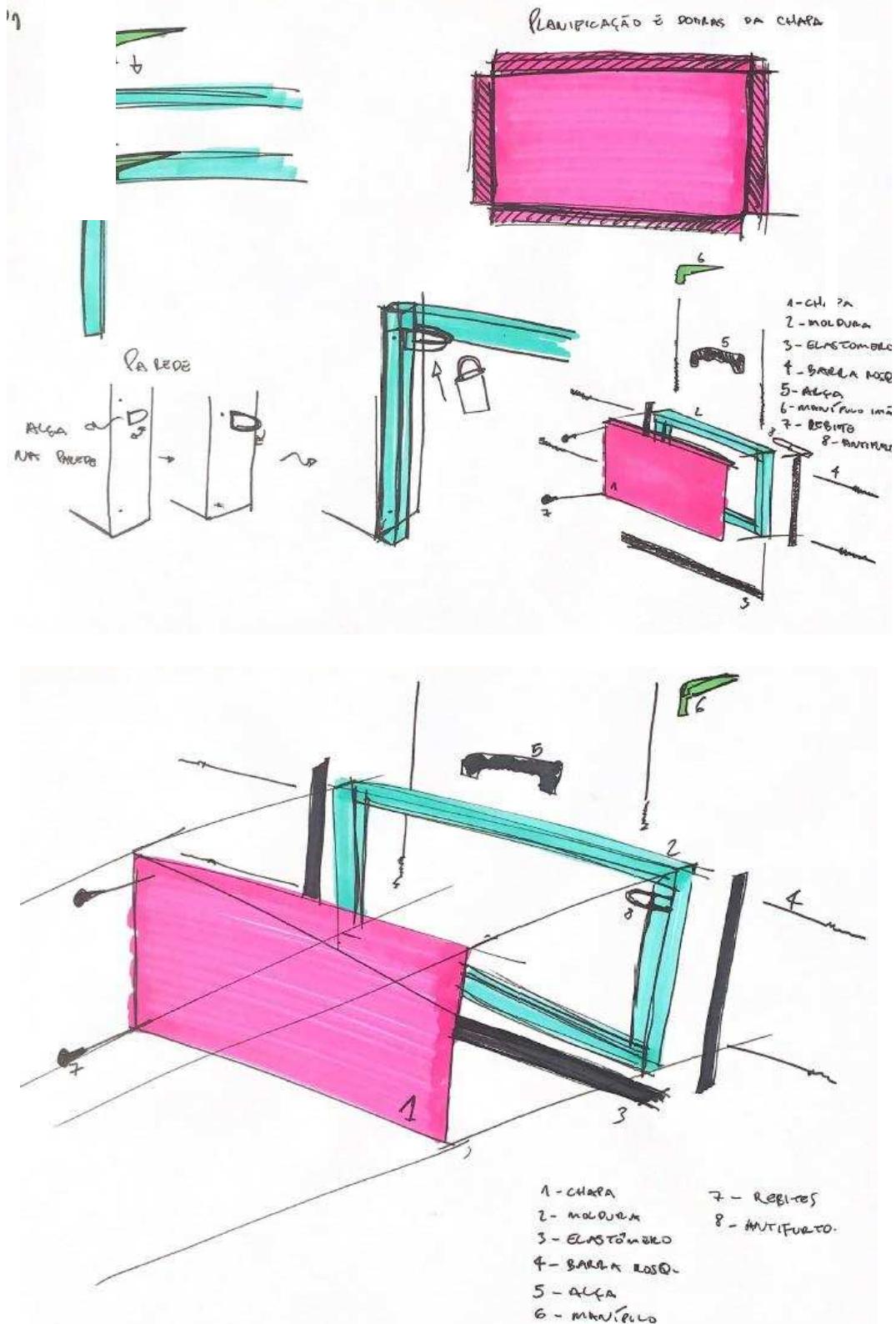
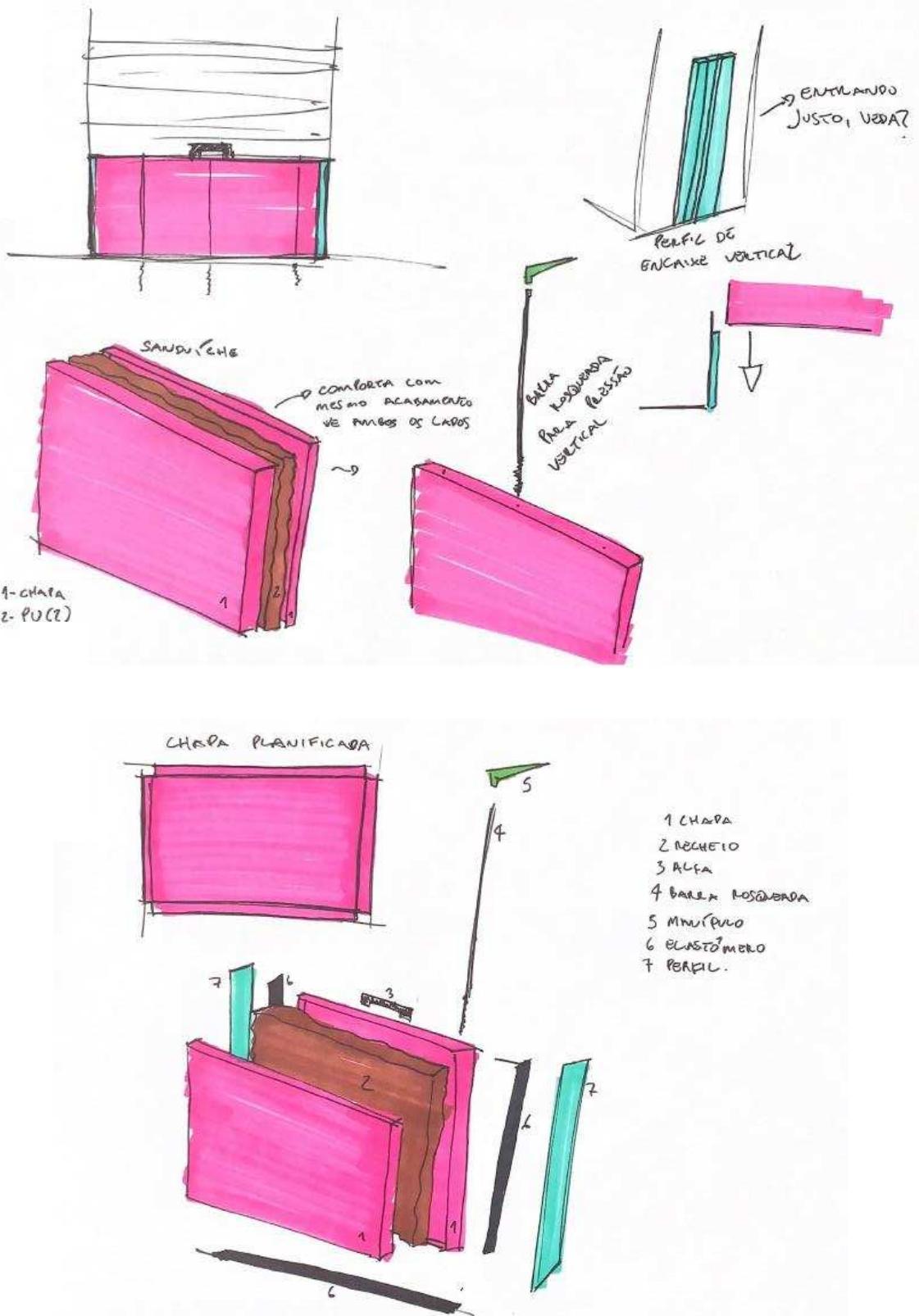


Figura 76 - Sketches da Etapa 02, parte 01. Fonte: Elaboração própria.

Na figura 77 vemos uma possibilidade de estruturar internamente a comporta, com PU expandido, o que depois de conversas com o engenheiro, foi descartado.



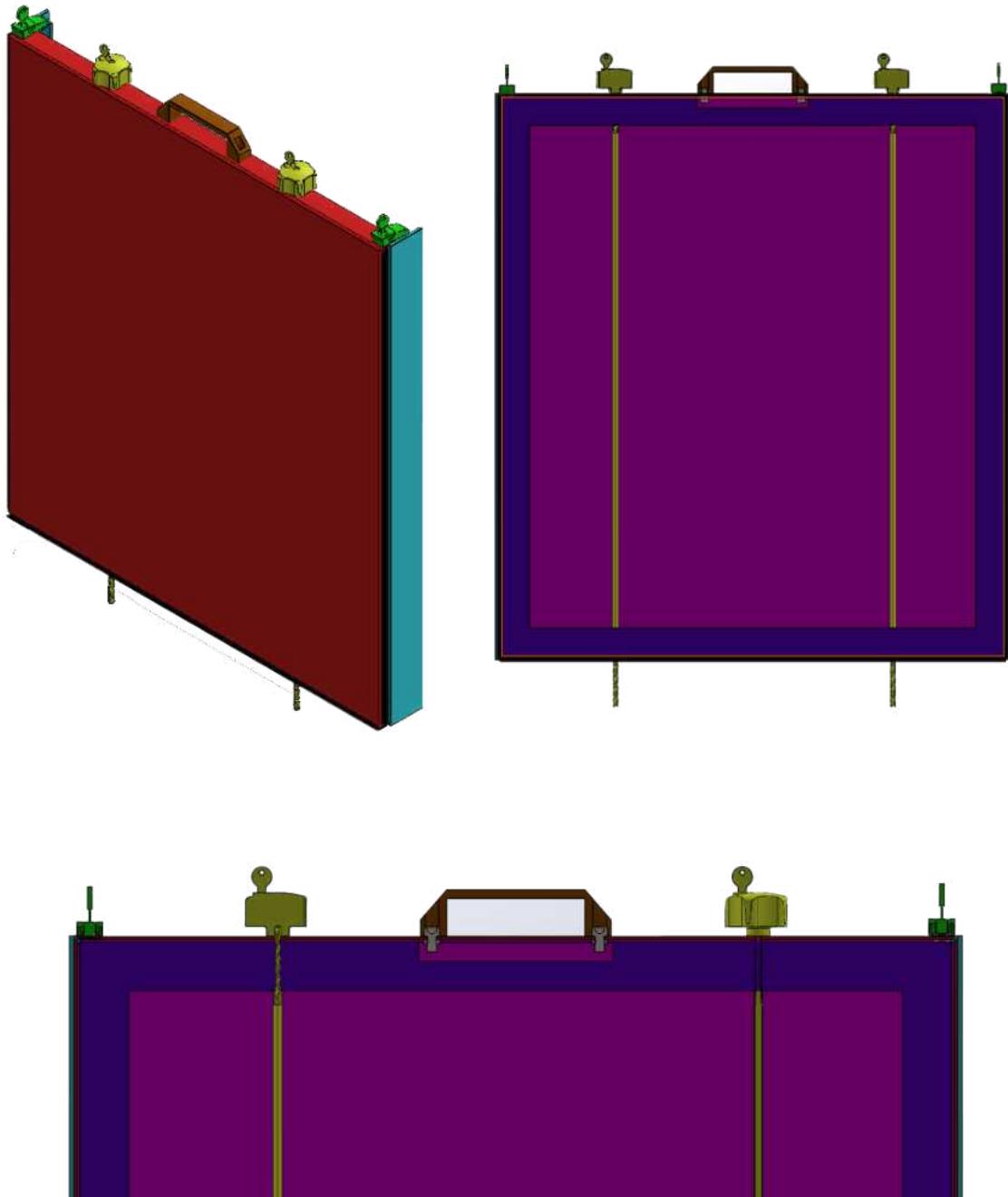


Figura 78 - Painel com modelagens 3D da alternativa D01. Fonte: elaboração própria.

Como base nessa primeira exploração, foi observado diversos pontos negativos, que serão deixados de lado na sequência, e pontos positivos que serão aprimorados, na alternativa D02.

Alternativa D02

Com um maior entendimento e análise dos problemas da alternativa D01, um outro caminho foi tomado, com a finalidade de gerar mais pressão horizontal no sistema, como mostrado na figura 79, com presilhas de pressão. Explorações sobre como encaixar os painéis também foram elaborados.

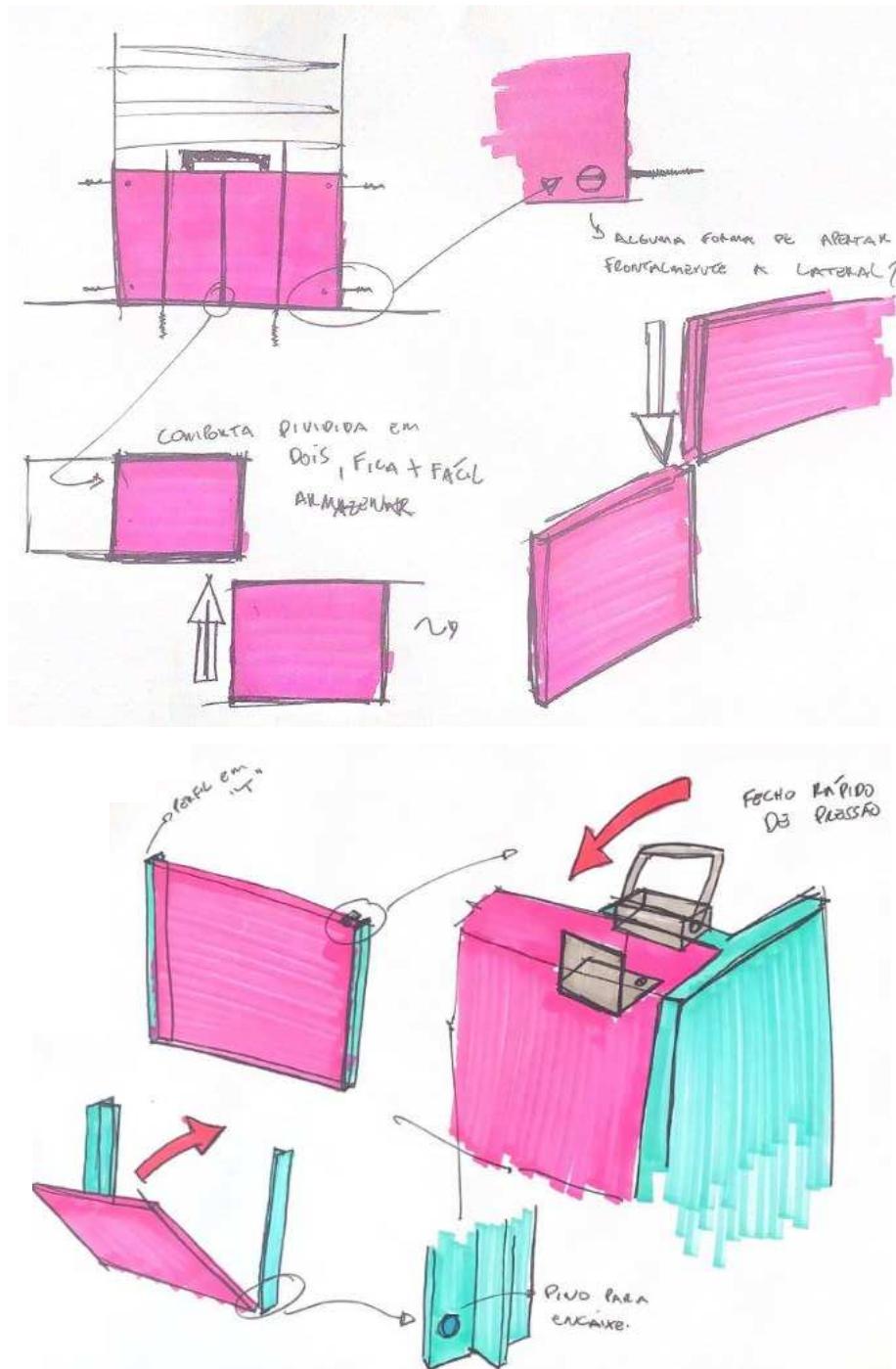


Figura 79 - Sketches da Etapa 02, parte 02. Fonte: Elaboração própria.

Na figura 80 vemos como a presilha pode interagir e ser trancada. Essa solução insere as barras rosqueadas para pressão vertical e as presilhas para pressão horizontal. Um encaixe, localizado nas laterais inferiores da comporta foi pensando para facilitar a instalação.

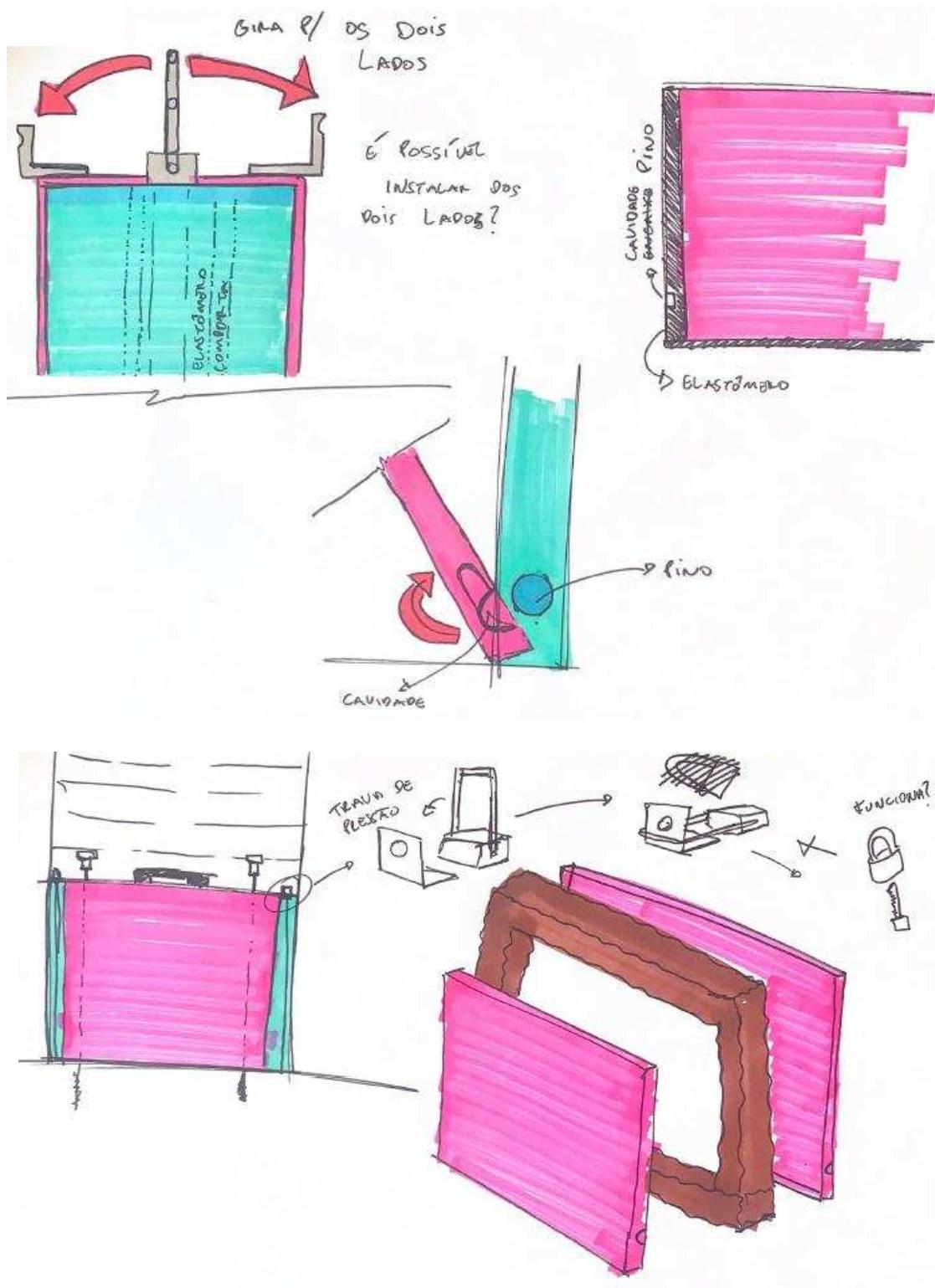


Figura 80 - Sketches da Etapa 02, parte 02. Fonte: Elaboração própria.

Na figura 81 vemos explorações sobre encaixes laterais. Um trilho foi pensado a ser acoplado no perfil lateral, visando facilitar a instalação da comporta

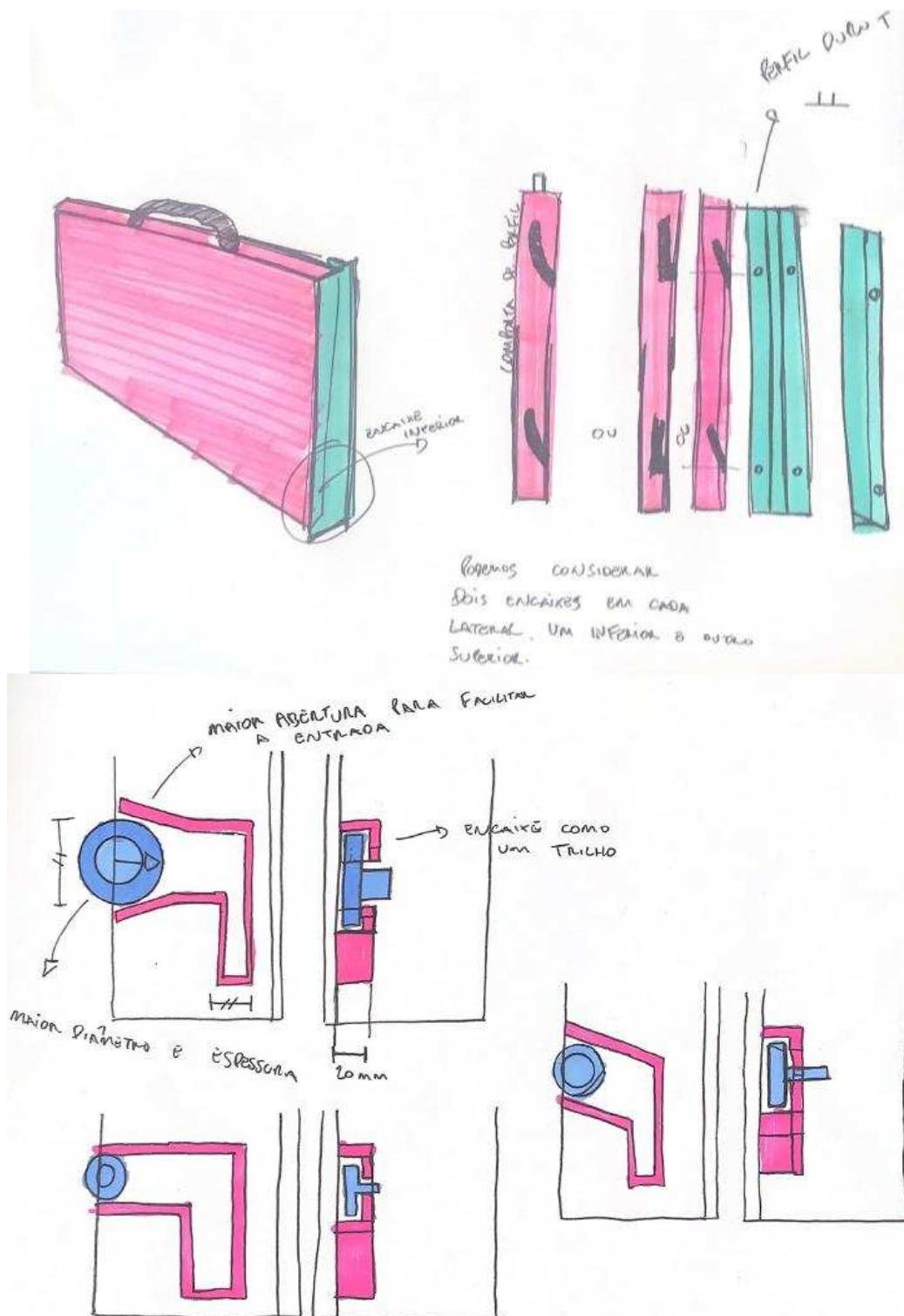


Figura 81 - Sketches da Etapa 02, parte 02. Fonte: Elaboração própria.

Uma proteção para os furos que ficam junto ao chão foi pensada com o uso de chapas e sendo fixada junto ao chão, conforme a figura 82.

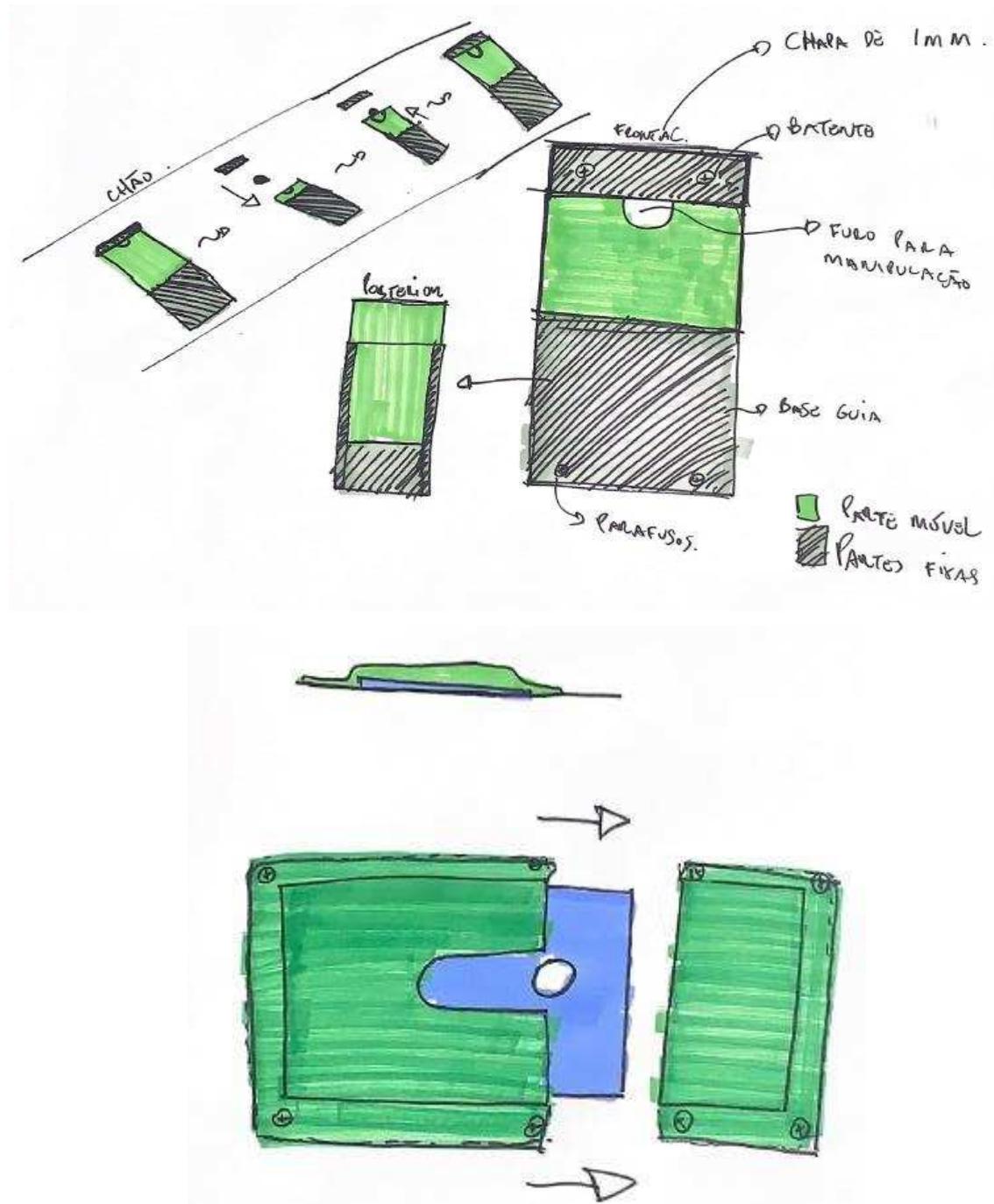


Figura 82 - Sketches da Etapa 02, parte 02. Fonte: Elaboração própria.

Para validar se essa possibilidade funciona e gera facilidade para o usuário, um modelo foi executado, para entender os pontos positivos e negativos desta solução. A figura 83 ilustra o modelo.

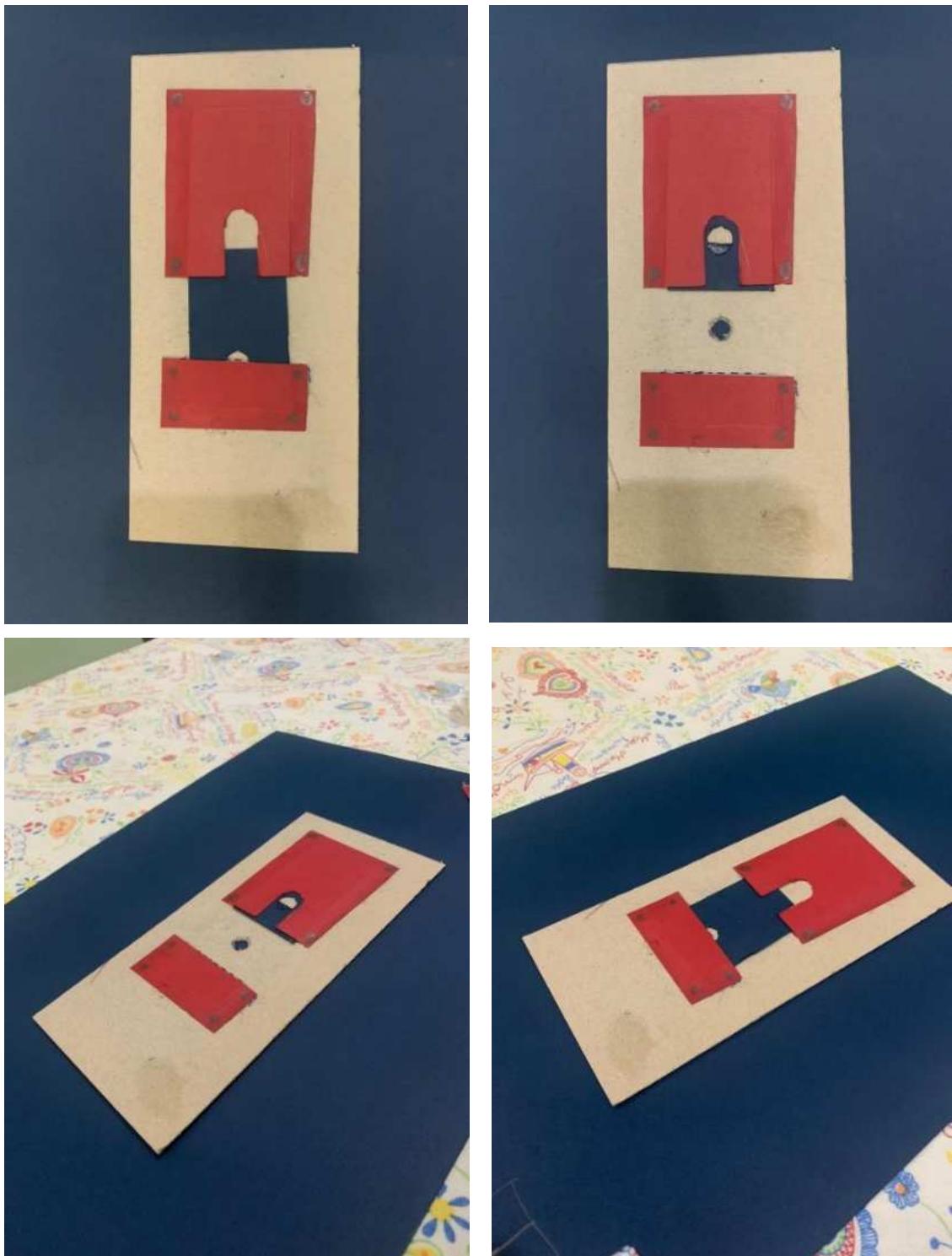


Figura 83 - Modelo de teste proteção do furo junto ao chão. Fonte: Elaboração própria.

Conversas com o engenheiro Otto Araújo Nielsen, Formado pelo Instituto Militar de Engenharia – IME, e doutorando pelo mesmo instituto, sob CREA Nº 2009062043, se intensificaram neste momento, e foram contínuas ao longo do restante do desenvolvimento do projeto, como uma consultoria afim de entender melhor sobre a estrutura necessária no produto, para combater a carga que a água fará na comporta. Na figura 84 vemos a estrutura da comporta, feita de perfis em U, e num tópico no capítulo quatro será discutido sobre como a estruturação da comporta é realizada. Vemos também que as barras rosqueadas avançam para dentro do chão.

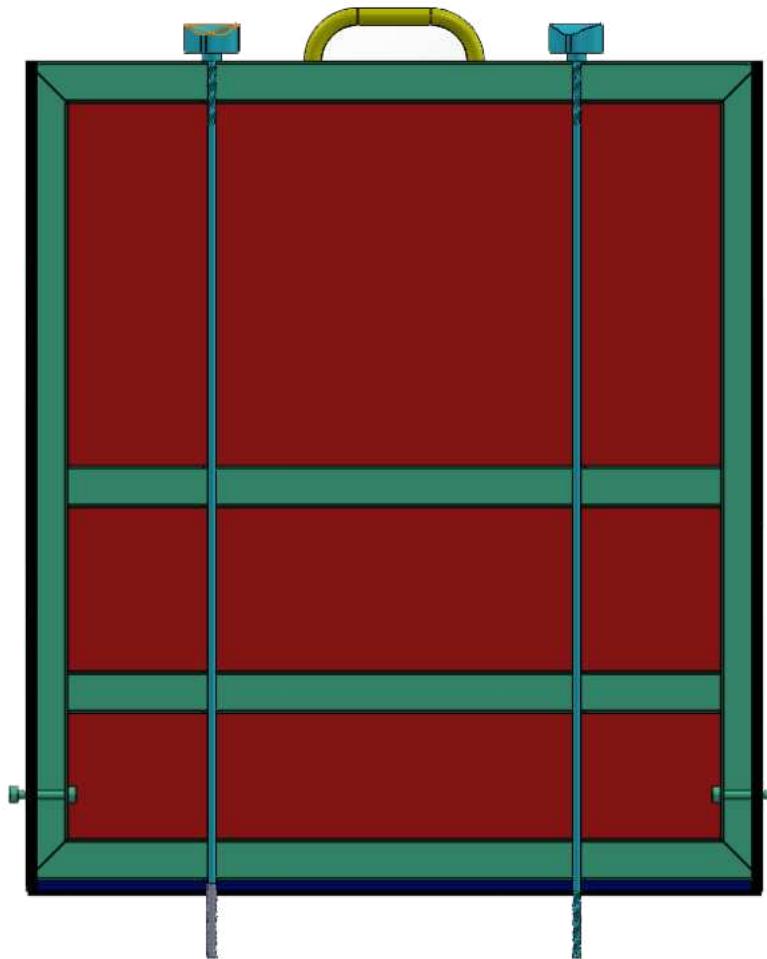


Figura 84 - Modelagem da alternativa D02, parte 01. Fonte: Elaboração própria.

Na modelagem 3D diversas adaptações de medidas foram realizadas, de maneira que ficasse adequado ao tamanho de uma porta padrão. A motivação disso é um melhor entendimento de como essa solução funciona com a proporção adequada. Na figura 85 é mostrada a modelagem 3D do encaixe

lateral e da presilha de pressão, sendo encontrado um modelo que possui chave, possibilitando a fechadura da comporta.

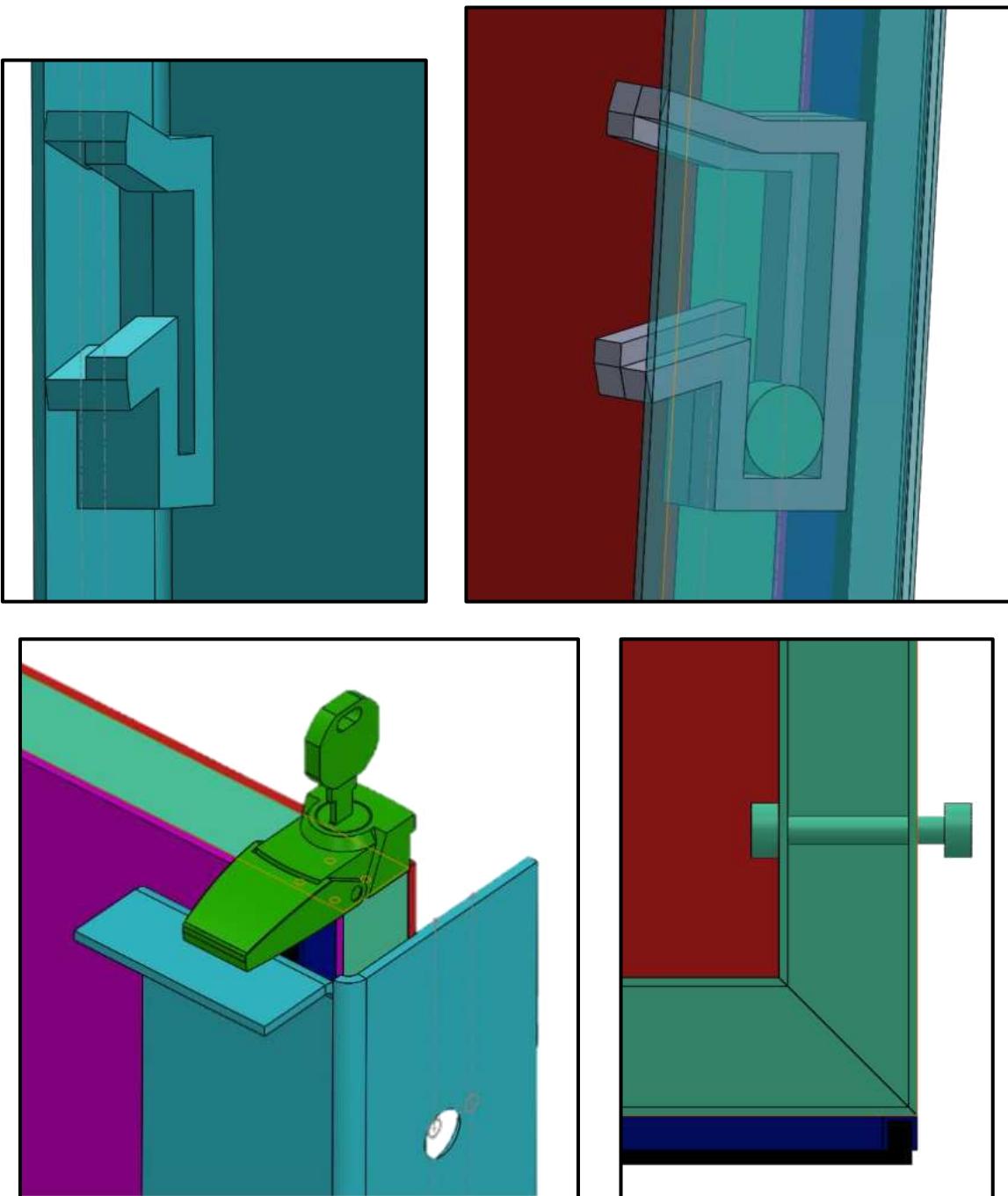


Figura 85 - Painel com modelagens 3D da alternativa D02. Fonte: elaboração própria.

Para validar essa solução um teste de como seria esse manuseio foi realizado, com pessoas de percentis antropométricos extremos, 5% e 95%, conforme as figuras 86 e 87.



Figura 86 - Painel de testes com encaixe lateral, parte 01. Fonte: elaboração própria.



Figura 87 - Painel de testes com encaixe lateral, parte 02. Fonte: elaboração própria.

O teste indicou que a alternativa gera facilidades no encaixe, entretanto, para quem instala por dentro, fica difícil ter visibilidade de como encaixar a comporta, sendo necessário um maior refinado dessa possibilidade.

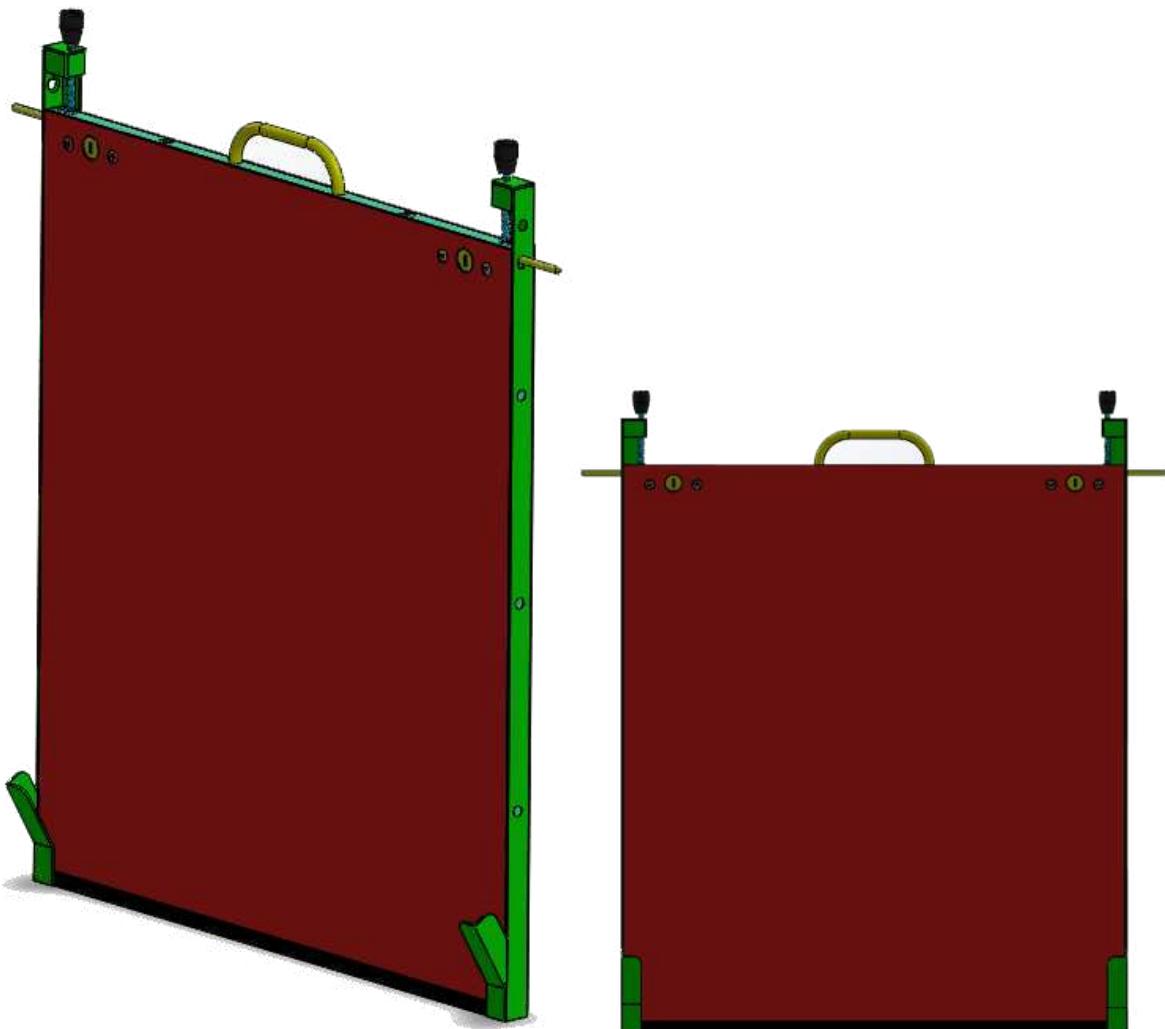
Alternativa D03

Figura 88 - Painel com modelagens 3D da alternativa D03, parte 01. Fonte: Elaboração própria.

A alternativa D03 consiste numa evolução da alternativa D02, sendo desenvolvida em modelagem 3D, removendo os furos junto ao chão, que foram interpretados como uma solução que criaria demasiados problemas de manutenção. Essa alternativa transporta a barra e manípulo para as quinas superiores da comporta, ficando fixadas nos perfis de ancoragem na parede.

Uma guia foi modelada, substituindo o encaixe lateral, gerando facilidades na instalação da porta. Uma peça sólida (1) recebe a rosca do manípulo, possuindo um encaixe firme para o rosqueamento do mecanismo. A guia é inserida no perfil de ancoragem, nas quinas inferiores, para gerar pressão horizontal e orientar a instalação da porta

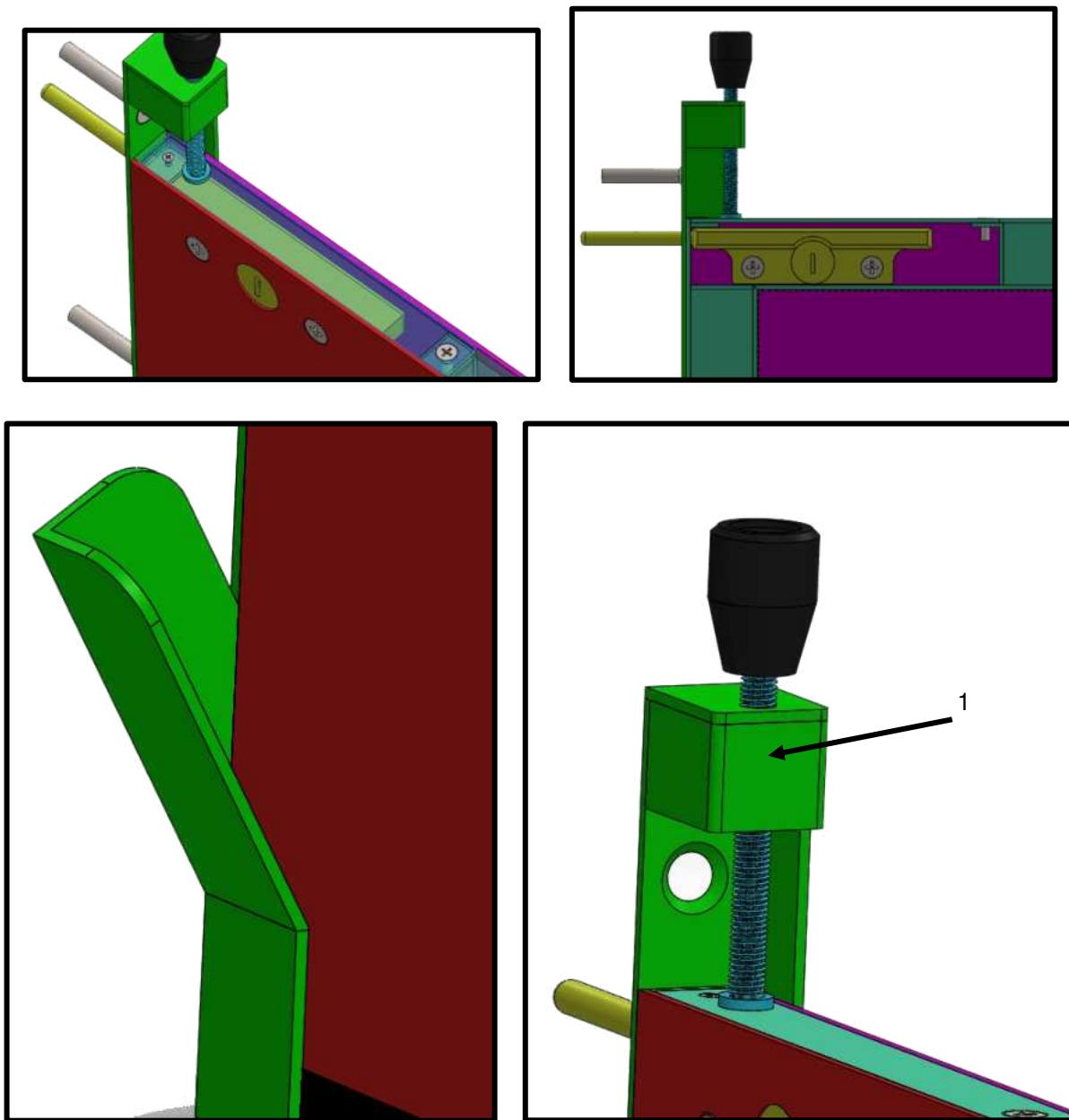


Figura 89 - Painel com modelagens 3D da alternativa D03, parte 02. Fonte: Elaboração própria.

Foram realizados testes com manípulos, conforme as figuras 90 e 91, que se encontram abaixo e na próxima página, e por conta desse teste observou-se que o manípulo torre foi a melhor opção, por ser mais estreito isso definiu o manípulo a ser utilizado nesta alternativa. O teste consistiu em manusear o manípulo, inserindo uma caneta na parte inferior e girando o produto, sendo realizado com o objeto molhado e seco.



Figura 90 - Painel com testes com manípulo torre. Fonte: Elaboração própria.



Figura 91 - Painel com testes com manípulo estrela. Fonte: Elaboração própria.

O teste mostrou que o manípulo da figura 90, é o mais indicado, pois não há diferença significativa para o modelo da figura 91 em relação a aderência da pega e, como o primeiro manípulo é mais estreito, ele se encaixa melhor no espaço entre a parede e o suporte do manípulo.

Alternativa D04

A figura 92 mostra o desenvolvimento inicial da alternativa D04. A premissa é escalar o pequeno encaixe lateral para o encaixe da comporta inteira, utilizando da guia desenvolvida na alternativa D03. O produto entra pressionado, gerando esmagamento nos elastômeros e uma vez que ele está encaixado ele veda os três pontos de contato. A comporta teria um batente inferior (2) um batente superior (3) para trava-lá na posição.

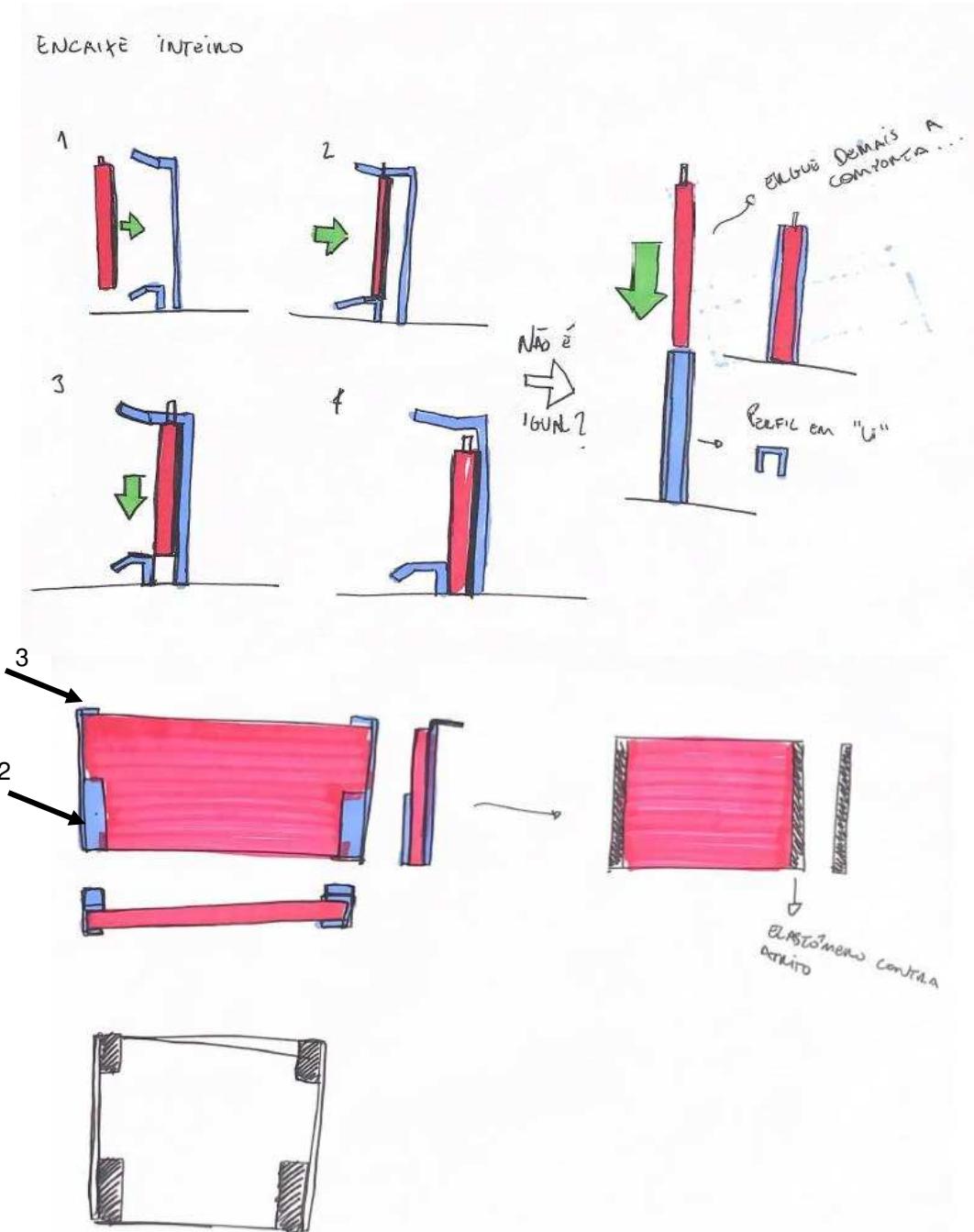


Figura 92 - Sketches da alternativa D04, parte 01. Fonte: Elaboração própria.

O último refinamento é justamente da alternativa selecionada e vista como melhor opção como solução projetiva para dar continuidade. Por ser um macro encaixe essa alternativa facilita o manuseio por parte do usuário.

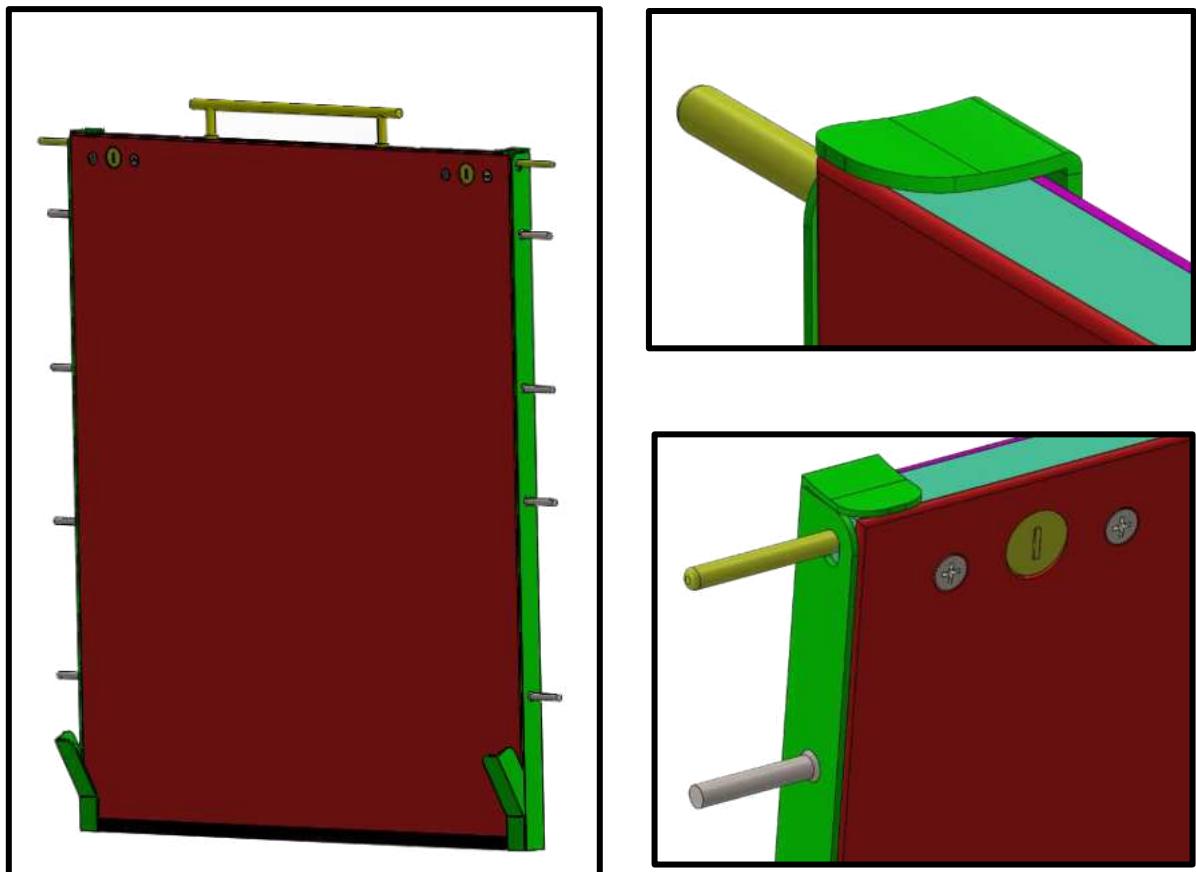


Figura 93 - Painel de modelagens 3D da alternativa D04. Fonte: elaboração própria.

O encaixe é sobre pressão, e só é possível ejeta a comporta com facilidade por conta de sua superior possuir uma leve curvatura. Toda essa parte de como funciona o mecanismo da comporta será melhor elucidado no item 4.3, sobre os mecanismos de funcionamento. Também foi embutida uma fechadura em cada lateral da comporta, para travar todo o sistema e impedir furtos, conforme ilustra as figuras 94 e 95, na próxima página.

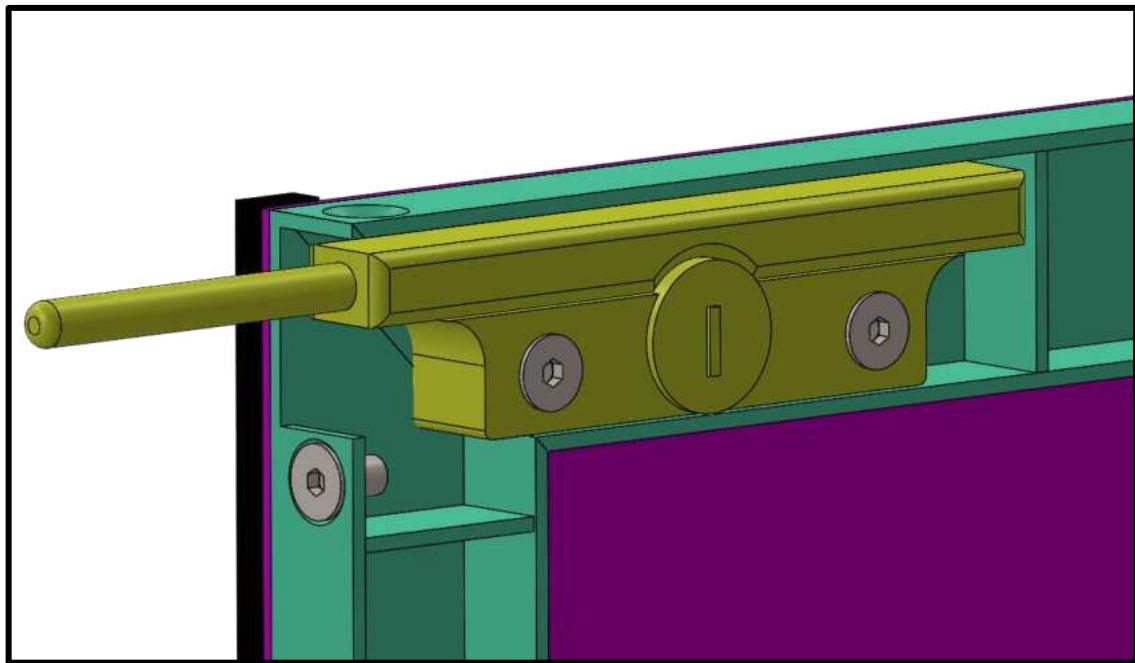


Figura 94 - Modelagens 3D do perfil da tranca da alternativa D04. Fonte: elaboração própria.

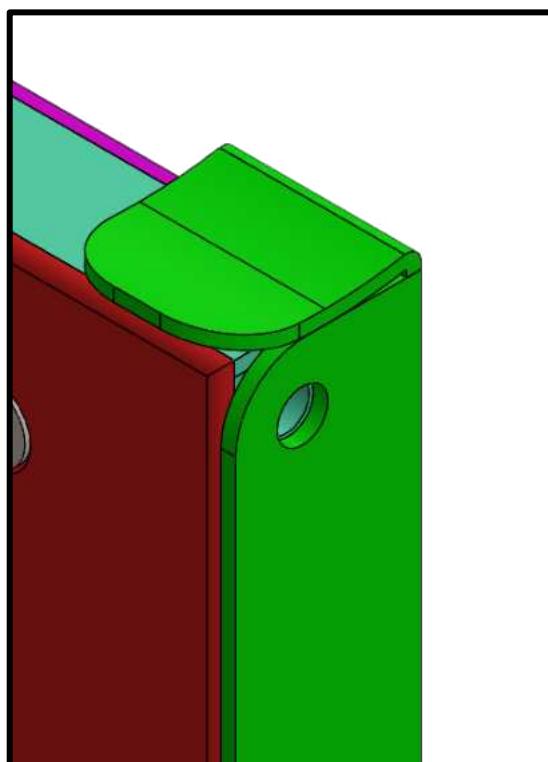


Figura 95 - Modelagens 3D do perfil lateral da alternativa D04. Fonte: elaboração própria.

A entrada e saída da comporta é possível por conta do batente superior que possuí uma curva, facilitando a saída da comporta, conforme a figura 95. Uma tampa lateral foi desenvolvida para

manutenção e troca da tranca, que pode ocorrer com não tanta frequência, mas ainda assim sendo necessário, a figura 96 e 97 ilustram o a tampa (4) e casulo (5). Por dentro dessa tampa, o casulo é totalmente vedado com poliureia.

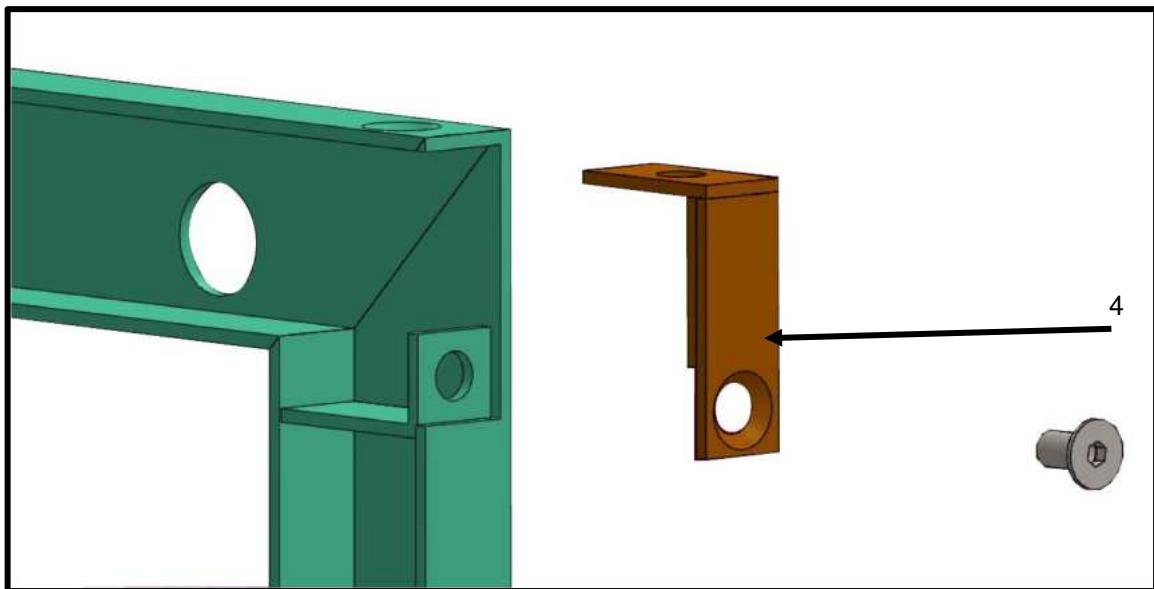


Figura 96 - Tampa lateral e casulo, perspectiva explodida. Fonte: Elaboração própria.

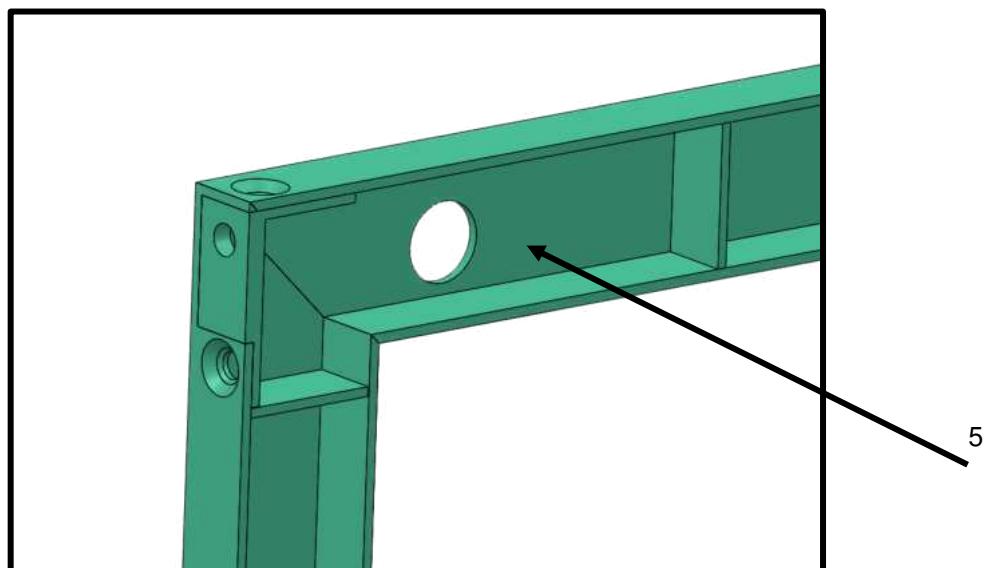


Figura 97 - Painel de modelagens 3D da alternativa D04, parte 02. Fonte: elaboração própria.

Ainda assim, é importante entender como o encaixe e sua tarefa funcionam. Na próxima página é ilustrada essa ação, da figura 98 até a figura 103, através de um painel com imagens do processo, de maneira externa e interna.

Instalação interna

O ciclo é iniciado com a comporta fora do lugar. O usuário ergue a comporta e a posiciona nas guias. A partir deste ponto o usuário começa a realizar um movimento horizontal e vertical para encaixe da comporta.

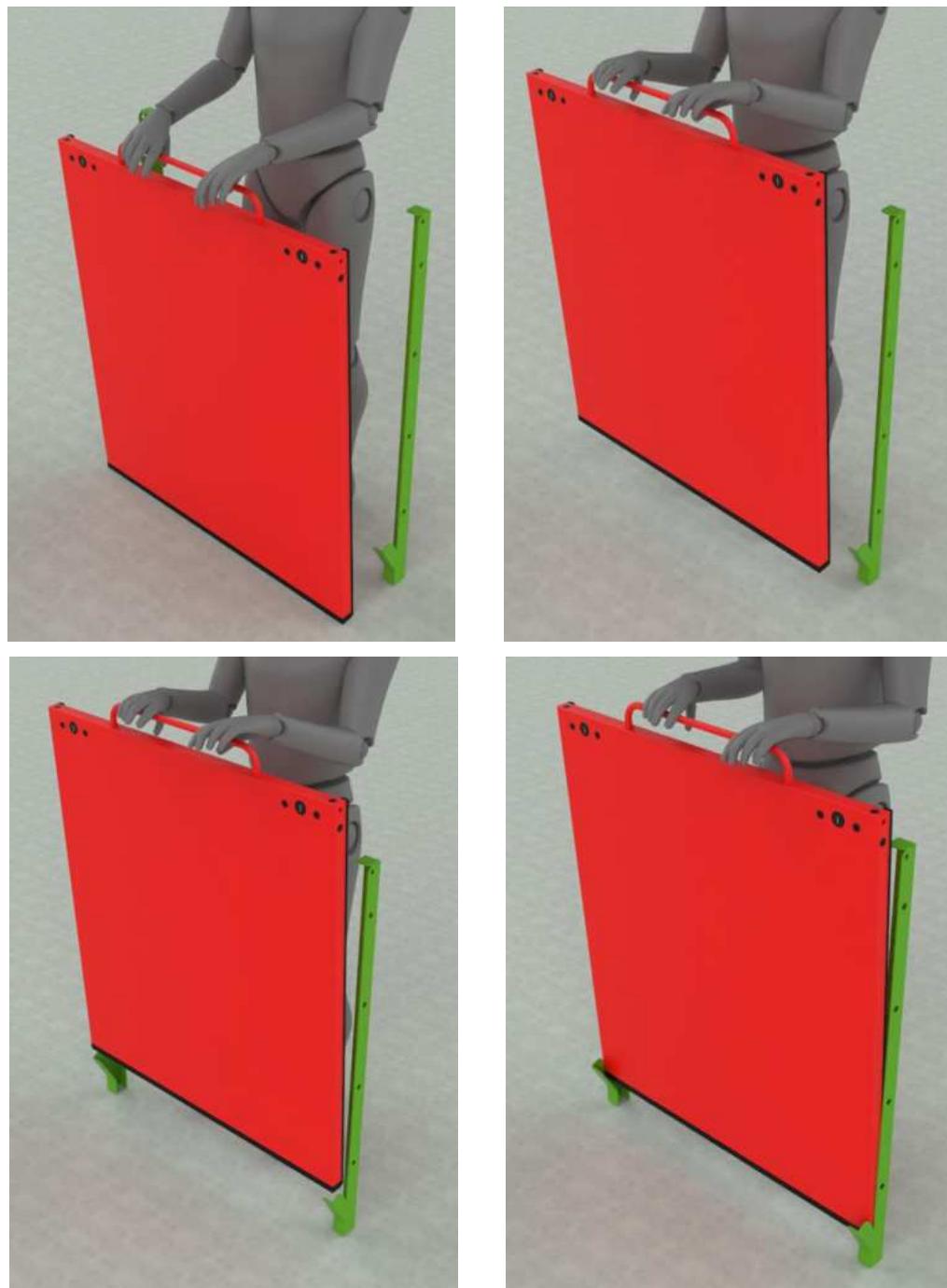


Figura 98 - Ciclo de instalação interna da alternativa D04, parte 01. Fonte: Elaboração própria.

Neste momento o usuário começa a gerar esmagamento no elastômero vertical, pressionando-o contra o perfil. O usuário faz uma pressão maior verticalmente e acomoda a comporta dentro do perfil em U.

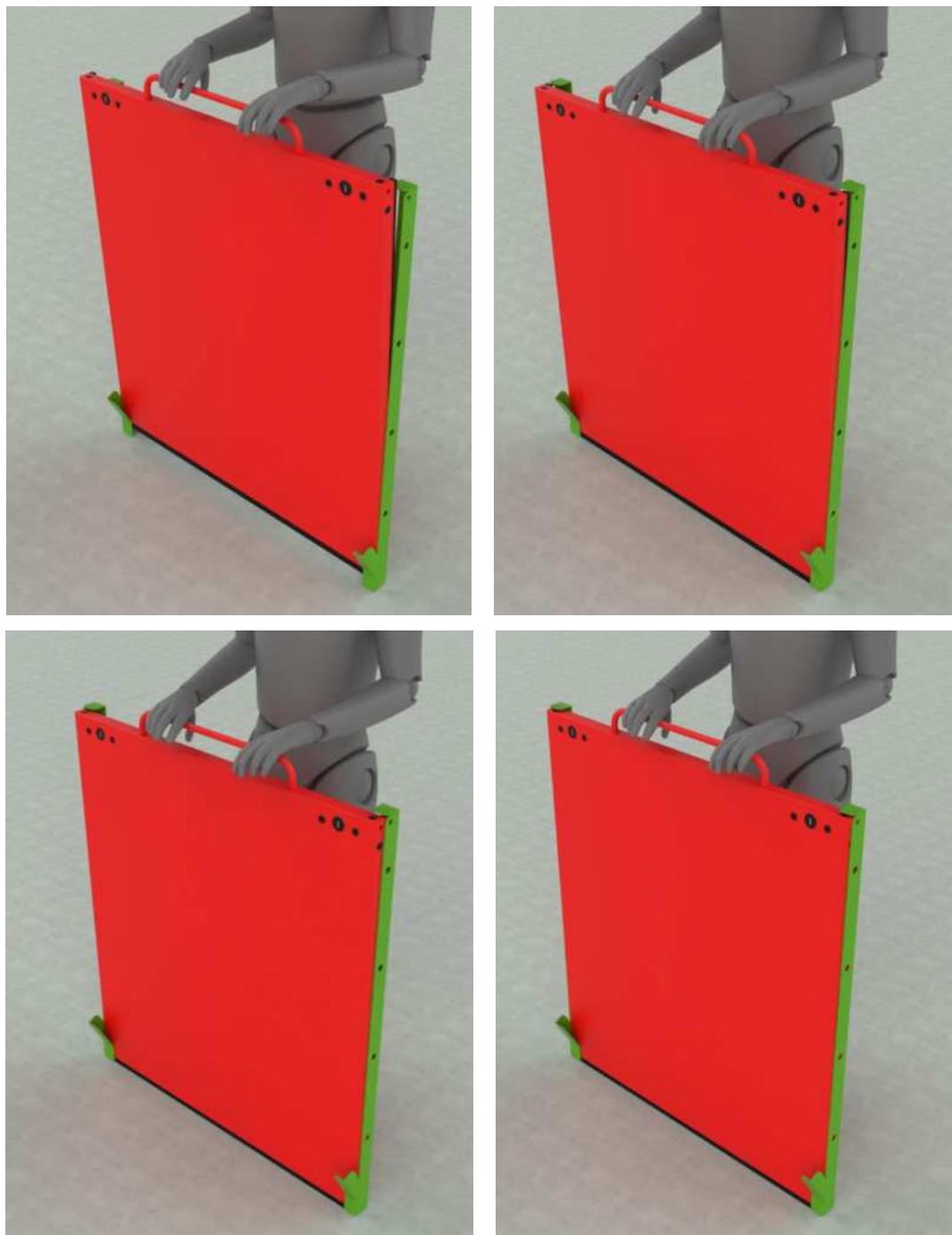


Figura 99 - Ciclo de instalação interna da alternativa D04, parte 02. Fonte: Elaboração própria.

O usuário então acomoda a comporta, fazendo uma última pressão horizontal e aliviando a pressão vertical que tinha realizado. A comporta é travada pelos batentes e encontra-se estanque.

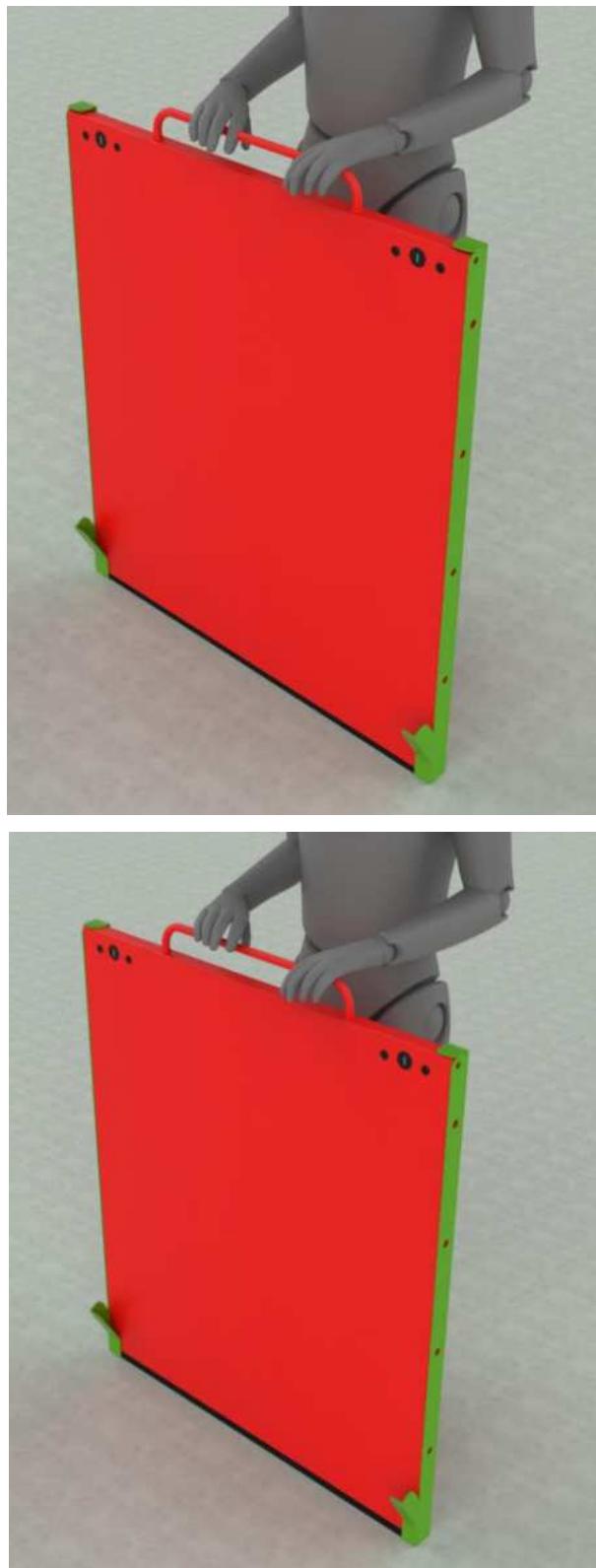


Figura 100 - Ciclo de instalação interna da alternativa D04, parte 03. Fonte: Elaboração própria.

Instalação externa

O ciclo inicia com a comporta fora dos guias e o usuário a erguendo, conforme a figura 101.

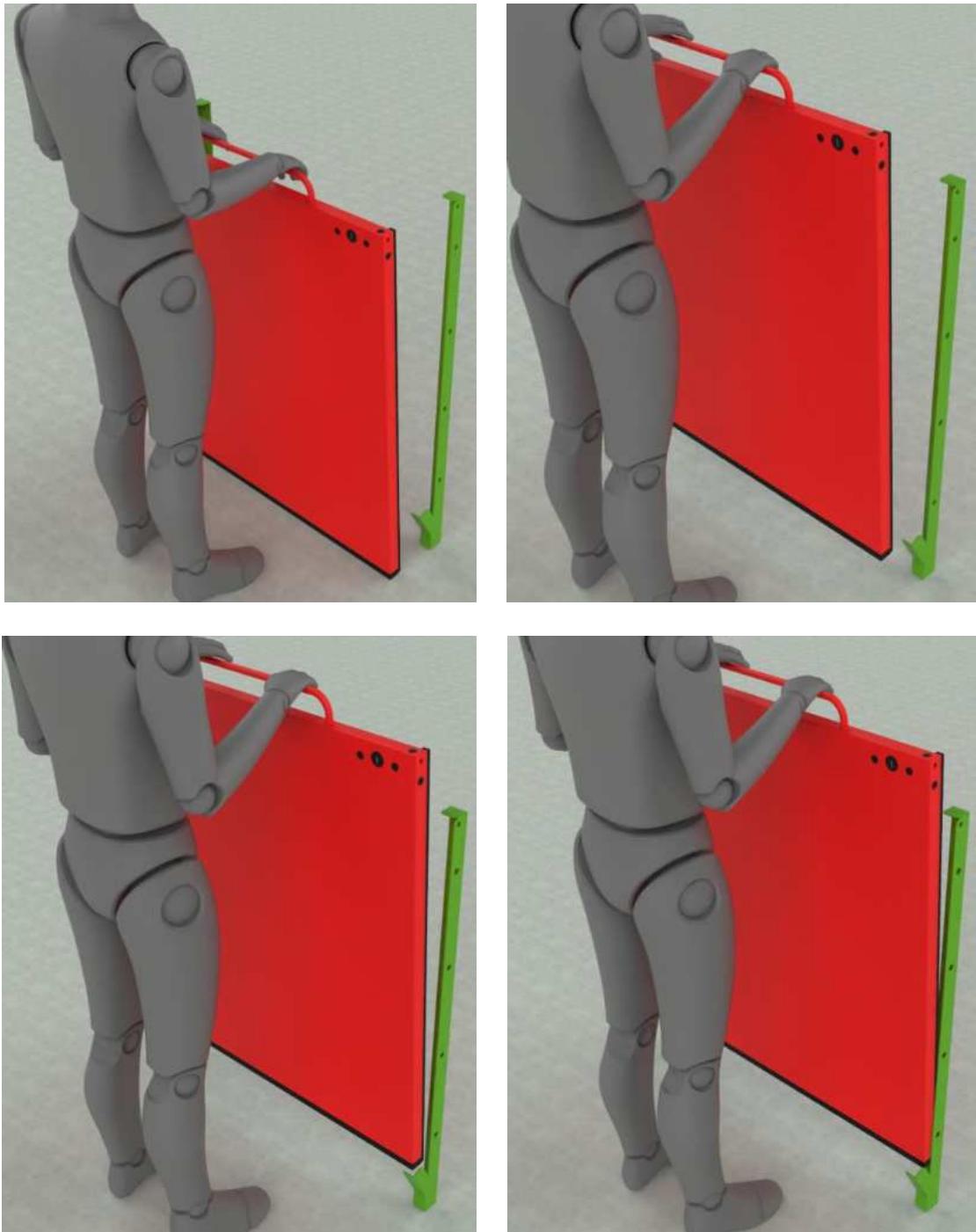


Figura 101 - Ciclo de instalação externa da alternativa D04, parte 01. Fonte: Elaboração própria.

Na sequência, o usuário apoia a comporta nas guias e começa a fazer a pressão vertical e horizontal para o encaixe. O usuário realiza uma maior pressão vertical, encaixando a comporta no perfil em U, esmagando o elastômero vertical que se encontra na parte posterior da comporta. Uma vez que a comporta atinge o chão e a comporta está menor do que a altura do batente, o usuário faz pressão horizontal e encaixa a comporta.

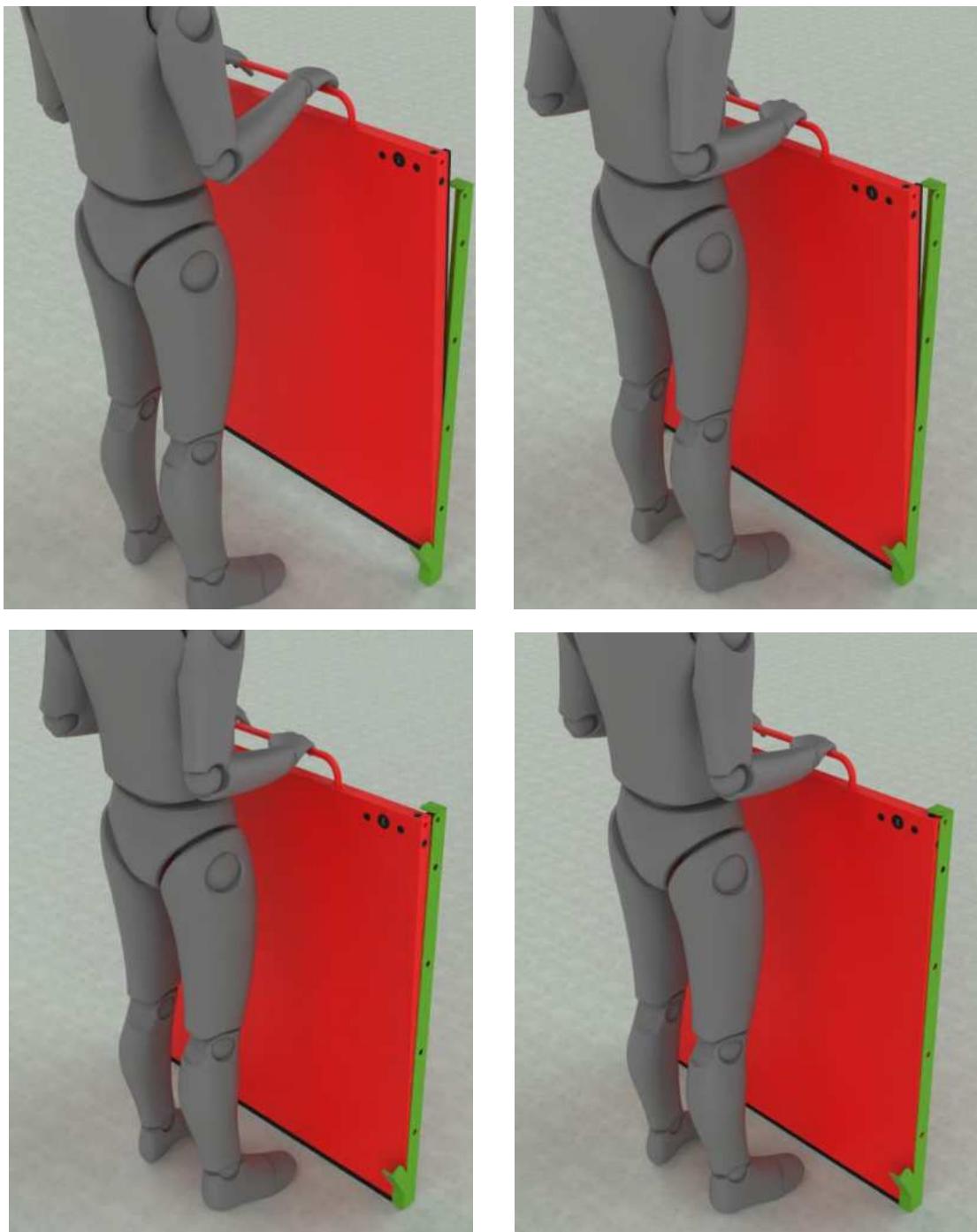


Figura 102 - Ciclo de instalação externa da alternativa D04, parte 02. Fonte: Elaboração própria.

Posteriormente, ele alivia a pressão e a comporta está instalada e vedada.

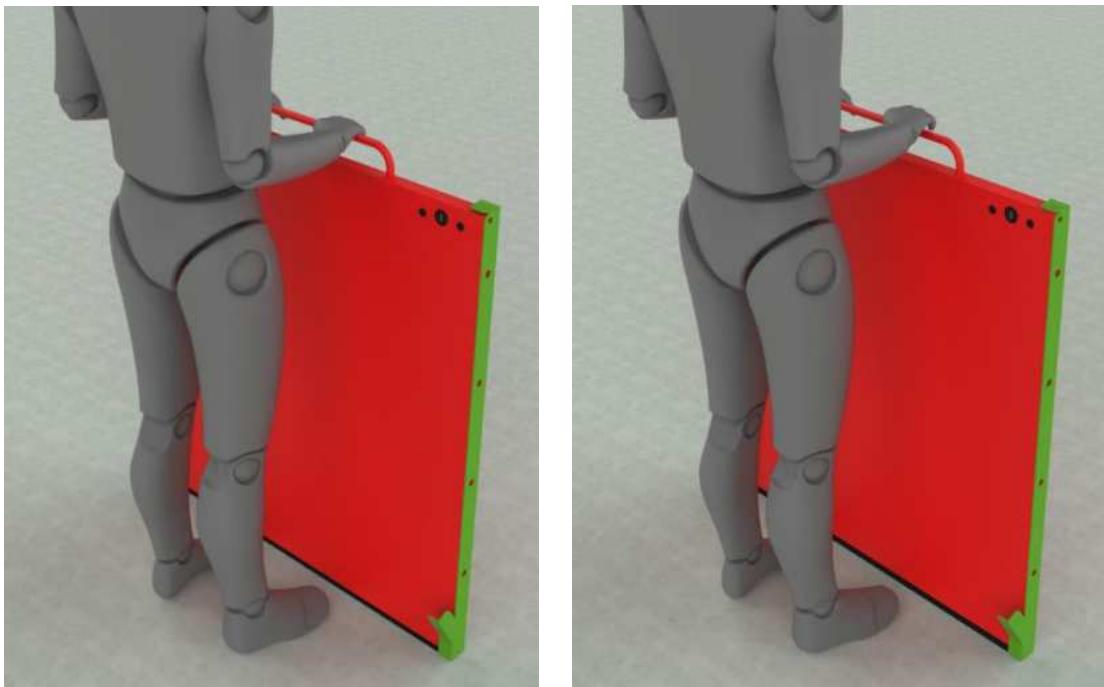


Figura 103 - Ciclo de instalação externa da alternativa D04, parte 03. Fonte: Elaboração própria.

O processo de desinstalação da comporta acontece de forma bastante semelhante a instalação, começando com a pressão vertical e depois a pressão horizontal. A figura 104 e 105 ilustra de maneira 2D a instalação e desinstalação com os vetoriais de força em vermelho.

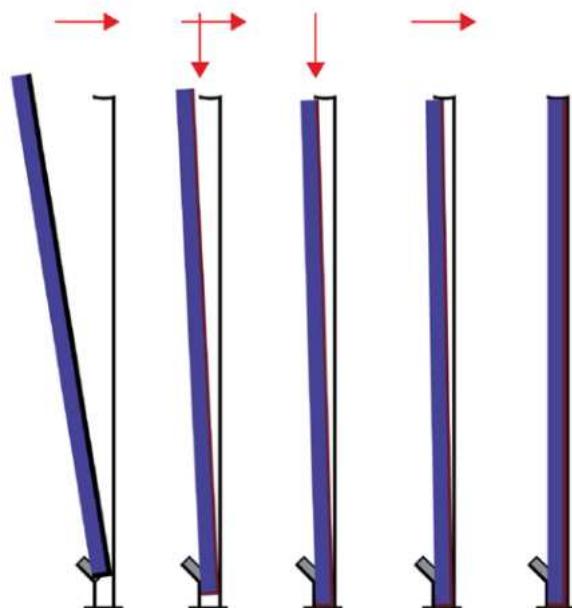


Figura 104 - Processo de instalação, vetorial 2D. Fonte: Elaboração própria.

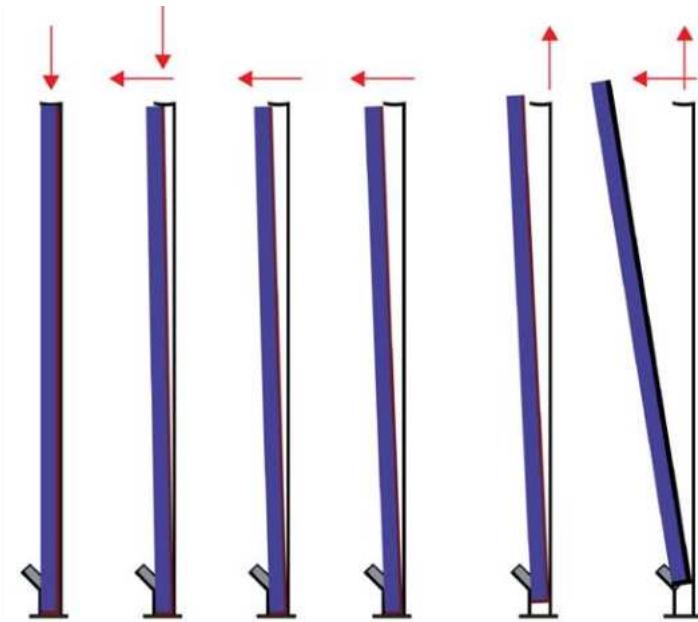


Figura 105 - Processo de desinstalação, vetorial 2D. Fonte: Elaboração própria

As duas alternativas mais promissoras foram a D03 e a D04, por possuírem mecanismos facilitadores e gerarem menos problemas de manutenção. Entretanto, foi necessário escolher uma das duas para dar continuidade no projeto e isso se deu através de uma tabela de prós e contras, encontrada abaixo. Onde tiver o “X” verde é a solução que favorece o pró ou contra. A tabela é encontrada na próxima página.

OITÉRIOS DE SELEÇÃO	D03	D04
SOLUÇÃO MAIS LIMPAA ESTÉTICAMENTE		X
MENOS PROCESSOS DE FABRICAÇÃO		X
MENOS ITENS DE SÉRIE		X
MENOR INTERVENÇÃO NO AMBIENTE		X
SOLUÇÃO MAIS INOVADORA		X
FAZI DADE NO USO DO MECANISMO DE GERAÇÃO DE PRESSÃO	X	
FAZI DADE NO FUNCIONAMENTO	X	
MENOS PROCEDIMENTOS NA INSTALAÇÃO		X

Tabela 1 – Oitérios de Seleção

3.2.1 – Conclusão do desenvolvimento de alternativas

O processo de desenvolvimento de alternativas gerou quatro caminhos, subsequentes, com cada um resolvendo problemas encontrados em soluções anteriores. O painel de referências visuais pavimentou essas possibilidades e essa etapa foi bastante proveitosa ao projeto. Diversas questões foram levantadas durante a geração de alternativas levando em consideração diversos fatores pertinentes ao projeto já nesse desenvolvimento, como a fabricação, os materiais, questões de ergonomia, funcionalidade etc. Além disso, todos os testes realizados ajudaram a direcionar o projeto para uma alternativa viável no uso, na fabricação e promissora como solução final.

Chegou-se a um consenso através da lista de prós e contras de que a alternativa D04 solucionava as questões e adversidades encontradas nas soluções anteriores, representando assim, a síntese da lista de requisitos de projeto, resolvendo a problemática apresentada anteriormente.

No próximo capítulo, sobre o desenvolvimento técnico do projeto, serão apresentados todos os detalhes de cada componente desta alternativa, seus processos de fabricação e de quem deve fabricar o produto. Pequenas mudanças na forma para melhor adequação à produção também serão feitas na próxima etapa, e isso ocorrerá também em função de relações ergonômicas, testes realizados, materiais e processos, para que o projeto chegue em sua forma final (figura 106).

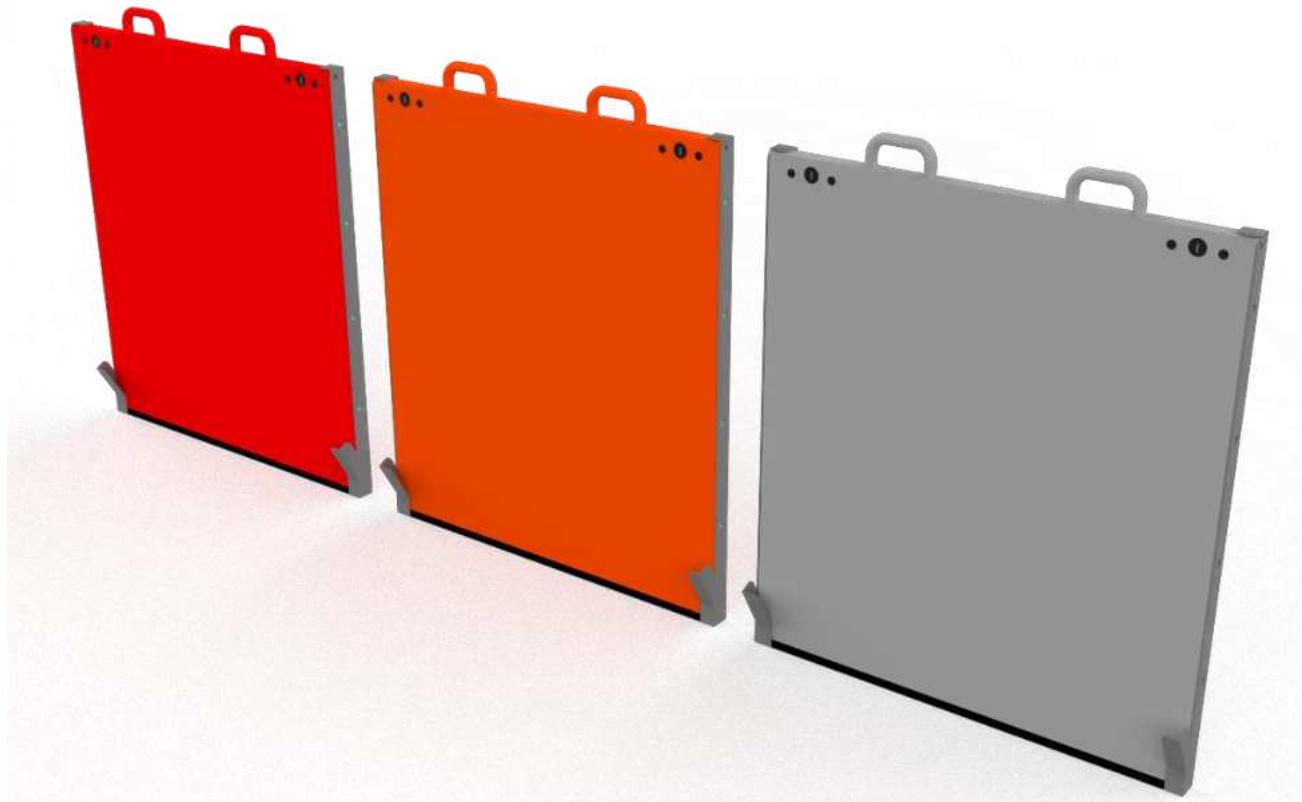


Figura 106 - Alternativa D04 - Comporta contra enchente. Fonte: elaboração própria.

Capítulo 4

Desenvolvimento técnico e resultado do projeto

4 – Desenvolvimento e resultado do projeto

Dentro das alternativas mostradas no último capítulo, a alternativa D04 foi selecionada para ser desenvolvida e aplicada ao projeto. Após a escolha, iniciou-se a etapa de refinamento e detalhamento de sua forma, componentes, sistemas, mecanismos e demais fatores relacionados a ela. O resultado do projeto será mostrado ao longo deste capítulo, com toda a descrição e justificativa dos componentes propostos, os itens de série utilizados, materiais e processos de fabricação, mecanismos de funcionamento, fatores ergonômicos e análise da tarefa do produto novo. Além disso, ao final do capítulo, será apresentado um modelo final em escala.

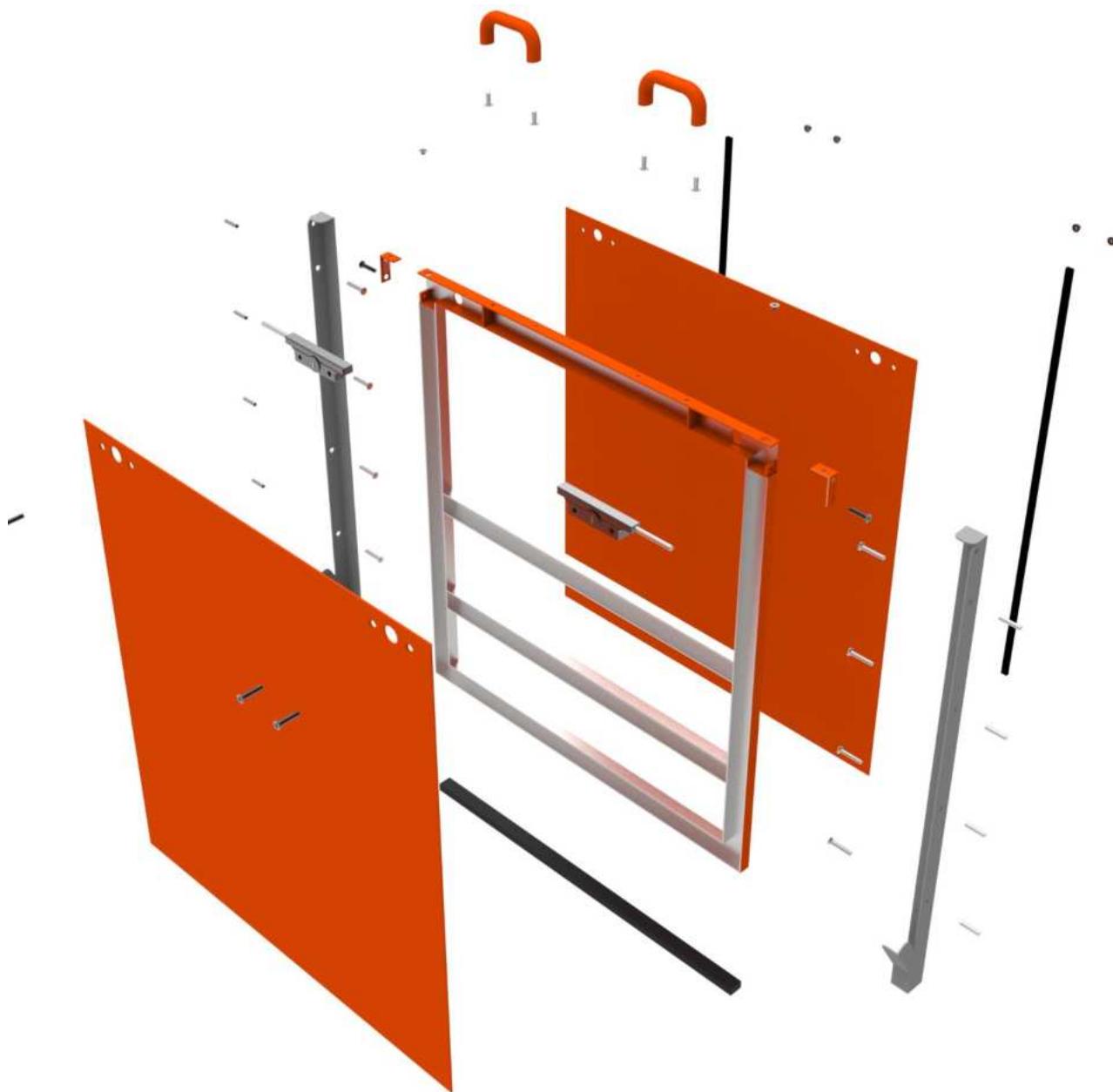


Figura 107 - Vista Explodida. Fonte: Elaboração própria.

4.1 – Elementos da alternativa selecionada

4.1.1 – Elementos projetados

CHAPA FRONTAL E POSTERIOR

Composta por uma chapa de alumínio 3mm liga 5052, as chapas frontais e posteriores possuem duas funções: ser o primeiro combate a carga que a água fará numa situação de enchente e ser o envoltório da estrutura e todos os componentes que ficam instalados dentro da comporta, oferecendo proteção a eles. A chapa auxilia na distribuição da carga que a água fará sob toda a comporta, como a chapa frontal é o primeiro componente a entrar em contato, ela é responsável por distribuir a carga para a moldura estrutural.

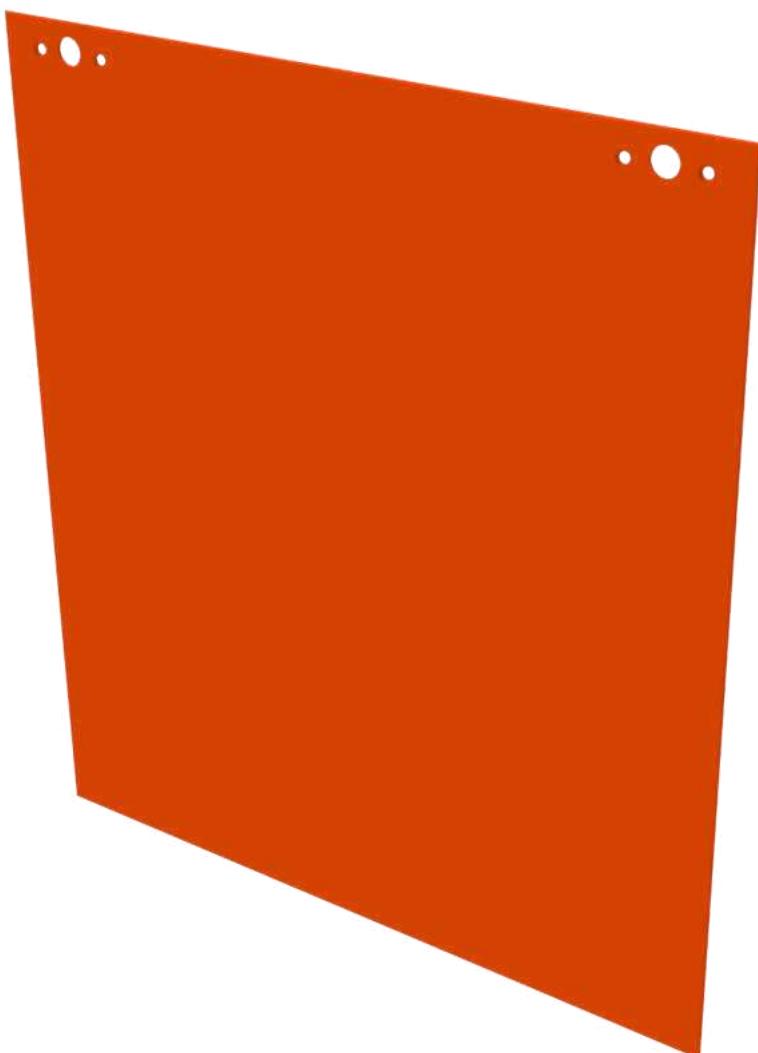


Figura 108 - Chapa frontal e posterior. Fonte: Elaboração própria.

MOLDURA ESTRUTURAL

A moldura estrutural é um conjunto de perfis em U, unidos através de soldas, feitos de alumínio 25 x 50 mm liga 5083. Esse componente é um dos mais importantes do projeto, visto que ele dá estruturação e resistência mecânica à comporta, fazendo o maior combate a carga da água de uma enchente, impedindo o objeto de fletir. A moldura estrutural possui uma rosca (1) feita através de uma broca do tipo macho, que pode ser realizada tanto de forma manual ou com furadeira, para o aparafusamento da tampa lateral.



Figura 109 - Moldura estrutural. Fonte: Elaboração própria.

Isto posto, para seu dimensionamento diversas consultorias com o Engenheiro Otto Araujo foram realizadas e por se tratarem de cálculos estruturais apenas com o auxílio de um técnico foi possível chegar no resultado final. Entretanto, dados eram necessários para esse profissional analisar. Logo, simulações em Computer-aided Design (CAD) foram feitas com o perfil em U voltado para frente, um perfil em U voltado para trás e um tubo de seção retangular, para saber qual das três opções se adequaria melhor ao projeto. As simulações em CAD foram feitas conforme orientação do engenheiro, respeitando a carga que uma enchente pode fazer num sistema como esse. A simulação é encontrada nas figuras 110, 111 e 112.

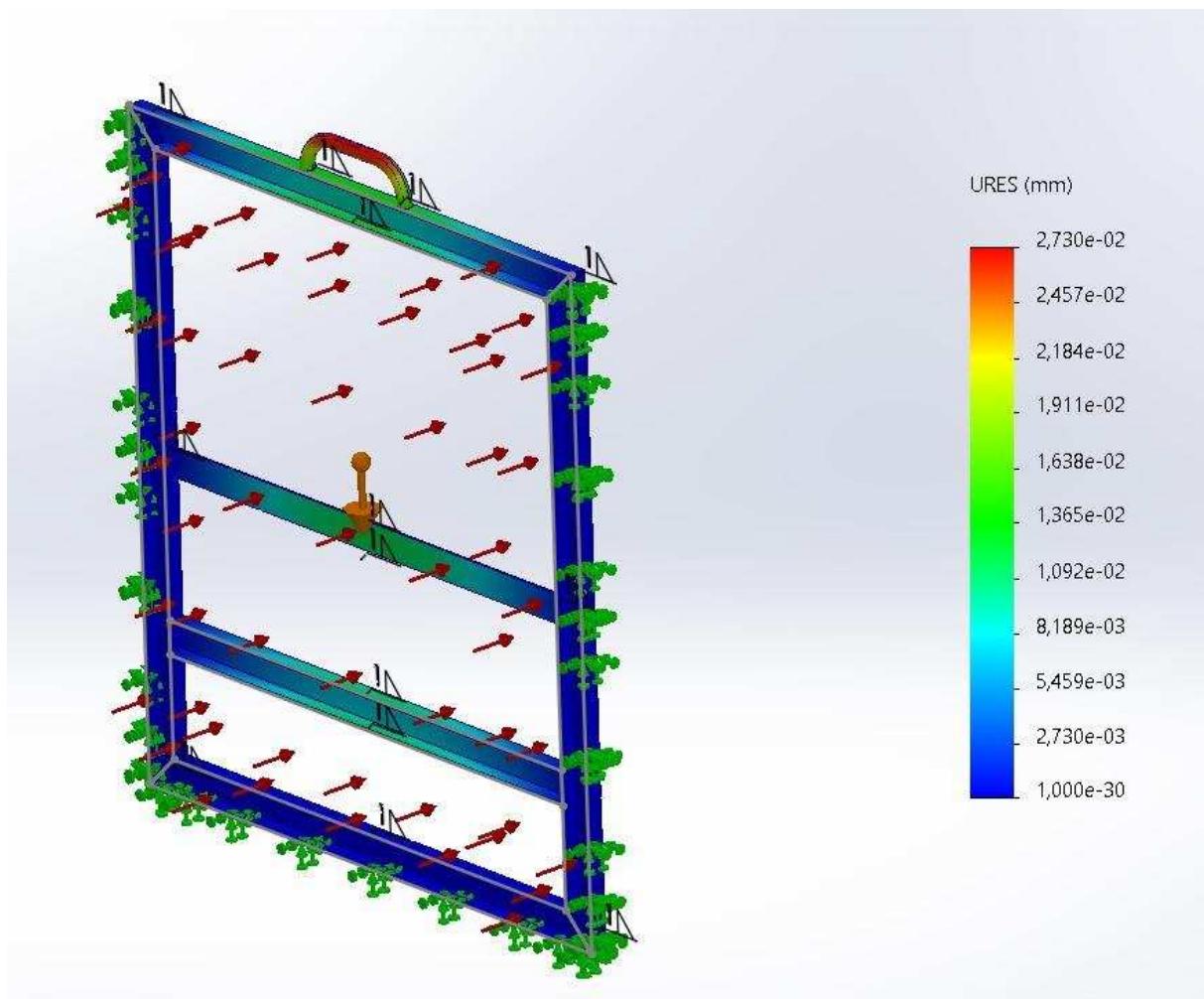


Figura 110 - Simulação em CAD com perfil em U voltado a frente. Fonte: Elaboração própria.

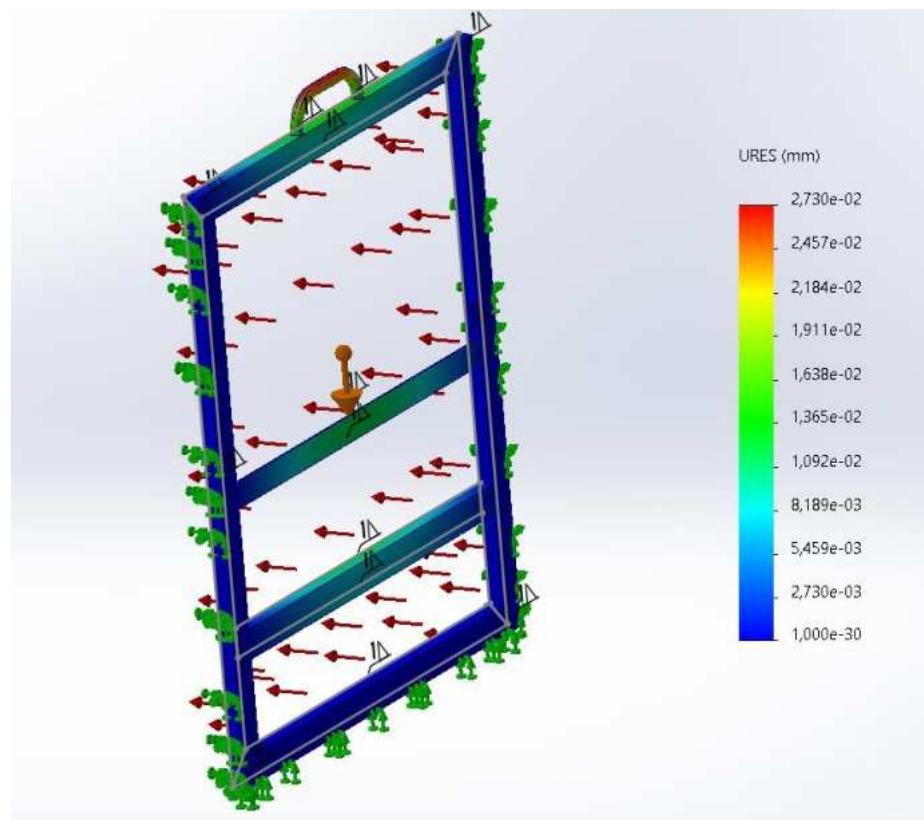


Figura 111 - Simulação em CAD perfil em U voltado para trás. Fonte: Elaboração própria.

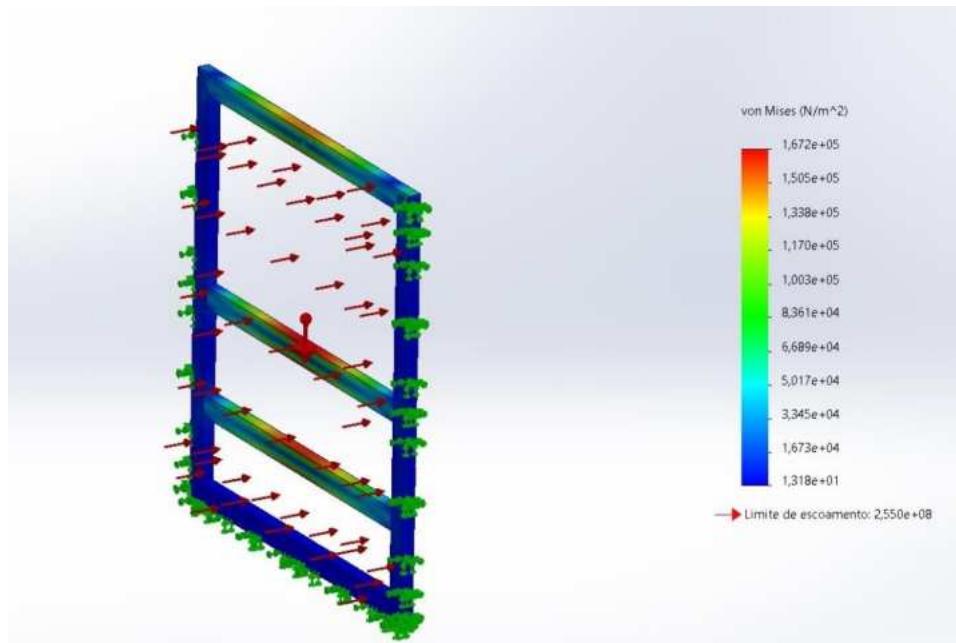


Figura 112 - Simulação em CAD com tubo de seção retangular. Fonte: Elaboração própria.

Com base nas simulações em CAD foi possível ver o deslocamento e a deformação que os perfis sofrem, sendo isso mais intenso no perfil tubular de seção retangular. Esses testes foram levados ao

engenheiro e com base neles foi possível concluir que o perfil em U voltado para frente é o mais adequado ao projeto. As vigas são posicionadas de forma que deem melhor sustentação à comporta, visto que a coluna de água sempre fará maior pressão no ponto mais inferior. Portanto, foi inserida uma viga no meio (2) e uma no ponto médio entre o meio e a parte inferior (3) da comporta, para combater a carga que a água faz nesse ponto mais abaiixo.

Assim sendo, como a comporta possuirá fabricação sob medida, é fundamental indicar como o projeto deverá seguir em caso de vãos maiores. Para tanto, novas consultas com o engenheiro Otto foram realizadas e a indicação é fazer um pilar de perfil em U a cada metro da comporta, conferindo assim resistência ao produto. A figura 113 ilustra como acontece essa estruturação, sendo os perfis em U na cor cinza e a chapa na cor laranja.

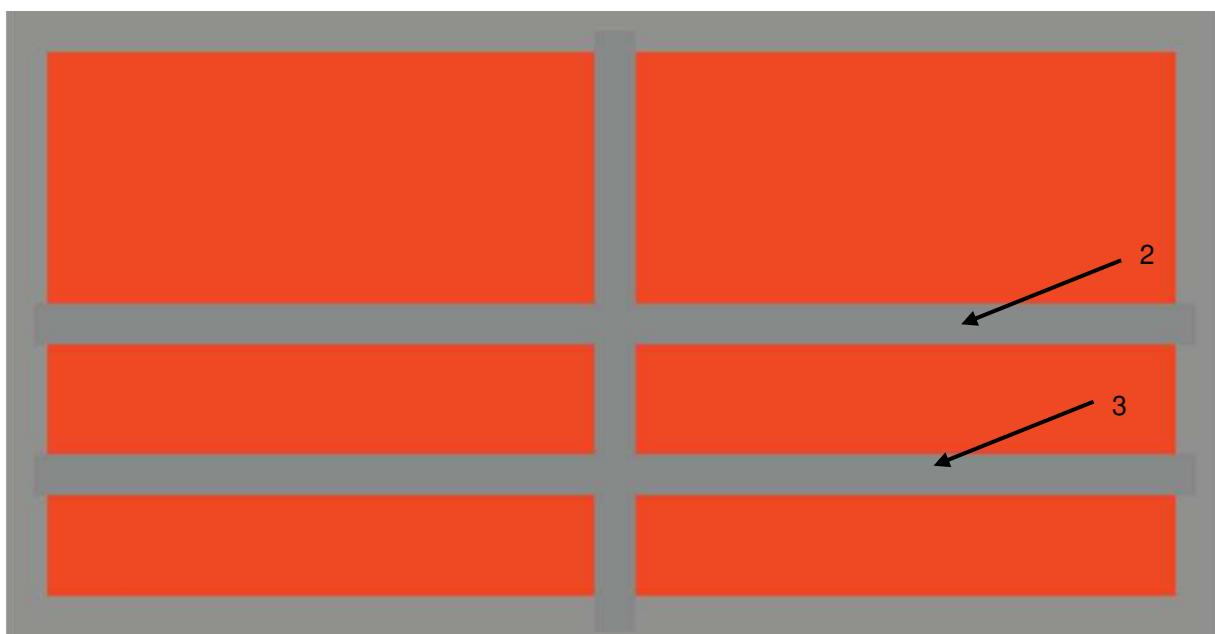


Figura 113 - Estrutura da comporta em vãos maiores. Fonte: Elaboração própria.

TAMPA LATERAL

A tampa lateral serve como um elemento removível para ter acesso ao interior da estrutura. Feita de alumínio 3mm liga 5052, ela permite com que a fechadura lateral, que fica embutida no interior da comporta, seja removida para manutenção. Ela interage com a moldura estrutural e é aparafusada na mesma, possuindo uma rosca no seu furo superior. Por dentro da tampa, onde fica o casulo da fechadura, será recebido acabamento em poliureia, o qual falaremos mais à frente no item 4.2.3.

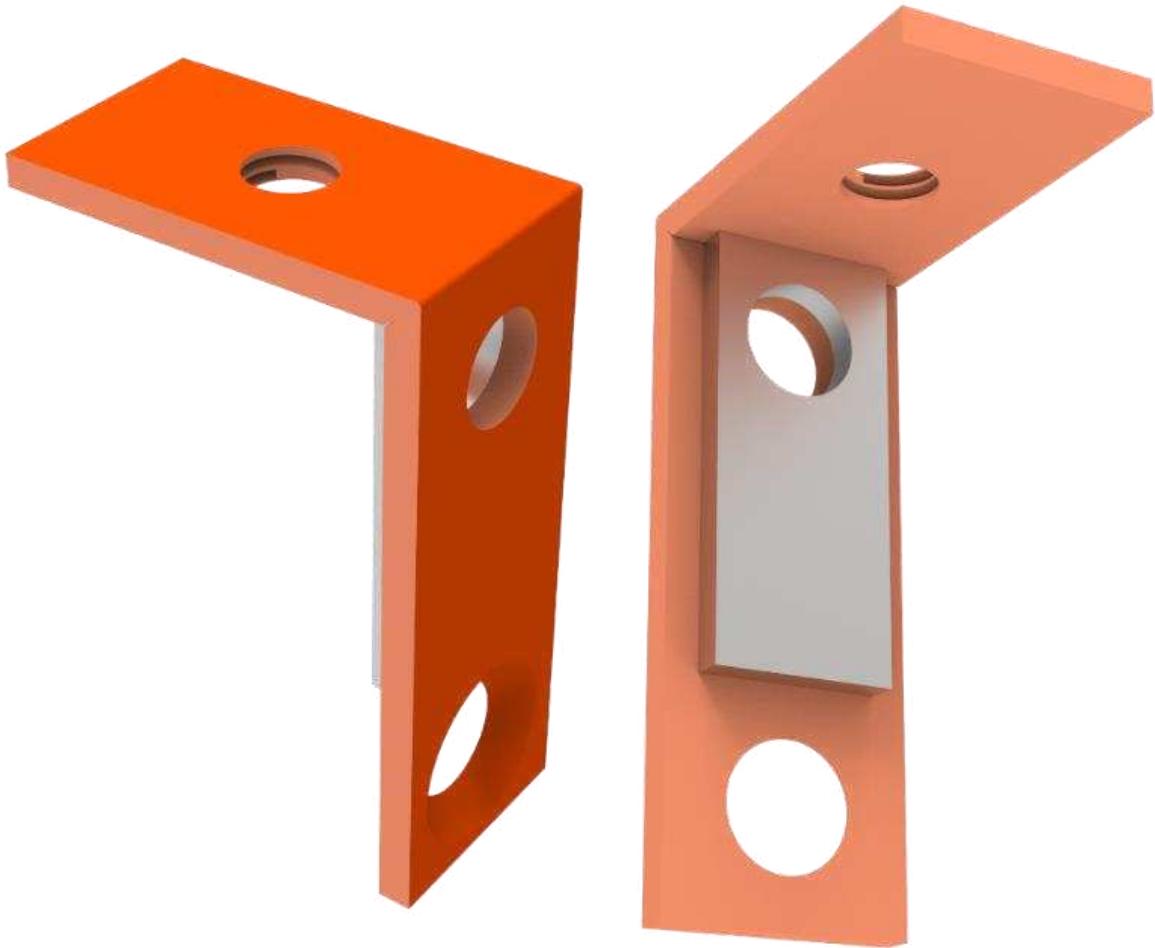


Figura 114 - Tampa lateral. Fonte: Elaboração própria.

PERFIL DE ANCORAGEM

Compostos de Aço 3mm liga Al Si 316L, os perfis laterais de ancoragem fazem parte de todo o sistema de pressão, do sistema de trancamento e sistema de vedação da comporta. Seus batentes superiores travam a comporta de se movimentar verticalmente e seus batentes inferiores, em conjunto com a fechadura lateral, impedem da comporta se movimentar horizontalmente. O pino da fechadura passa pelo perfil, garantindo maior resistência e segurança. A comporta entra pressionando os elastômeros nos perfis de ancoragem, gerando esmagamento da borracha e vedação.

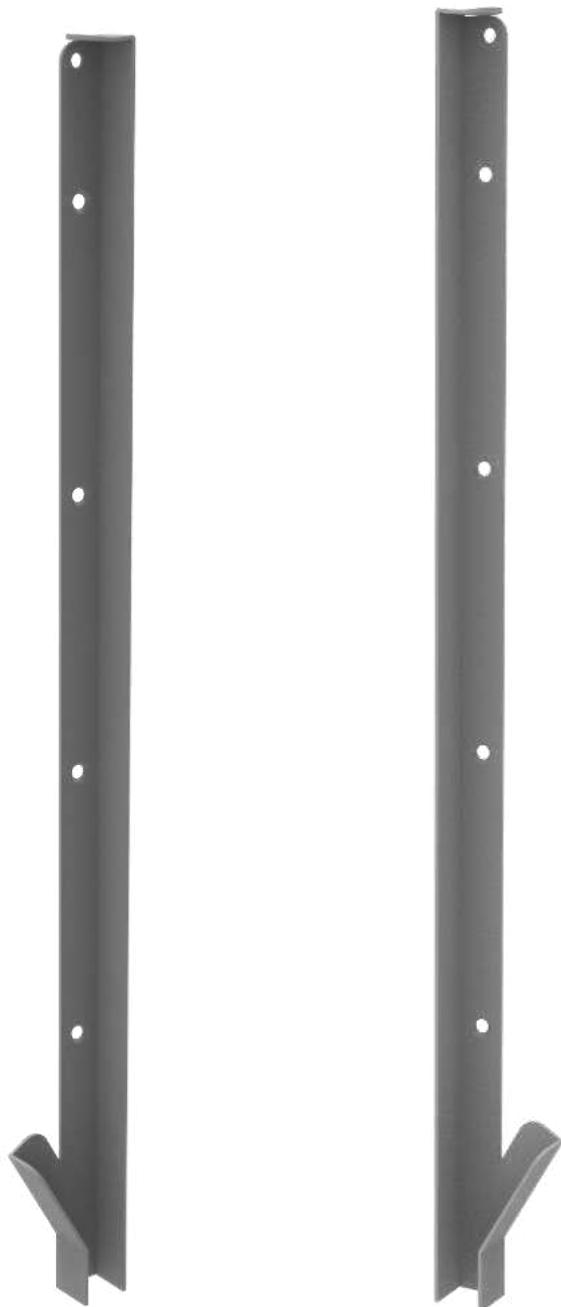


Figura 115 - Perfil de ancoragem. Fonte: Elaboração própria.

SUPORTE DE PAREDE

O suporte de parede, feito de Aço 3mm liga AISI 316L, é o meio de armazenamento da comporta. Nele, quando a comporta está em desuso, ela permanece armazenada e segura contra desgastes vindo de diversas fontes. Idealmente a comporta deve ser armazenada no interior de casas e lojas. A figura que ilustra o suporte de parede é encontrada na próxima página.



Figura 116 - Suporte de parede. Fonte: Elaboração própria.

4.1.2 – Itens de série indicados

ELASTÔMEROS

Os elastômeros são o sistema de vedação da comporta, é através do esmagamento deles que a estanqueidade é gerada e ele atua junto com o sistema de pressão. Para essa tarefa selecionou-se uma borracha que seja resistente a abrasão, a exposição ao sol e, sobretudo, que vede muito bem a água. Para a seleção deste material, diversos contatos com fornecedores e lojistas foram realizados e um teste com amostras de borrachas foi elaborado, para verificar a resistência a abrasão. Portanto o material escolhido foi a borracha EPDM Sólida 40 Shore A, e o teste com esse material é mostrado no item 4.2.1, sobre materiais.



Figura 117 - Elastômero EPDM. Fonte: <https://seashorerubber.com/epdm/epdm-solid-rubber-square-cord-strip-profiles-for-engineering/>

PARAFUSOS, PORCAS e BUCHAS

Para a fixação entre componentes, e entre peças e paredes, optou-se por parafusos convencionais do tipo Phillips, sendo todos os parafusos de tamanho M8 com passo de rosca 1,25mm. Para fixar os suportes de parede e perfis de ancoragem, utiliza-se de parafusos com ponta, e tamanho 50mm. Para a fixação da fechadura dentro da estrutura da comporta e um dos dois parafusos da fixação da tampa lateral, utiliza-se tamanho 40mm. Para a Alça utiliza-se um parafuso de 20mm. Por fim o parafuso superior da tampa lateral possui 9mm de altura, sendo esse um parafuso cortado. Para fixar os perfis na parede utiliza-se de buchas M8 com 40mm de comprimento. As porcas são utilizadas para travar os parafusos da fechadura, na parte posterior da comporta.



Figura 119 - Parafuso Phillips M8 Cabeça Chata com ponta. Fonte: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-4214534718-parafuso-inox-42x38-cabeca-chata-phillips-500u-deck-madeira-_JM?

Figura 118 - Porca Sextavada M8.
Fonte: <https://www.parafusofacil.com.br/porcas/porca-sextavada/porca-sextavada-ma-8-1-25-chave-13-aco-classe-8-8-zincado-trivalente/>



Figura 120 - Bucha de Parede M8. Fonte: <https://www.casadoroadie.com.br/bucha-de-parede-para-fixacao-8mm>

FECHADURA LATERAL

A fechadura lateral é um componente que participa de dois sistemas da comporta, o primeiro é o sistema antifurto e o segundo é o sistema de pressão. No antifurto a fechadura impede a comporta de ser roubada. No de pressão, uma vez que o usuário faça pressão na comporta e adeque ela dentro dos perfis de ancoragem, o pino da tranca ficará concêntrico com o furo no perfil e na parede, sendo assim possível de tranca-la, mantendo a comporta no lugar, sendo impossível de movê-la.



Figura 121 - Fechadura lateral. Fonte: https://www.amazon.com.br/Fechadura-Cadeado-Porta-A%C3%A7o-Lateral/dp/B09V1R29YX/ref=asc_df_B09V1R29YX/?

ALÇA DE BAQUELITE

Para a alça de transporte, optou-se por uma alça de baquelite, com tamanho adequado a ergonomia da tarefa. O baquelite é um material super resistente mecanicamente e a ações da natureza. Sua fixação se realiza através de parafusos de forma interna na comporta, também M8, sendo tudo na comporta realizado com apenas um tipo de broca. O parafuso recebe um adesivo trava roscas¹⁰, com a finalidade da rosca não afrouxar com vibrações e variações térmicas.



Figura 122 - Alça de baquelite. Fonte: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1797765062-puxador-cabo-alca-de-baquelite-140-mm-rosca-m-8-c-4-peças-_JM?

¹⁰ Loctite trava roscas - https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1896683279-loctite-2760-trava-rosca-tf-10g-henkel-_JM?

4.2 – Descrição dos materiais, processos e acabamentos

A seleção de materiais, processos e acabamentos dentro de um projeto é determinante para o produto como um todo, desde sua forma até o seu custo. As características de cada material, com diversas variações dentro de uma mesma matéria prima, os processos aos quais podem ser submetidos e os seus custos limitam o projeto para que ele saia do virtual e seja fabricado no mundo real.

Portanto, por se tratar de uma comporta contra enchente, a seleção dos materiais se torna um pouco mais complexa por diversos fatores. Por ter que combater a carga da água, deve-se possuir alta resistência mecânica e resistência à oxidação. Deve ser leve, como vimos anteriormente, para facilitar o manuseio e uso por parte de seu usuário. Conforme o armazenamento da comporta podendo ser em áreas externas, por conta de falta de espaço em estabelecimentos comerciais, a materialidade da comporta deverá ser selecionada de acordo com a resistência contra ações degradantes da natureza e ações humanas, pois a comporta também ficará instalada durante a noite.

Logo, buscou-se selecionar materiais que possuem essas características citadas acima, utilizando de processos de serralheria, por diminuição de custos e possibilidade de fabricação em serralheiros locais, tornando assim o produto equiparado com a expectativa comercial do usuário. Dessa forma, o projeto estaria mais próximo de uma realidade de fabricação e não apenas conceitual.

4.2.1 – Materiais

ALUMÍNIO

O alumínio é presente na maior parte da comporta e sua seleção se dá através de diversas características que esse material possui. Sendo um material bastante resistente a oxidação e leve, mas exigindo um esforço maior para sua estruturação, devido a sua maleabilidade. Para a comporta temos as chapas e perfis estruturais que compõem a moldura, fabricados de alumínio.



Figura 123 - Perfis de alumínio. Fonte: <https://www.terametais.com.br/chapas-e-perfis-aluminio/#group1-2>

Portanto, para os perfis de 25x50mm com 3mm de espessura, utilizou-se da liga 5083, material esse amplamente utilizado nas industriais navais e marítimas, por conta da composição que possui um teor maior de magnésio e adições de manganês e cromo, dando características interessantes ao material, como aumento de resistência mecânica, melhoria de trabalhabilidade, resistência à corrosão, boa soldabilidade e redução de seu peso. Todas essas características são essenciais ao projeto.

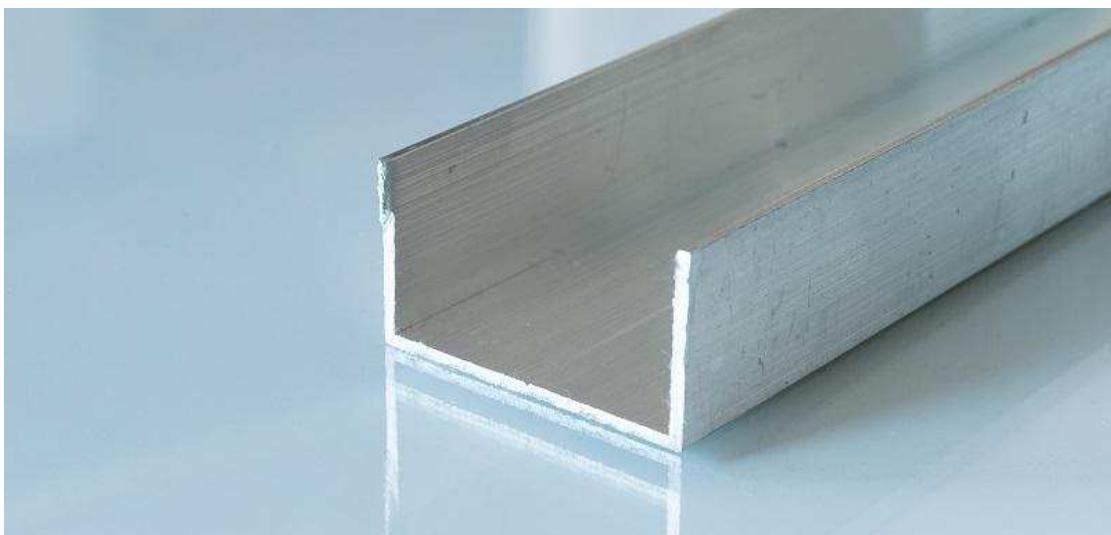


Figura 124 - Perfil de alumínio. Fonte: <https://www.aleluiaaluminio.com.br/produtos/perfis-de-aluminio/perfis/perfil-u-abas-desiguais>

Para as chapas, optou-se pela liga 5052, também com um teor maior de magnésio, sendo amplamente utilizada em ambiente marinhos. As características dessa liga são idênticas a da liga 5083, mas a sua fabricação de chapas é mais facilmente encontrada e mais disponibilizada no mercado, garantindo assim diminuição de custos. A chapa de alumínio liga 5052 é comercializada em diversos tamanhos, desde 2000x1100mm a 3000x1100mm, logo, para o projeto optou-se pela espessura de 3mm, garantindo maior resistência mecânica nos vãos da comporta onde não haverá estrutura.

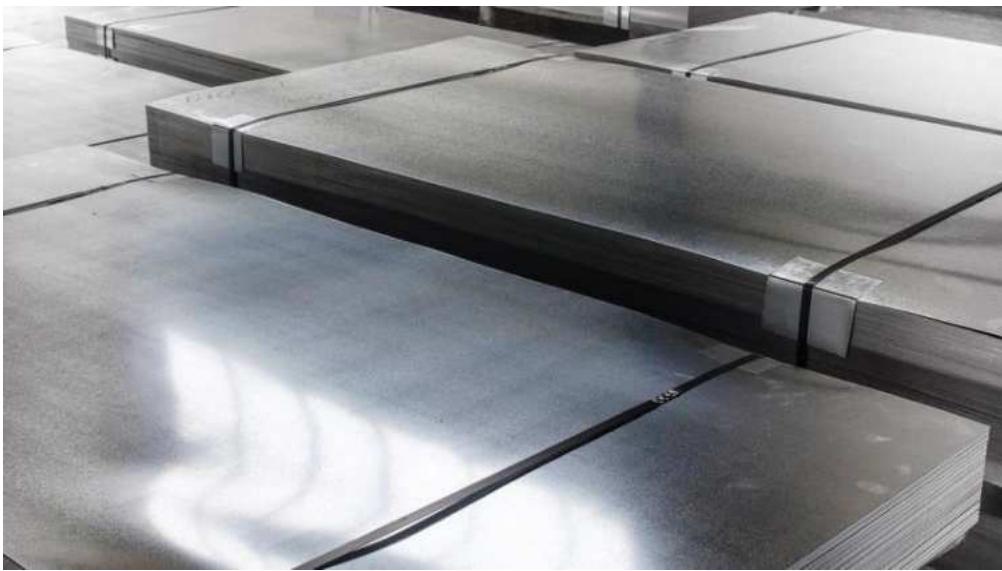


Figura 125 - Chapas de alumínio liga 5052. Fonte: <https://www.imperiodosmetais.com.br/blog/chapas-de-aluminio/chapa-de-aluminio-5052-vantagens-e-aplicacoes/>

A seleção destes materiais assegura alta durabilidade ao produto, tornando-o leve e resistente à diversos agentes.

AÇO

Para os elementos que vão na parede, optou-se pelo aço inox de liga AISI 316L, por conter maior resistência mecânica. Aço Inox possui ainda em sua composição pelo menos 10,5% de Cromo para uma melhor resistência à corrosão¹¹. Essa característica faz com que seja bastante usado em diversas indústrias, como construção naval e civil e instrumentos cirúrgicos¹². Seu custo é superior ao do aço inox 304, mas justificável por conta de suas propriedades

¹¹ ABI NOX - <https://abinox.org.br/abc-do-aco-inox/>

¹² SVERDRUP STEEL - <https://www.sverdrupsteel.com/pt/products/austenitic-alloys/alloy-1-4404-uns-s31603-316l#:~:text=em%20estado%20orneado.-,Aplica%C3%A7%C3%B5es,residuais%20e%20ind%C3%BAstria%20de%20tubagens.&text=Solu%C3%A7%C3%A3o%20reconizada%20e%20saciada%20no%20ar%20ou%20na%20%C3%A1gua.>



Figura 126 - Chapa de aço Liga AISI 316L. Fonte: <https://www.maxfer.com.br/chapa-inox-316l/>

Os perfis de ancoragem ficarão fixos, não precisando necessariamente serem leves e sim muito resistentes pois eles serão o fluxo final da carga da comporta para a alvenaria. Por isso, devem ser construídos com um material adequado. Essa liga possui características que buscamos, como alta resistência a corrosão, alta resistência mecânica e facilidade de soldagem, usinagem e conformação.

Para tanto, serão trabalhadas chapas, que serão cortadas e dobradas para formarem o perfil lateral. Isso acontece por conta de o perfil conter um design específico dos batentes e da espessura da comporta, onde não foi possível encontrar um perfil em mercado que atendesse. Para o suporte de parede utiliza-se também das chapas, para um aproveitamento do mesmo material. As chapas são encontradas em diversos tamanhos de 1000x2000mm a 6000x2000mm e também sob medida. A espessura indicada é o mesmo da comporta, sendo que, segundo o engenheiro Otto, seria o suficiente para suportar a carga que passará através dela.

ELASTÔMERO

Para a vedação da comporta é preciso selecionar uma borracha que seja resistente a diversos fatores, como a abrasão, corrosão e ações da natureza. Para tanto, diversos contatos com fornecedores de elastômeros foram realizados, para entender qual das borrachas seria a mais indicada. Segundo os

fabricantes, a borracha que melhor se adequa é a borracha EPDM, que possui excelente resistência às condições climáticas adversas, mantendo suas propriedades elásticas e de vedação, possui também uma durabilidade maior em relação a outras borrachas comumente usadas em portas, e possui maior resistência a abrasão.

Entretanto, ainda é necessário fazer a seleção do tipo da borracha entre o expandido¹³ e o sólido¹⁴. Para tanto, realizou-se um teste de abrasão com variadas borrachas, para entender qual tipo é mais resistente e durável. O teste consiste de arrastar as borrachas em um chão áspero, de concreto.

A cada ciclo de desgaste foram tiradas notas de como o material se comportou, sendo essa tarefa uma rodada.



Figura 127 - Teste de abrasão com amostras de elastômeros. Fonte: Elaboração própria.

¹³ CELPAN - <https://www.celpan.com.br/borracha-expandida-para-fins-industriais/#:~:text=Usada%20para%20diversas%20finalidades%20a,%20sua%20durabilidade%20e%20conforto.>

¹⁴ 3DVEDACOES - <https://3dvedacoes.com.br/perfil-de-borracha-solido#:~:text=O%20perfil%20de%20borracha%20s%C3%A3o%20utilizado%20para,%20vi-bra%C3%A7%C3%A1s%20de%20m%C3%A3oquinas.>

Antes da tabela em si, serão exibidas as amostras de cada borracha, enumeradas, sendo a primeira borracha a expandida A, a segunda expandida B, a terceira expandida C, a quarta expandida D, a quinta EVA E, a sexta EVA F, a sétima silicone e a oitava EPDM automobilístico. A motivação de possuir diversas amostras das expandidas e do EVA é para entender se a espessura do material influencia no teste. A tabela contendo o teste de abrasão é encontrada após as imagens.

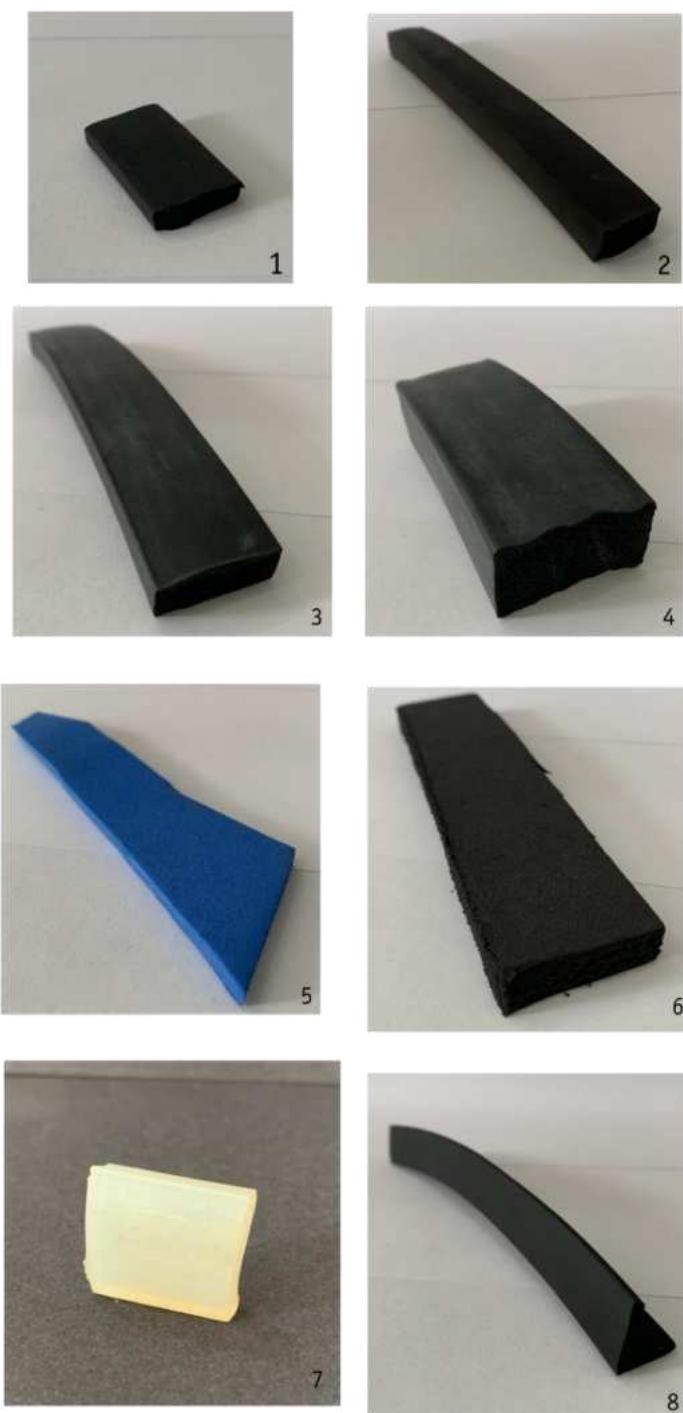


Figura 128 - Amostras de borrachas diversas. Fonte: Elaboração própria.

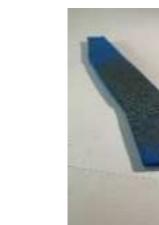
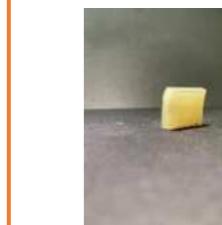
MATERIAL								
	Expandido A	Expandido B	Expandido C	Expandido D	EVA E	EVA F	EPDM	Silicone
Rodada 1	Danificou, apresentando pouca resistência	Material ficou riscado, sem danos	Material ficou riscado, sem danos	Material ficou riscado, sem danos	Material riscado, mas sem danos aparentes	Nada	Nada	Material com poucos riscos
Rodada 2	Camada externa rompida, material mais riscado	Material ainda mais riscado	Material ainda mais riscado	Material ainda mais riscado	Material ainda mais riscado, esfarelando	Material ainda mais riscado, esfarelando	Nada	Material ainda mais riscado, porém, integral
Rodada 3	Camada externa ainda mais rompida, material apresentado ainda mais riscos	Material começar a esfarelar a camada externa, ainda mais riscos aparentes	Material ainda mais riscado	Material ainda mais riscado	Área de maior pressão com maior desgaste criando uma vala	Material esfarelando ainda mais	Começou a riscar, sentindo no tato	Material ainda mais riscado
Rodada 4	Mais danificado, aumento da área danificada	Mais riscos aparentes e maior área de danos	Material ainda mais riscado	Material ainda mais riscado e puído	Material esfarelando ainda mais	Material esfarelando ainda mais	Material ainda mais riscado	Material ainda mais riscado e começou a esfarelar
Rodada 5	Aumento da área com dano	Área de maior pressão com perda da camada externa	Material ainda mais riscado	Material ainda mais riscado, começando a puir	Material riscado esfarelando ainda mais, perdendo espessura	Material riscado esfarelando ainda mais, perdendo espessura	Material ainda mais riscado	Material ainda mais riscado perdendo camada externa
Rodada 6	Nada mudou	Área de maior pressão com mais perda da camada externa	Material ainda mais riscado	Material mais puído	Material riscado esfarelando ainda mais, perdendo espessura	Material riscado esfarelando ainda mais, perdendo espessura	Material ainda mais riscado	Material ainda mais riscado perdendo camada externa
Rodada 7	Maior área danificada	Área de maior pressão com mais perda da camada externa	Material ainda mais riscado	Material ainda mais riscado e Puído	Material riscado esfarelando ainda mais, perdendo espessura	Material riscado esfarelando ainda mais, perdendo espessura	Material ainda mais riscado	Material ainda mais riscado perdendo camada externa

Tabela 2 - Teste de abrasão em elastômeros.

Conforme a tabela de teste de abrasão, o elastômero EPDM sólido saiu-se com o melhor resultado em relação as borrachas expandidas, EVA e silicone, não sofrendo dano algum nas duas primeiras rodadas e apenas ficando riscado ao final do processo. Logo, é preciso determinar agora a dureza Shore A¹⁵ da borracha. Para tanto, os contatos com fornecedores se intensificaram neste momento, incluindo com os fabricantes de borracha. Após esse contato, entendeu-se que a borracha deverá ser macia e flexível, com a finalidade de conformar-se às irregularidades do solo durante a instalação da comporta, visto que os pisos em que pode ser inserida podem ser desiguais.



Figura 129 - Elastômero EPDM sólido. Fonte: <https://www.shidarubber.com/all-about-epdm-rubber-properties-applications-and-uses/>

Portanto, uma dureza shore A mais baixa seria indicada ao projeto, sendo a 40 adequada a aplicação. Após o teste de abrasão e o contato com os fornecedores foi possível a correta escolha do material de vedação. Esse material pode ser encontrado em perfis diversos e em formato de manta, sendo pro projeto indicado perfis de 19x32mm e 8x15mm, encontrados no mercado nacional.

¹⁵ J-FLEX - <https://www.j-flex.com/pt/como-a-dureza-da-borracha-e-medida-o-que-significa-dureza-shore/>

Espessura (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Largura (mm)
3 mm	10 mm	6 mm	19 mm	10 mm	15 mm
3 mm	13 mm	6 mm	25 mm	10 mm	19 mm
3 mm	15 mm	6 mm	32 mm	10 mm	25 mm
3 mm	19 mm	6 mm	38 mm	10 mm	32 mm
3 mm	25 mm	6 mm	50 mm	10 mm	38 mm
3 mm	32 mm	8 mm	10 mm	10 mm	50 mm
3 mm	38 mm	8 mm	15 mm	13 mm	15 mm
5 mm	10 mm	8 mm	19 mm	13 mm	19 mm
5 mm	15 mm	8 mm	25 mm	13 mm	25 mm
5 mm	19 mm	8 mm	32 mm	13 mm	32 mm
5 mm	25 mm	8 mm	38 mm	13 mm	38 mm
5 mm	32 mm	8 mm	50 mm	13 mm	50 mm
5 mm	38 mm	19 mm	32 mm	15 mm	19 mm
5 mm	50 mm	19 mm	38 mm	15 mm	25 mm
5 mm	75 mm	19 mm	50 mm	15 mm	32 mm
6 mm	10 mm	25 mm	32 mm	15 mm	38 mm
6 mm	15 mm	25 mm	38 mm	19 mm	25 mm

Figura 130 - Tabela com diversas medidas de perfis de borracha EPDM sólida. Fonte: <https://www.lojaf.com.br/borracha-e-silicone/tira-de-borracha-maci%C3%A7a?c=borracha-cord%C3%B5es-perfis-e-tarugos-%C3%B3lidos-e-esponjosos>

4.2.2 – Processos

Importante citar que para os fins comerciais do projeto, foi concebido que todos os sistemas, os processos e componentes do produto, podem ser executados dentro de uma serralheria local, alinhando às expectativas financeiras do consumidor. Por conta disso, todos os processos da comporta são de simples execução, podendo ser realizados por profissionais locais. Um outro fator que corrobora a essa afirmação é a escala de produção de comportas, que não chega a milhares.

A comporta ainda assim deverá ser fabricada sob medida e encomenda, por questões dos mais variados designs de portas, portões e aberturas de lojas, para possuírem um perfeito encaixe e execução do projeto in loco, minimizando possíveis disparidades que projetar uma comporta geral ocasionaria, a exemplo de mau encaixe e comprimento, má vedação de seu sistema etc.

USINAGEM

A fabricação da comporta envolve processos simples de serralheria, com cortes e dobradas de chapas e perfis, em primeiro momento. A usinagem pode ocorrer de diversas formas, desde as mais tradicionais com serras de meia esquadria, esmerilhadeira e furadeira até formas mais avançadas tecnologicamente, como corte por punctionadeira e corte a laser. A usinagem deverá ser aplicada nos perfis da moldura estrutural e nas chapas de aço e alumínio.



Figura 131 - Corte por puncionadeira. Fonte: <https://www.portinarimetalurgica.com.br/corte-puncionadeira.php>

DOBRA

Assim como a usinagem da comporta, as dobras podem ser realizadas com maquinário mais tradicional ou com dobradeiras industriais, sendo elas utilizadas para a fabricação dos perfis de ancoragem e suportes de parede.



Figura 132 - Trabalho com dobradeira de chapas. Fonte: https://br.freepik.com/fotos-premium/trabalho-com-chapas-e-dobradeiras-especiais-prensa-dobradeira-hidraulica-ou-dobra-deira-para-chapas-de-metal_15349344.htm

Para as tampas de alumínio que envolvem o casulo da comporta um processo mais manual deverá ser executado. Consiste de um corte pequeno com uma esmerilhadeira, utilizando um tubo como gabião. Esse corte visa não embarrigar e nem formar uma curva na dobra, podendo assim a peça ser dobrada a 90º. A figura 133 ilustra o corte e dobra.



Figura 133 - Corte a 90º com rebaixo. Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=5IfZGZRfIII>

SOLDAGEM

A soldagem é um dos processos mais importantes e comuns dentro da serralheria, sendo utilizado na fabricação e recuperação de peças, equipamentos e estruturas metálicas. O processo consiste na junção de duas partes metálicas utilizando o calor como fonte. Após a usinagem e conformação de seus componentes, a comporta deverá ser montada através do processo de soldagem em aço e alumínio. O ferramental dos dois materiais é diferente, cabendo ao serralheiro possuí-los para a montagem do produto. A soldagem é aplicada na moldura estrutural, nas chapas frontais e posteriores, na tampa lateral, nos perfis de ancoragens e suportes de parede, cada um desses respeitando seu respectivo ferramental, de acordo com o material.

A solda indicada ao projeto é o do tipo Tungsten Inert Gas (TIG), que envolve o uso de um arco elétrico com eletrodo de tungstênio não consumível e o metal de base. Para o gás, é utilizado o argônio, com função de proteger a poça de fusão contra contaminação. Deve-se respeitar o tempo de soldagem de cada um dos materiais, bem como todas as etapas de preparação para as peças serem soldadas. A soldagem confere uma união firme, vedada e resistente ao sistema, com garantias industriais, sendo a forma de união entre os componentes metálicos.

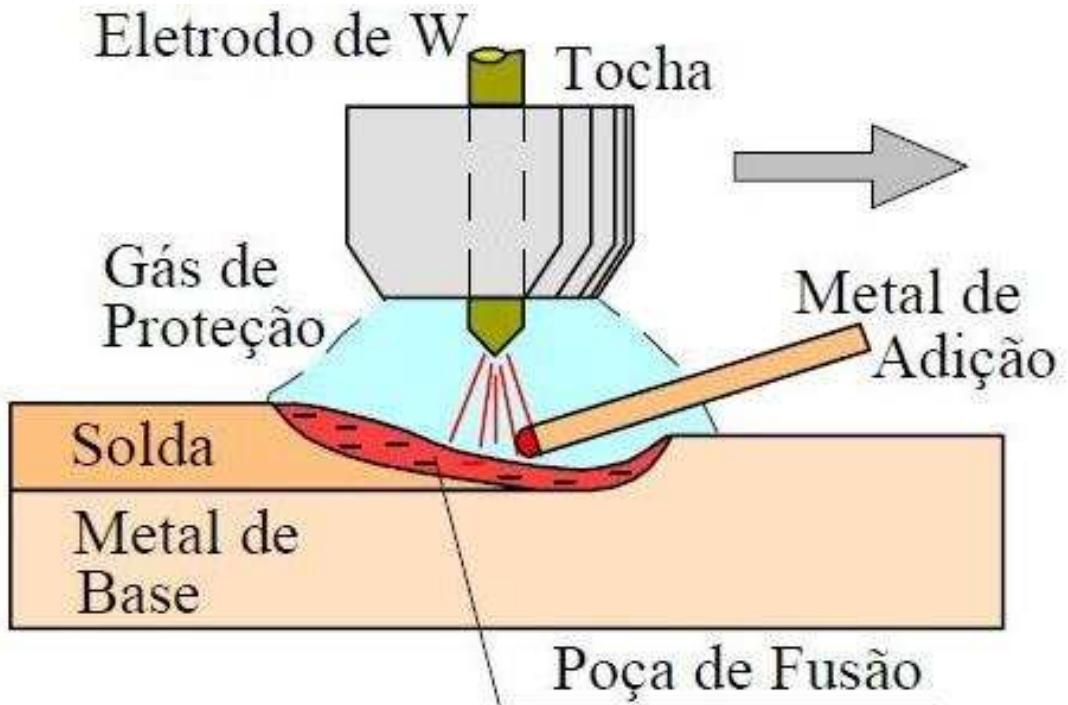


Figura 134 - Processo de solda TIG. Fonte: <https://infosolda.com.br/851-trabalho-pratico-tecnica-operatoria-da-soldagem-gtaw/>

ADESIVAGÃO

Após toda a carcaça da comporta estar usinada, conformada e soldada, temos o processo de adesivação após a aplicação do acabamento, colando o elastômero EPDM na comporta. A adesivação é realizada através da cola de Poliuretano (PU), que é um material que adere a uma ampla gama de materiais, inclusive na poliureia (ver item 4.2.3), não reagindo quimicamente com ela. É um adesivo resistente a água e a diversos agentes e com boa durabilidade.



Figura 135 - Adesivo de PU. Fonte: <https://www.cec.com.br/tintas-e-acessorios/adesivos-e-colas/cola-pu-fix-branco-alta-performance-400g?>

4.2.3 – Acabamentos

O acabamento da comporta é realizado através da aplicação de poliureia. Esse material é um polímero termoplástico pertencente à classe dos poliuretanos e sua composição é resultado da reação química entre um diisocianato e uma diamina. Esses dois componentes se combinam para formar a estrutura da poliureia. As formas de combinação entre esses dois componentes garantem diferentes características e propriedades ao material, como maior resistência, maior ou menor flexibilidade, diversas cores e tipos de acabamento.



Figura 136 - Aplicação de poliureia. Fonte: <https://vnc.com.pt/produtos-da-vnc/poliureia/>

Esse material é amplamente utilizado em aplicações industriais e comerciais, sendo encontrado em piscinas, fábricas, lajes de prédios etc., conferindo propriedades importantes ao projeto. Sua alta capacidade de impermeabilização isolará a comporta de qualquer risco de entrada de água no sistema, incluindo no casulo da fechadura, onde deverá ser aplicada a poliureia. Esse acabamento ainda protege o sistema contra corrosão, abrasão, ações da natureza e contra impactos, sendo um acabamento de alta durabilidade, podendo chegar a trinta anos.

A poliureia adere bem a uma grande variedade de materiais, incluindo alumínio e aço, podendo ser aplicada em todos os componentes metálicos do projeto. Possui uma aplicação rápida, secando em questão de segundos e com uma grande variedade de cores e acabamentos.

A poliureia permite uma gama variada de texturas, como o acabamento liso e rugoso que podem ser obtidos de acordo com a composição, método de aplicação e acabamento posterior.

Esse material deve ser aplicado com um compressor, pulverizando-o sobre a comporta, entretanto deve-se aplica-lo com um maquinário adequado, visto a viscosidade do material. Para o projeto, esse processo deverá ser terceirizado, possuindo inúmeras empresas de aplicação de poliureia no Rio de Janeiro, incluindo atendendo in loco. Sua aplicação no projeto deverá buscar um acabamento liso em três cores propostas: O vermelho, o laranja e o cinza.



Figura 137 - Aplicação de poliureia com cor. Fonte: https://www.oimpermeabilizador.com.br/servicos_poliureia_poliuretano.php

A escolha das cores é motivada pelo fato da comporta ser um equipamento de segurança, que em casos de emergência deve ser avistado e todos seus sistemas entendidos com o máximo de clareza, por isso escolhemos o vermelho e laranja com bastante saturação, conforme a figura 138. Ainda assim, como cor padrão, optamos também pelo cinza, tornando a comporta mais neutra pros usuários que assim desejarem. Para os perfis de ancoragem e suporte de parede também foi selecionada a cor cinza, para que eles sumam no ambiente e não gerem impactos na arquitetura de lojas e residências.



Figura 138 - Cores padrões da comporta. Fonte: Elaboração própria.

4.3 – Descrição dos mecanismos de funcionamento e dos sistemas

Para compreender como a comporta funciona, cabe esclarecer questões relacionadas aos seus mecanismos e sistemas de funcionamento, ou seja, como a comporta de fato realiza a vedação em situação de uso.

A comporta possui um sistema de trava em três partes. A primeira trava é o batente inferior (1), que no momento em que a comporta entra pressionando o elastômero vertical, mantém a pressão horizontal na comporta. O batente inferior age em conjunto da fechadura, que é a segunda trava (2) e através de seu pino que fica na parte superior da comporta, trava a comporta de movimentar-se verticalmente e horizontalmente. Essas duas travas agem estancando a comporta em quatro partes, em cima e embaixo, de cada lado da comporta. A última trava é o batente superior (3), que impede a comporta de se movimentar verticalmente, pressionando a comporta para baixo, a fechadura também auxilia nesse processo dividindo a pressão e carga. O batente superior, por sua geometria, permite que a comporta saia com maior facilidade dos perfis, possibilitando o desencaixe. A figura 139 mostra esses três componentes.

A fechadura desempenha papel fundamental no sistema, impedindo a comporta de se movimentar verticalmente e horizontalmente, travando o objeto na pressão exercida, mantendo a estanqueidade.

Esse componente pode ser acionado tanto pela frente, quanto pela parte posterior da comporta, fazendo assim com que seja possível trancar e destrancar pela área externa e interna de qualquer ambiente. A guia também é fundamental para a instalação da comporta auxiliando o usuário encaixar no interior do perfil, sobretudo quando a instalação é interna onde a visibilidade é menor.

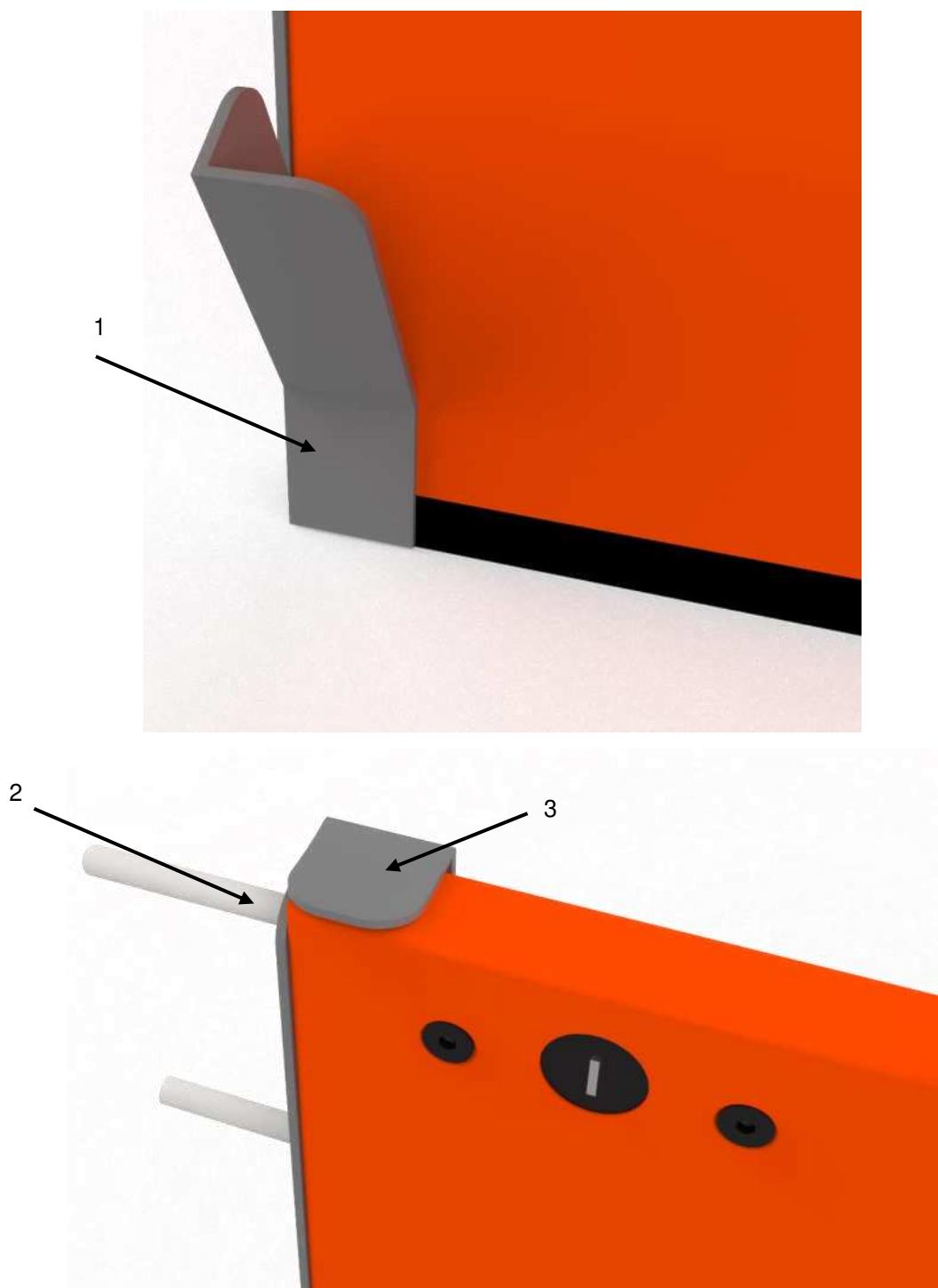


Figura 139 - Painel com travas da comporta. Fonte: Elaboração própria.

Conforme mostramos ao final do tópico 3.3, a comporta entra sob pressão nos perfis. Os elastômeros EPDM verticais e inferior, quando a comporta está instalada, sofrerão pressão constante, gerando a vedação do sistema. Para a remoção da comporta, uma nova pressão deverá ser realizada pelo usuário para movimentar a comporta dentro dos perfis e possibilitar a ejeção do objeto.

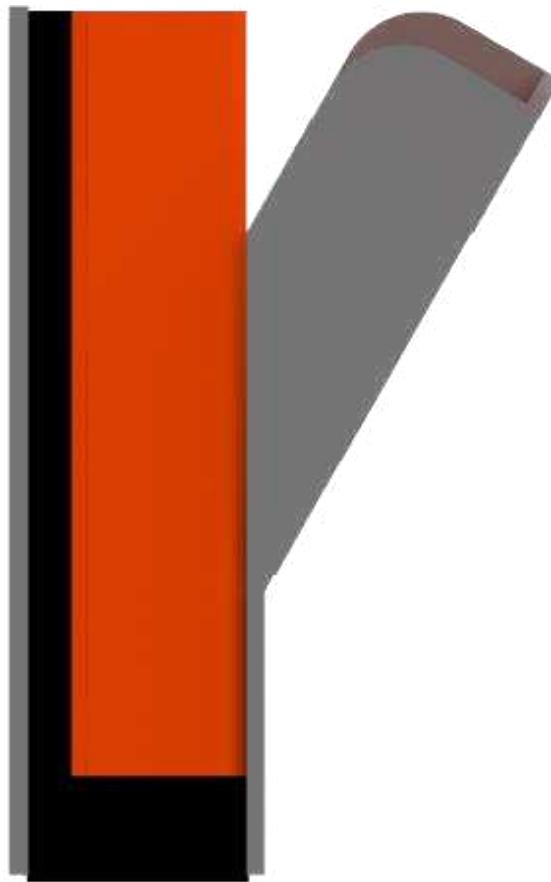


Figura 140 - Comporta dentro dos perfis. Fonte: Elaboração própria.

4.4 – Perspectiva explodida com partes e componentes

Para entender um pouco mais sobre a montagem do objeto e como os componentes interagem entre si, foi construída uma perspectiva explodida conjuntamente de uma tabela numerada com cada elemento componente da comporta. Serão expostas duas perspectivas explodidas, uma contendo a comporta e os perfis de ancoragem e outra contendo a comporta e os suportes de parede com uma tabela indicando as peças, iniciando tudo na próxima página.

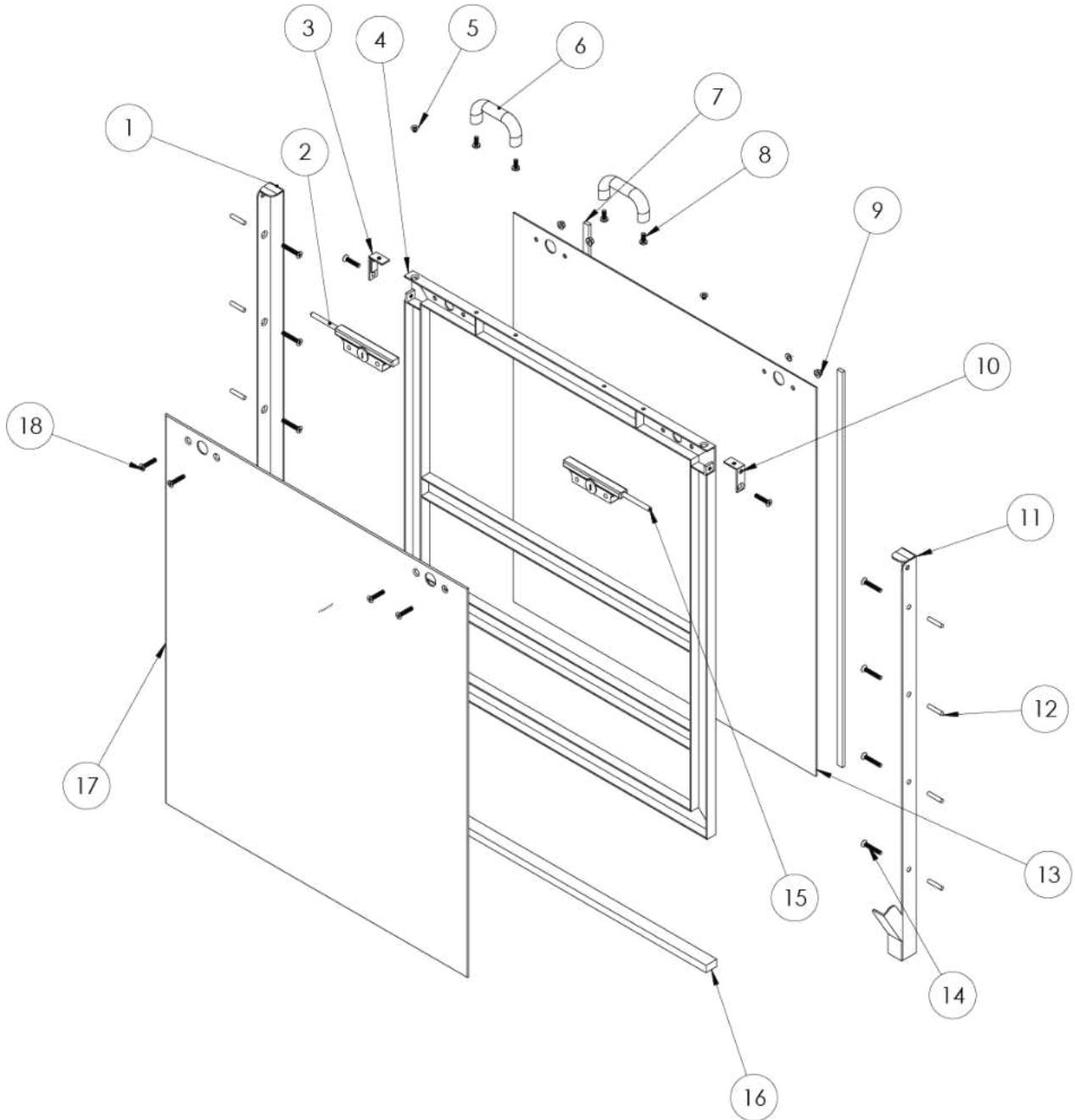


Figura 141 - Vista em perspectiva explodida, parte 01. Fonte: Elaboração própria.

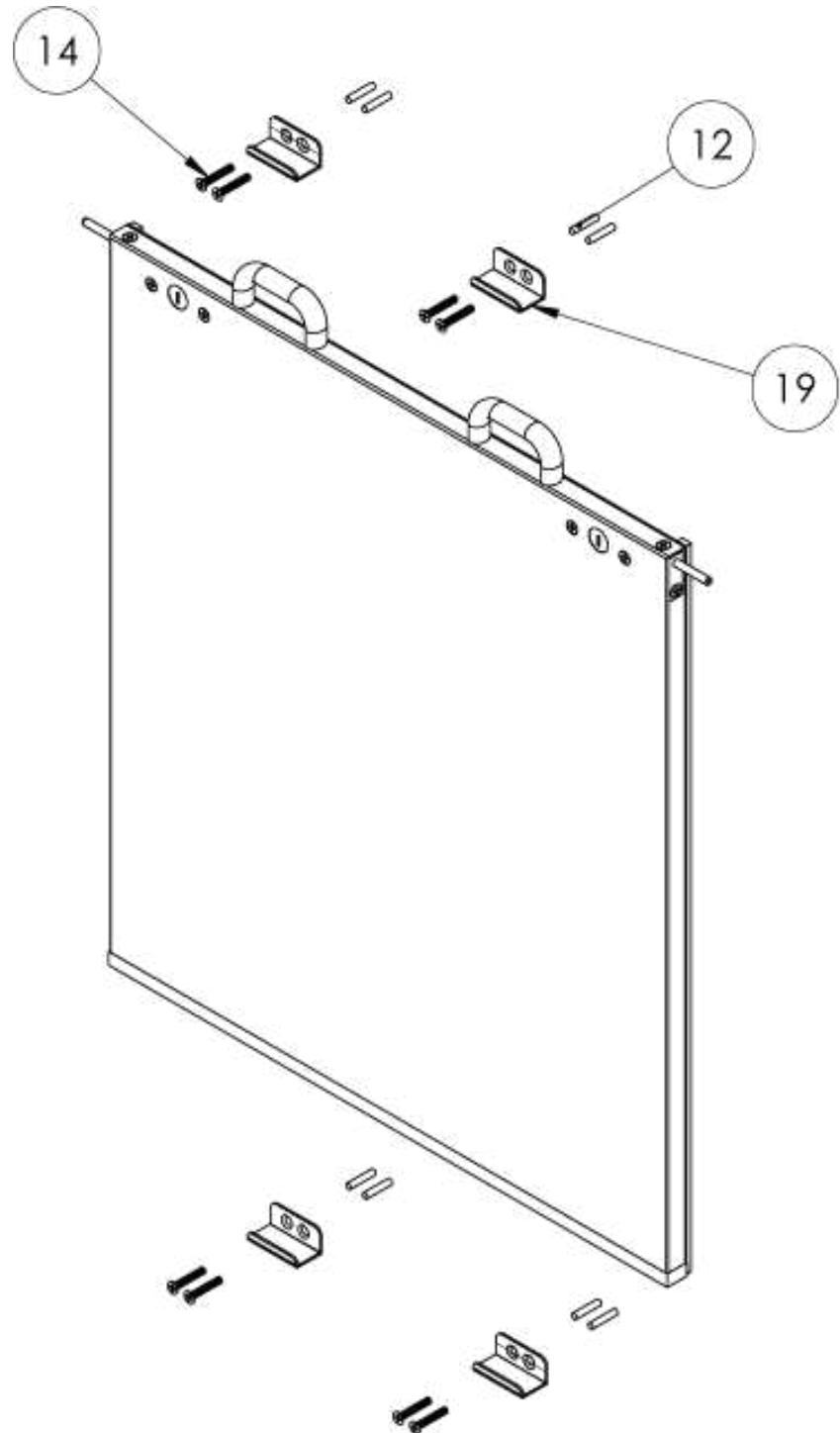


Figura 142 - Vista em perspectiva explodida, parte 02. Fonte: Elaboração própria.

Nº	Quantidade	Denominação
1	1	Perfil ancoragem esquerdo
2	1	Fechadura lateral esquerda
3	1	Tampa fechadura lateral esquerda
4	1	Moldura estrutural
5	2	Parafuso Phillips Cabeça Chata - M8 x 1.25 x 10
6	2	Alça de transporte
7	2	Elastômero vertical
8	4	Parafuso Phillips Cabeça Chata - M8 x 1.25 x 20
9	4	Porca Sextavada M8 x 1.25
10	1	Tampa fechadura lateral direita
11	1	Perfil ancoragem direito
12	16	Bucha
13	1	Chapa posterior
14	16	Parafuso Phillips Cabeça Chata - M8 x 1.25 x 50
15	1	Fechadura lateral direita
16	1	Elastômero inferior
17	1	Chapa frontal
18	6	Parafuso Phillips Cabeça Chata - M8 x 1.25 x 40
19	4	Suporte de parede

4.5 – Usabilidade e fatores humanos

4.5.1 – Montagem e pré-montagens

A porta, por conter componentes fixos às paredes, exige pré-montagens que deverão seguir um processo estabelecido. A primeira parte deste processo é fazer cinco furações de cada lado da parede, utilizando broca para alvenaria com tamanho de parafuso M8, respeitando as distâncias dos parafusos que estão no perfil lateral, inclusive da fechadura lateral. O mesmo procedimento deverá ser realizado para a instalação do suporte de parede, que deve obedecer a distância entre as alças e a altura da parte mais inferior da porta para a alça.

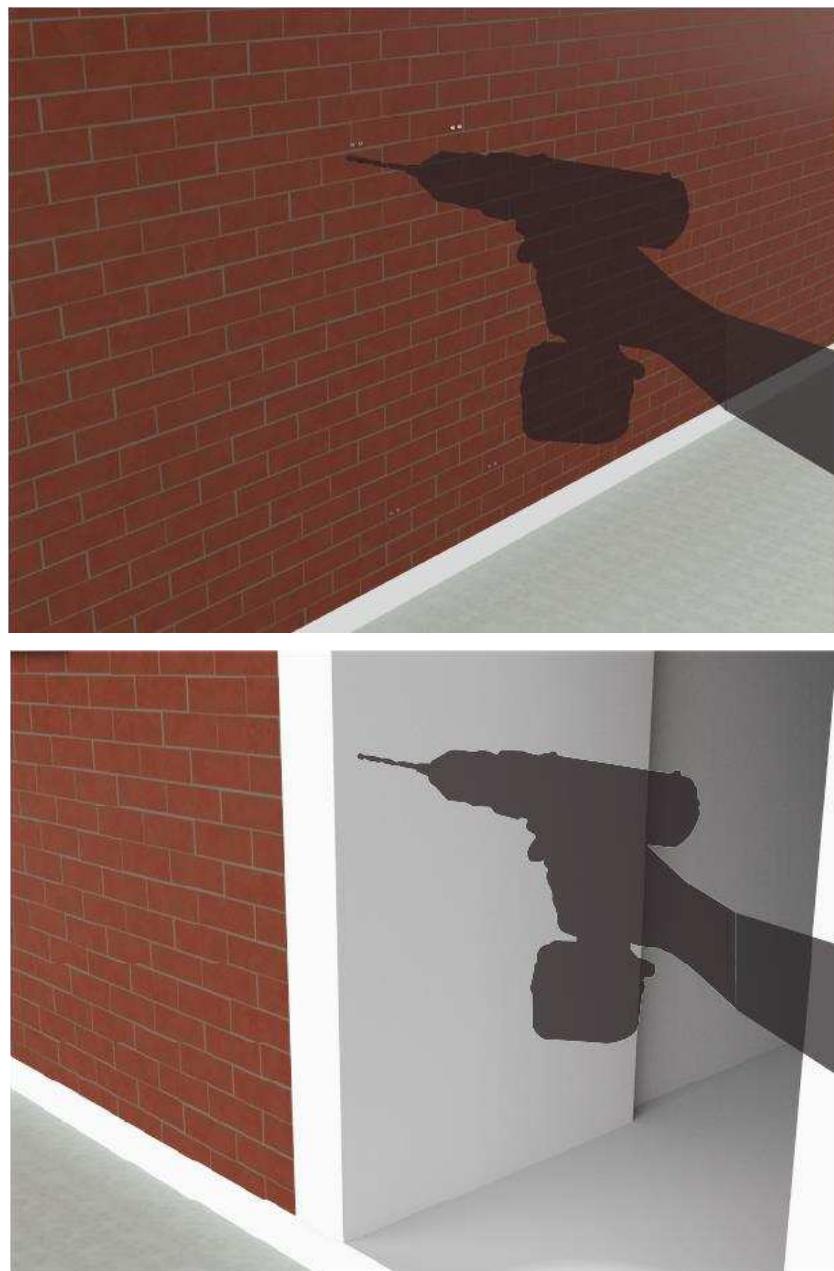


Figura 143 - Furações na parede para a pré-instalação. Fonte: Elaboração própria.

A segunda etapa é inserir as buchas de parede nos orifícios que foram gerados, para serem aparafuladas posteriormente. Nesse momento, deve-se aplicar um Selante de PU, como o da figura 144, no perfil de ancoragem de forma a cobri-lo todo, para esse então ser fixado e aparafulado na parede. O procedimento é realizado da mesma forma no outro perfil. O selante fará a vedação entre os perfis de ancoragem e a alvenaria, impedindo o avanço da água nesse pequeno vâo.

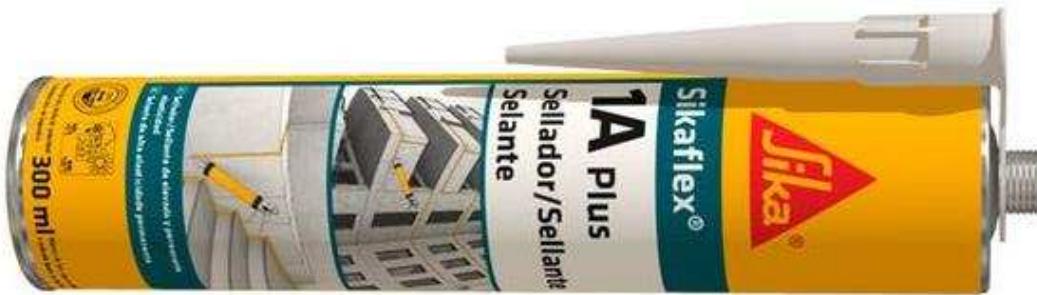


Figura 144 - Selante de PU. Fonte: <https://www.distribuidorsika.com.br/sikaflex-1a-plus-300ml-branco-105/p?>

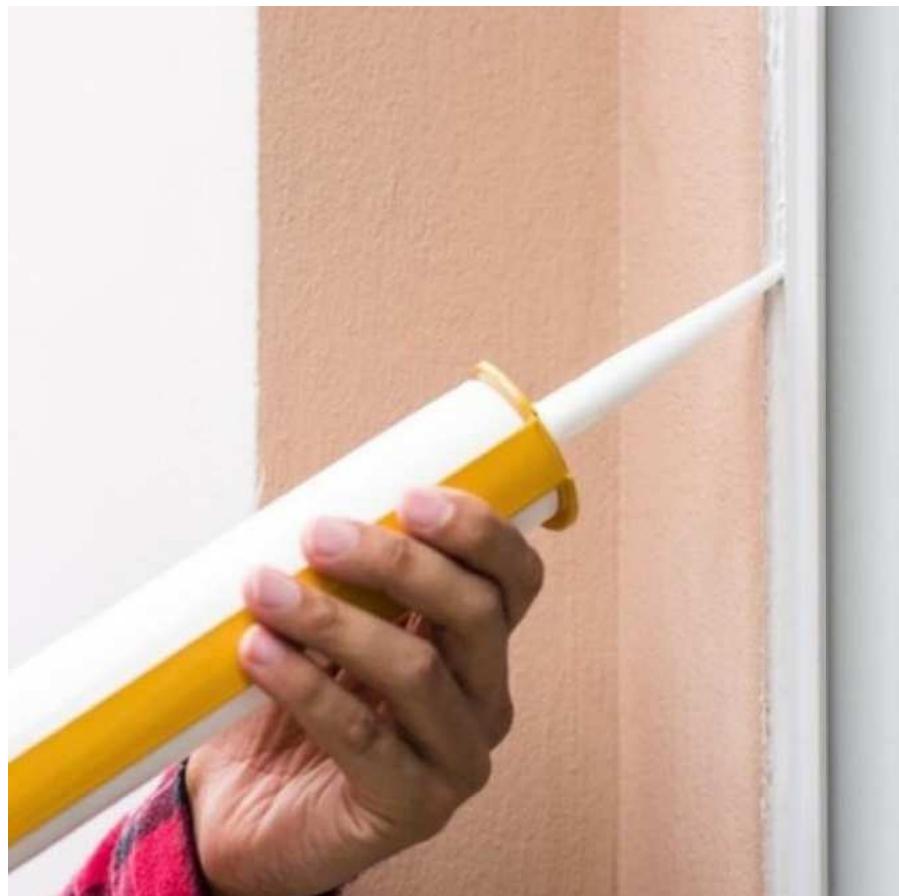


Figura 145 - Aplicação selante de PU. Fonte: <https://www.rabeloparafusos.com.br/selante-pu-40-principais-aplicacoes/>

Após a aplicação do selante, o processo de aparaflusamento se inicia e uma vez que todos os componentes estão fixados, o processo de pré-instalação está concluído.

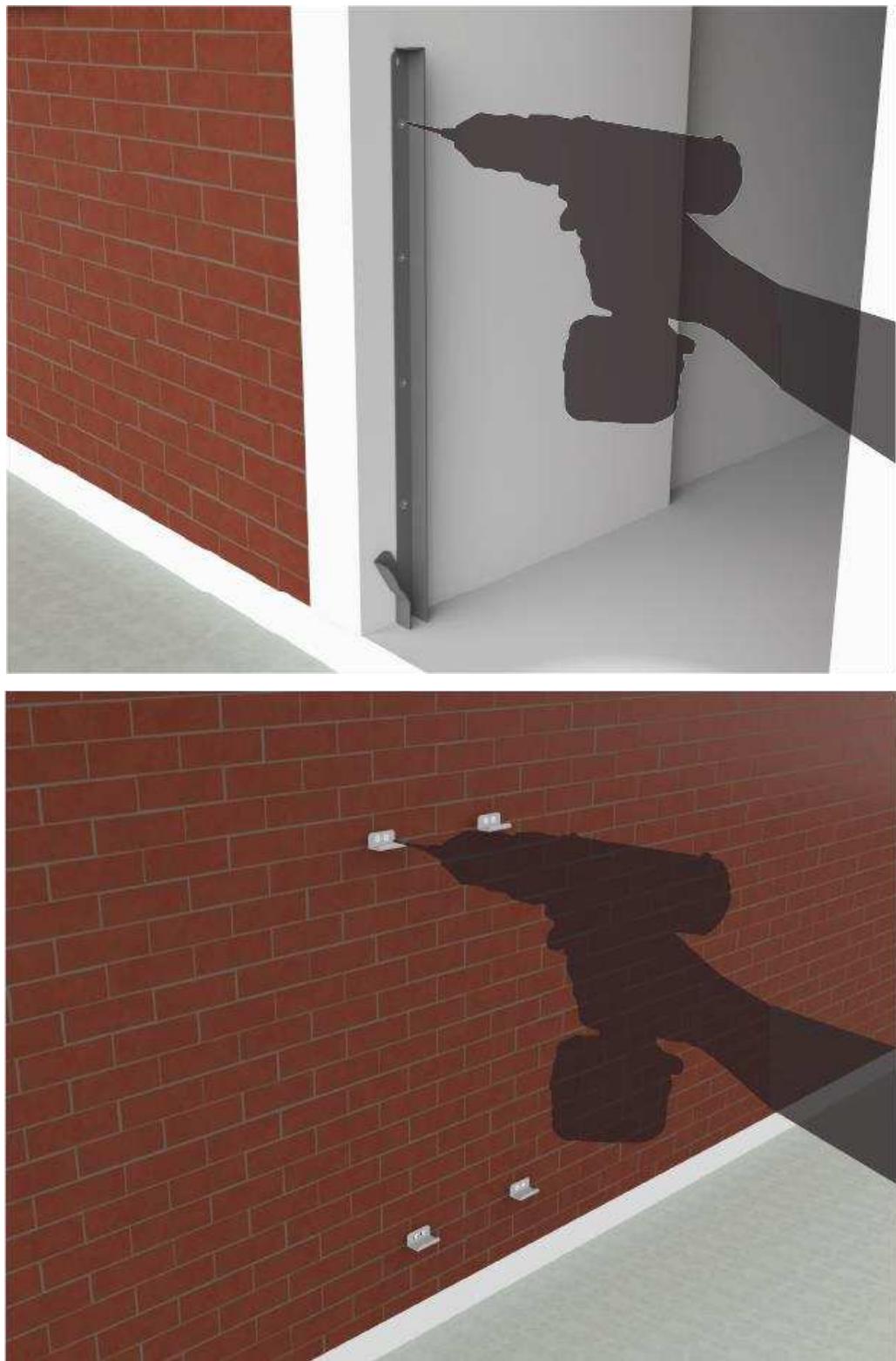


Figura 146 - Fixações da pré-montagem. Fonte: Elaboração própria.

A montagem da estrutura da comporta acontece no momento do processo de soldagem, soldando a estrutura na chapa frontal e posterior. As alças de transporte são aparafusadas por dentro da

estrutura. Após a aplicação de poliureia em todos os componentes metálicos e nas alças, agora deve-se instalar a fechadura, que é aparafusada na comporta, com porcas para travá-la na parte posterior, tornando assim o sistema cambiável. As tampas laterais também devem ser aparafusadas na moldura estrutural. O último processo é o de adesivação dos elastômeros na comporta, sendo assim ela pronta para o uso.

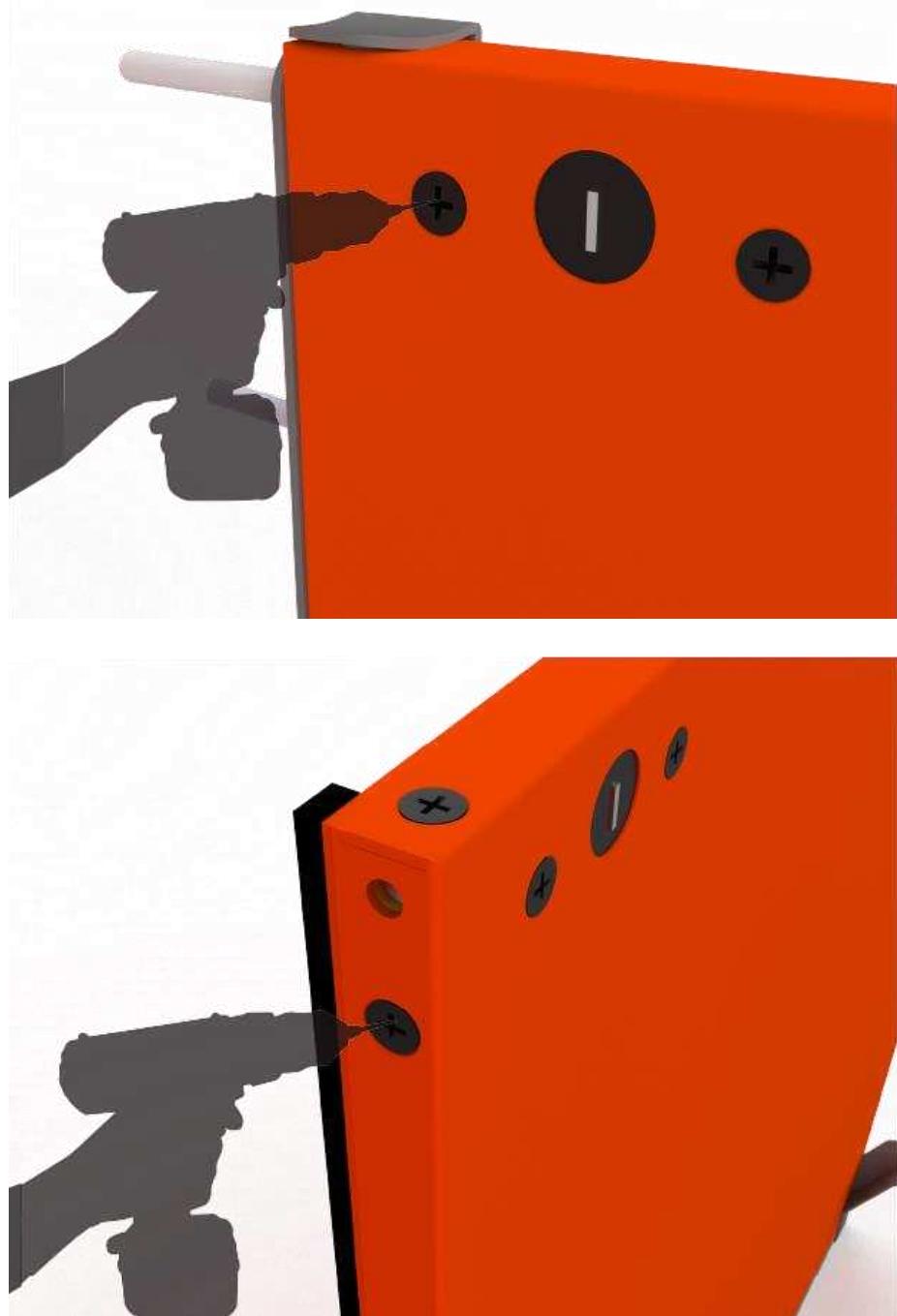


Figura 147 - Fixação da fechadura e tampa lateral. Fonte: Elaboração própria.

4.5.2 – Usabilidade e fatores ergonômicos

A usabilidade do produto pode ser compreendida de diversas maneiras, aqui retomaremos a análise da tarefa, comparando as ações da comporta nova com as comportas vistas no item 2.2.2. A motivação disso é ver o que a alternativa nova alcança de melhoria em relação aos objetos existentes.

Para tanto, um storyboard contendo análise será exposto de forma semelhante a análise anterior, sendo os quadros todos enumerados seguindo uma ordem sequencial crescente e sempre que um hábito que foi melhorado for exibido, será indicado com uma legenda própria e uma moldura laranja. Serão mostrados dois casos, o de instalação externa, que agora se adequa apenas ao uso diário de lojistas, e a interna, que ocorre em casos de emergência. Antes de cada painel haverão comentários explicando sobre a sequência da tarefa. A análise é encontrada abaixo, com início na figura 148, com o estabelecimento sendo fechado.

Caso 01 – Instalação externa

A tarefa inicia-se com o fechamento da loja.



Figura 148 - Painel de análise da tarefa do produto novo, caso 01, parte 01. Fonte: Elaboração própria.

Conforme a figura 149, o usuário vai até o local de armazenamento da comporta coletando-a. Importante notar aqui que a primeira melhoria acontece, tendo seu armazenamento adequado, elevando a

comporta do chão através dos suportes de parede, a protegendo. Na sequência, o usuário transporta até o local de instalação.

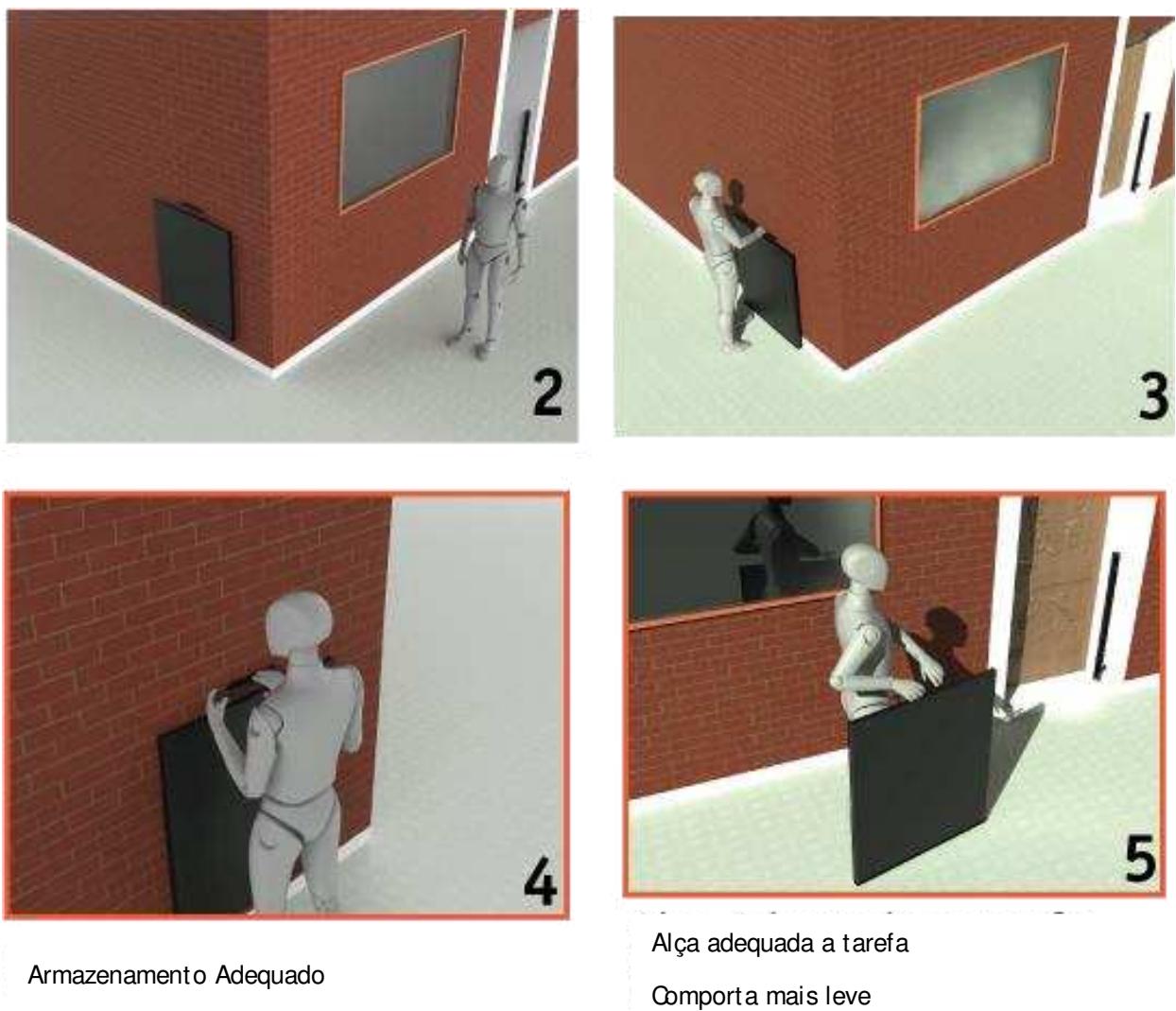


Figura 149 - Painel de análise da tarefa do produto novo, caso 01, parte 02. Fonte: Elaboração própria.

Após o seu transporte, o usuário realiza sua instalação, seguindo o trancamento da comporta, a figura 150 ilustra essas ações. Aqui novas melhorias aparecem, adequamos as alças para uma forma mais ergonomicamente adequada e disso falaremos ainda neste tópico. Todos os mecanismos de instalação e pressão são pertencentes a própria comporta, sendo este outro ponto de melhoria, assim como a fechadura, que agora é embutida no sistema e oferece maior proteção e segurança.



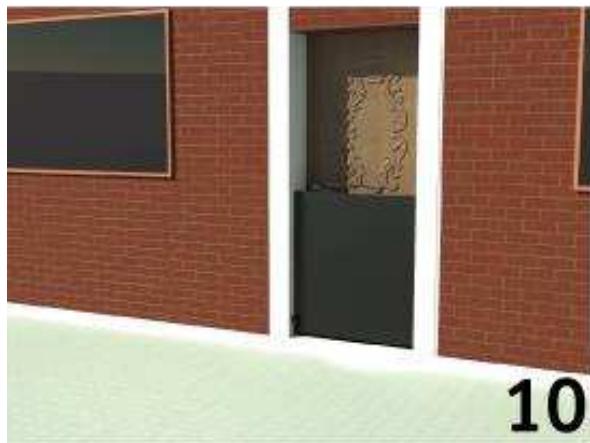
Mecanismos de instalação pertencentes
a porta



Tranca embutida, auxiliando no sistema de
pressão

Figura 150 - Painel de análise da tarefa do produto novo, caso 01, parte 03. Fonte: Elaboração própria.

A porta então é instalada e permanecerá assim até que o estabelecimento abra novamente. Quando o ciclo for reiniciado o usuário faz o mesmo procedimento na desinstalação, sendo assim citado aqui os mesmos pontos de melhoria em relação aos painéis anteriores, terminando o ciclo. A figura 151 na próxima página ilustra o fim do ciclo.



10



11

Tranca embutida, auxiliando no sistema de pressão

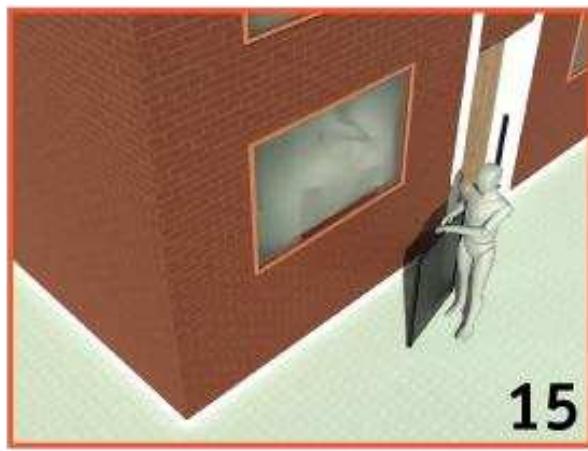


12



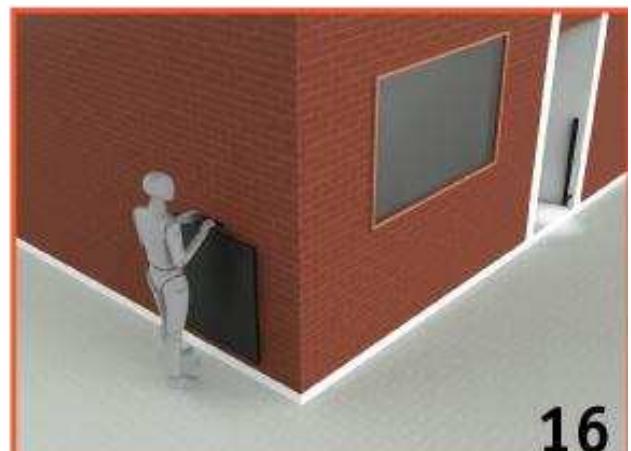
14

Mecanismos de instalação pertencentes
a comporta



15

Alça adequada a tarefa
Comporta mais leve



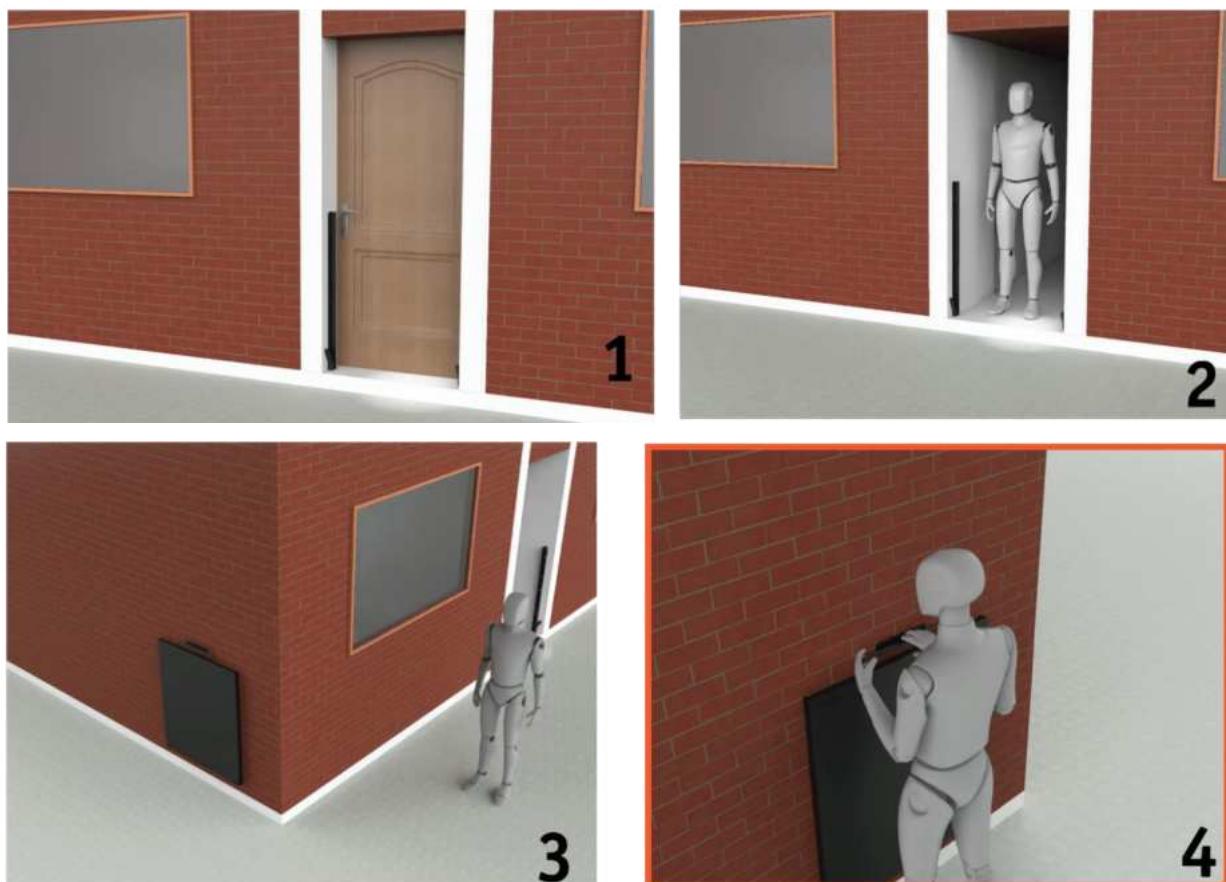
16

Armazenamento adequado

Figura 151 - Painel de análise da tarefa do produto novo, caso 01, parte 04. Fonte: Elaboração própria.

Caso 2 – Instalação externa

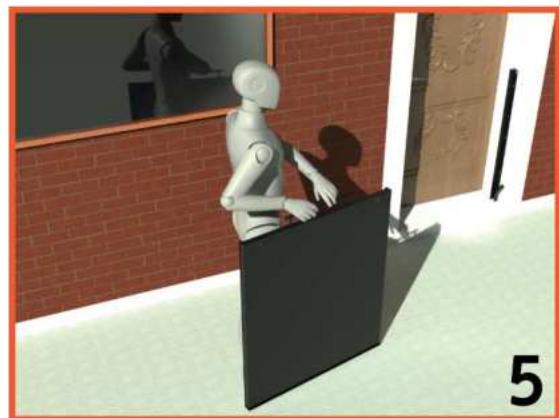
O caso 2 se inicia com uma chuva forte ou iminente enchente. O usuário vai até onde a comporta está armazenada e a coleta. Aqui observamos o mesmo ponto de melhoria que o caso anterior.



Armazenamento adequado

Figura 152 - Painel de análise da tarefa do produto novo, caso 02, parte 01. Fonte: Elaboração própria.

Na sequência o usuário transporta a comporta pro local de instalação, entra com a comporta e realiza sua instalação, vedando a comporta, seguindo do seu trancamento. A enchente ocorrerá e o ciclo é interrompido até que a enchente passe. Quando o ciclo for recomeçado o usuário destranca a comporta. Aqui é possível notar uma variedade de melhorias que obtemos com o projeto. Desde a pega e peso adequado, que numa situação de enchente auxilia o usuário a coletar a comporta e transportá-la, até os mecanismos próprios ao produto que aceleram e facilitam sua instalação, tudo ocorrendo em questão de segundos. O principal ponto é o da possibilidade de instalação externa e interna, atendendo a todos os pontos apresentados na análise da tarefa anterior. A figura 153 ilustra esse seguimento.



Alça adequada a tarefa

Comporta mais leve



Mecanismos de instalação pertencentes

a comporta



Possibilidade de Instalação externa e
interna



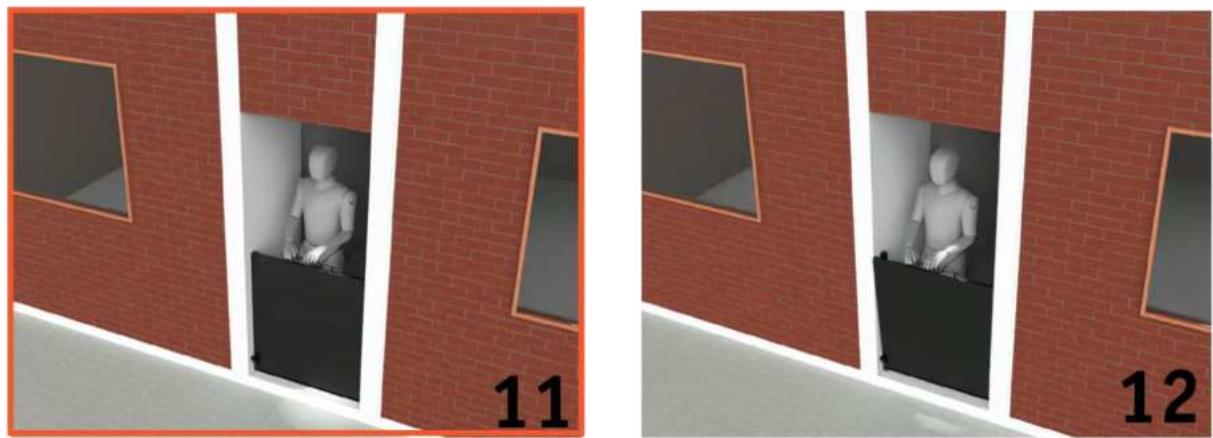
Tranca embutida, auxiliando no sistema de
pressão



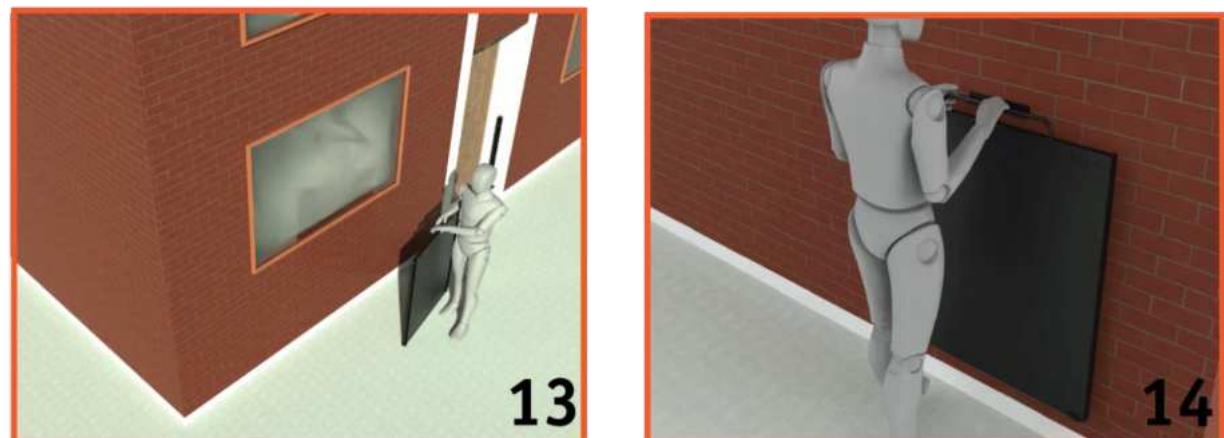
Tranca embutida, auxiliando no sistema de
pressão

Figura 153 - Painel de análise da tarefa do produto novo, caso 02, parte 02. Fonte: Elaboração própria.

Por fim o usuário desinstala e destranca a comporta, removendo-a dos perfis de ancoragem e a transportando de volta ao seu local de armazenamento. Vemos aqui os mesmos pontos de melhoria citados anteriormente e como todos eles auxiliam e agilizam o processo.



Mecanismos de instalação pertencentes
a comporta



Alça adequada a tarefa
Comporta mais leve

Armazenamento adequado

Figura 154 - Painel de análise da tarefa do produto novo, caso 02, parte 03. Fonte: Elaboração própria.

Portanto, a análise da tarefa demonstra todo o processo de instalação e usabilidade da comporta, mostrando todos os pontos de melhoria atendidos, incluindo da lista de requisitos do projeto. No entanto, ainda é necessário entender ergonomicamente como o usuário faz interface com a comporta, determinando as medidas corretas para as pegas, que são os principais componentes que quem for utilizar esse produto interagirá. O peso da comporta também é um outro fator a ser esclarecido, e,

segundo as simulações em CAD a comporta pro tamanho de porta de 90 cm pesa cerca de 18 kg, o que é uma diminuição relevante quando comparada as comportas analisadas na pesquisa de campo, que pesavam de 35 a 50 kg.

Assim sendo, nesse momento do trabalho é preciso esclarecer a ergonomia estática e dinâmica do projeto e como o usuário faz interface com suas alças. Para tanto, é preciso entender qual medida das tabelas antropométricas são necessárias para estabelecer conforto para os mais variados tipos de usuário que podem manipular a comporta. A medida identificada é a da largura dos ombros, que devem ficar paralelos às mãos e por consequência as alças. Diversas tabelas antropométricas, de diversas bibliografias foram buscadas, para entender a possível variação que essa medida possui.

Medidas de antropometria estática de trabalhadores brasileiros, baseadas em uma amostra de 3 100 trabalhadores do Rio de Janeiro (Ferreira, 1988)
Origem: Brasil

	Medidas de antropometria estática (cm)	Homens		
		5%	50%	95%
1 CORPO EM PÉ	1.0 Peso (kg)	52,3	66,0	85,9
	1.1 Estatura, corpo ereto	159,5	170,0	181,0
	1.2 Altura dos olhos, em pé, ereto	149,0	159,5	170,0
	1.3 Altura dos ombros, em pé, ereto	131,5	141,0	151,0
	1.4 Altura do cotovelo, em pé ereto	96,5	104,5	112,0
	1.7 Compr. do braço na horizontal, até a ponta dos dedos	79,5	85,5	92,0
	1.8 Profundidade do tórax (sentado)	20,5	23,0	27,5
	1.9 Largura dos ombros (sentado)	40,2	44,3	49,8
	1.10 Largura dos quadris, em pé	29,5	32,4	35,8
	1.11 Altura entre pernas	71,0	78,0	85,0
2 CORPO SENTADO	2.1 Altura da cabeça, a partir do assento, corpo ereto	82,5	88,0	94,0
	2.2 Altura dos olhos, a partir do assento, corpo ereto	72,0	77,5	83,0
	2.3 Altura dos ombros, a partir do assento, ereto	55,0	59,5	64,5
	2.4 Altura do cotovelo, a partir do assento	18,5	23,0	27,5
	2.5 Altura do joelho, sentado	49,0	53,0	57,5
	2.6 Altura poplítea, sentado	39,0	42,5	46,5
	2.8 Comprimento nádega-poplítea	43,5	48,0	53,0
	2.9 Comprimento nádega-joelho	55,0	60,0	65,0
	2.11 Largura das coxas	12,0	15,0	18,0
	2.12 Largura entre cotovelos	39,7	45,8	53,1
5 PÉS	2.13 Largura dos quadris (em pé)	29,5	32,4	35,8
	5.1 Comprimento do pé	23,9	25,9	28,0
	5.2 Largura do pé	9,3	10,2	11,2

Figura 155 - Tabela com medidas e relações antropométricas. Fonte: Ergonomia: projeto e produção, I. Itiro, 2. ed, pág. 211

Logo, com base nesses dados, foi possível precisar que uma medida de 38 cm de distância entre as alças, se configurando ao percentil 5%, seria o ideal para implementar ao projeto. Isso ocorre em virtude de que o percentil 95% só deve inclinar os antebraços um pouco a dentro, conforme mostraremos mais à frente, para coletar e transportar o objeto, não gerando tanto impacto assim no seu manuseio. Caso as medidas fossem indicadas pelo maior usuário, o percentil 5% deveria usar as alças inclinando os braços para fora, o que geraria desconforto no manuseio e problemas ergonômicos.

Para essa análise serão mostrados a ergonomia dinâmica e estática dos três casos, percentil 5%, 50% e 95%, começando na figura 156.

Percentil 5%

O primeiro caso, do percentil 5%, inicia com a ergonomia estática, mostrando como o usuário fica com os ombros paralelos com as alças, sem inclinar os braços, ficando extremamente confortável para manipular o objeto.

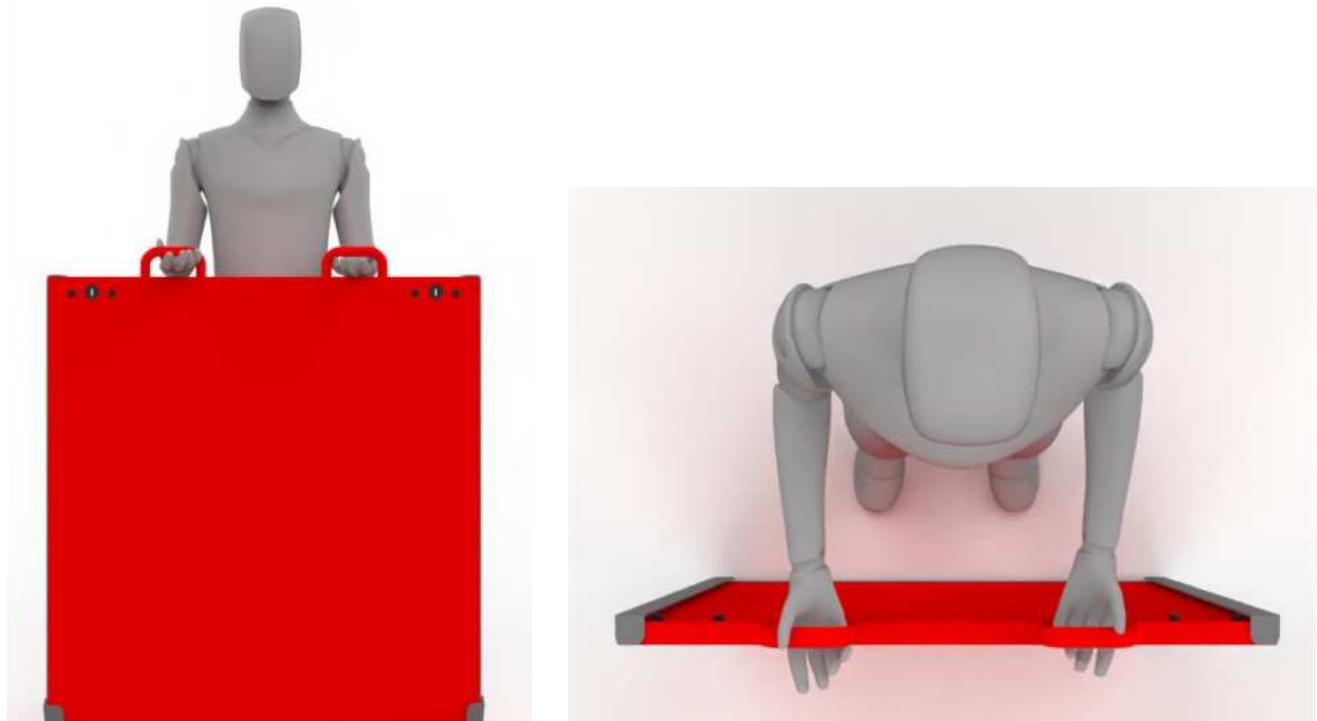


Figura 156 - Painel com ergonomia estática, percentil 5%. Fonte: Elaboração própria.

Na sequência, é iniciada a ergonomia dinâmica, com o usuário removendo a comporta do suporte de parede, erguendo a comporta acima de sua cintura para realizar a ejeção e transporte. O percentil

remove a comporta dos suportes superiores, inclinando a comporta contra seu corpo e soltando uma mão de cada vez para pegar em cada alça da comporta, conforme a figura 157.

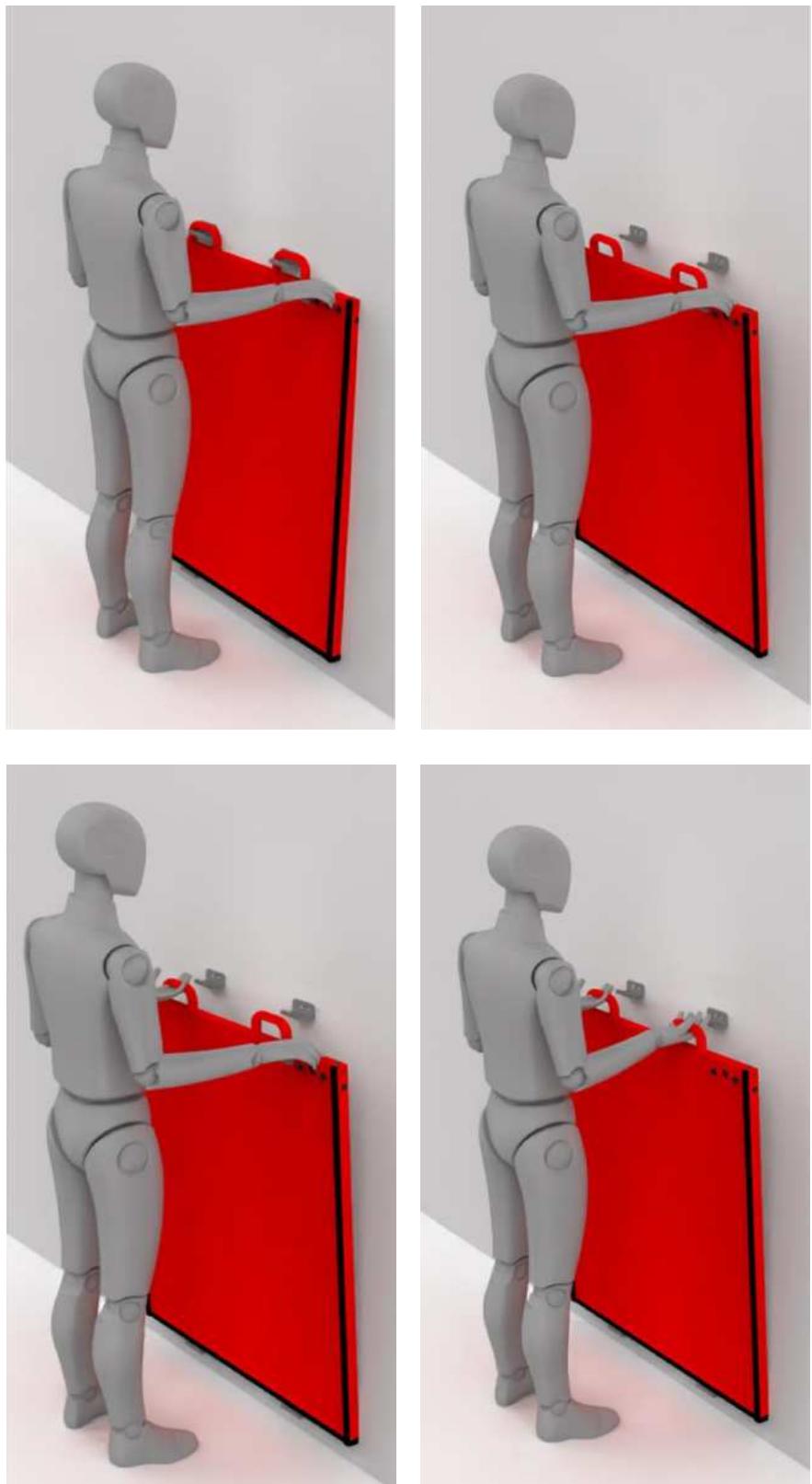


Figura 157 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 5%, parte 01. Fonte: Elaboração própria.

Na sequência da figura 158 vemos o percentil 5% carregando e transportando a comporta, andando com ela, com a comporta erguida acima de sua cintura. Em seguida, ele ergue a comporta ainda mais para apoiá-la nos perfis laterais e fazer sua instalação.

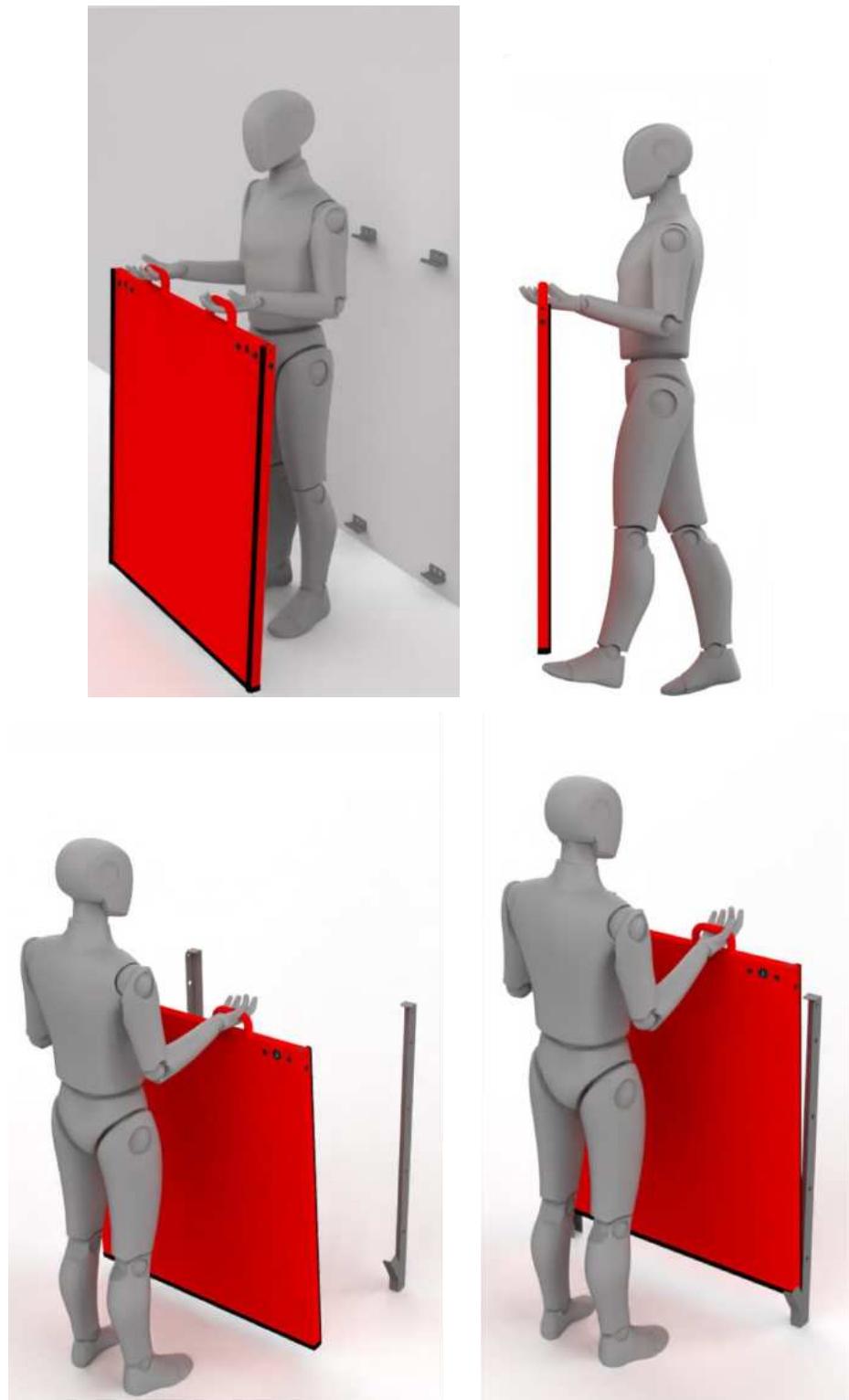


Figura 158 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 5%, parte 02. Fonte: Elaboração própria.

Quando for necessário desinstalar a comporta o usuário vai erguê-la para o ponto máximo, retirando dos batentes e guia dos perfis laterais, conforme figura 159 e vai realizar o transporte de volta para o suporte de parede, iniciando o processo de armazenamento.

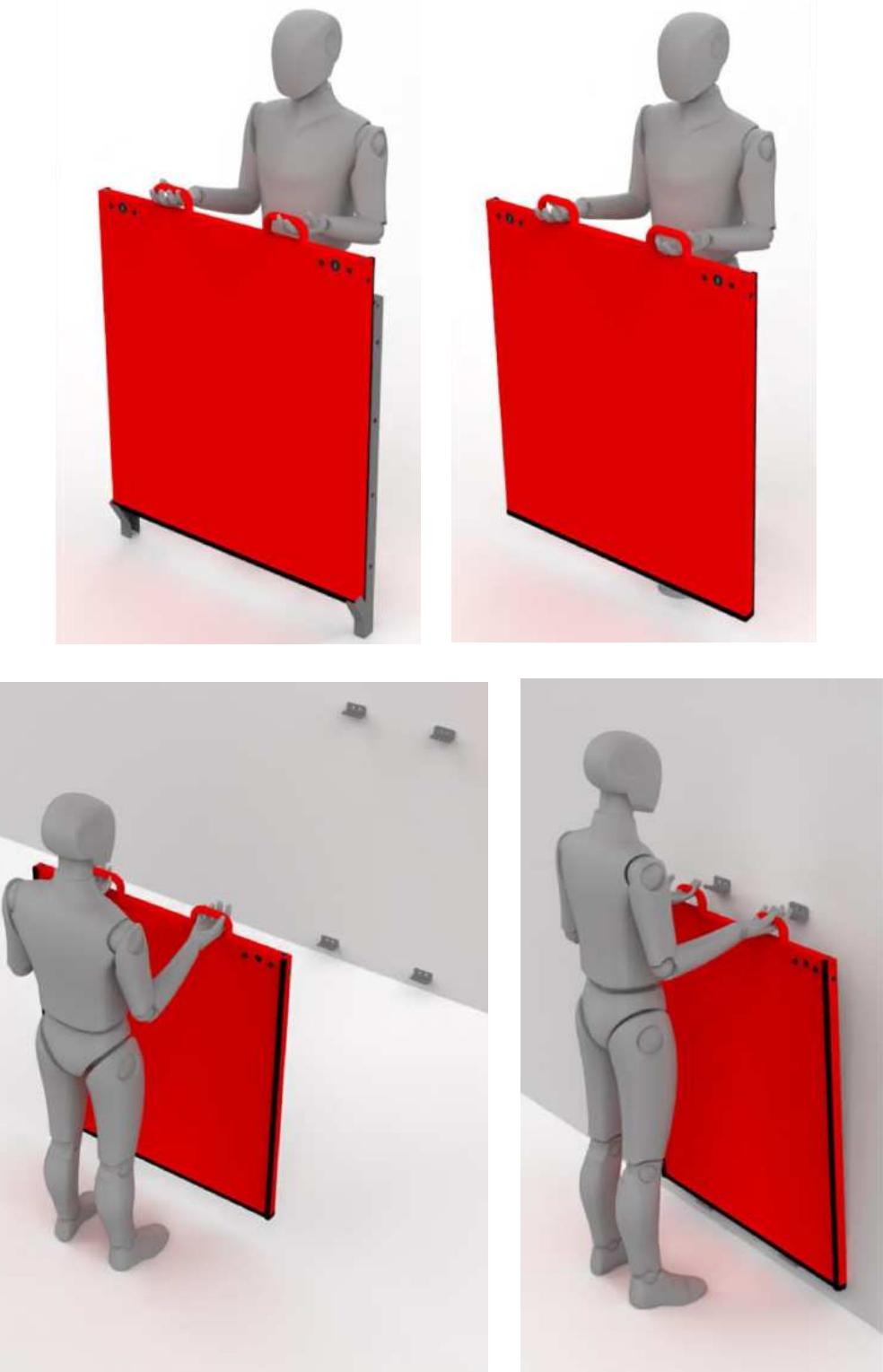


Figura 159 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 5%, parte 03. Fonte: Elaboração própria.

Na figura abaixo é possível ver o fim do ciclo de uso ergonômico do percentil 5%, com ele armazenando de volta a comporta, apoiando nos suportes inferiores e inclinando a comporta contra o seu corpo, para então soltar uma alça por vez e apoiar a comporta completamente nos suportes.

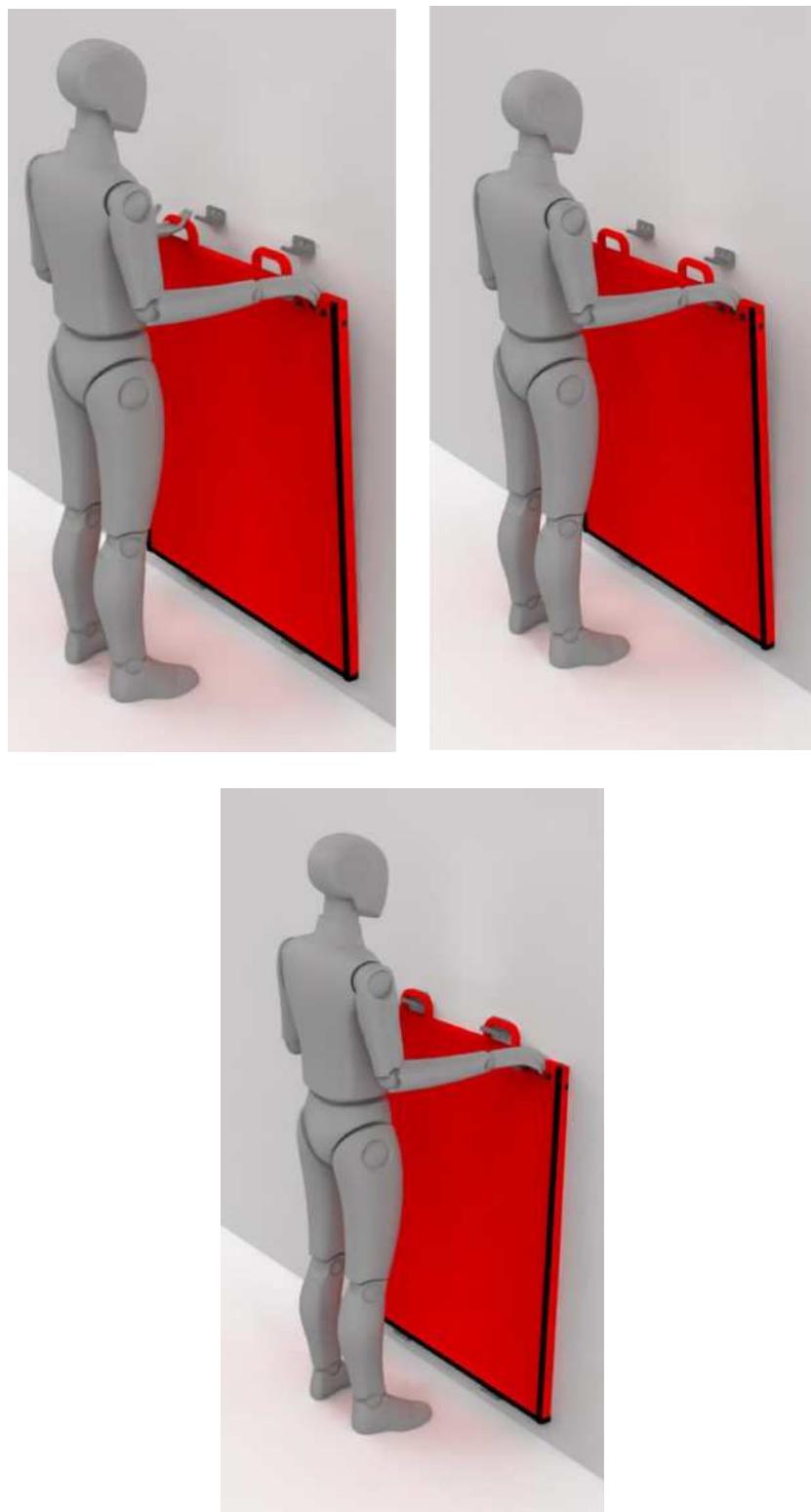


Figura 160 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 5%, parte 04. Fonte: Elaboração própria.

Percentil 50%

A análise com o percentil 50% inicia com a ergonomia estática, que exibe como o percentil interage com as alças. O usuário possui uma interface com a comporta de bastante conforto, sem inclinar seus antebraços para dentro.

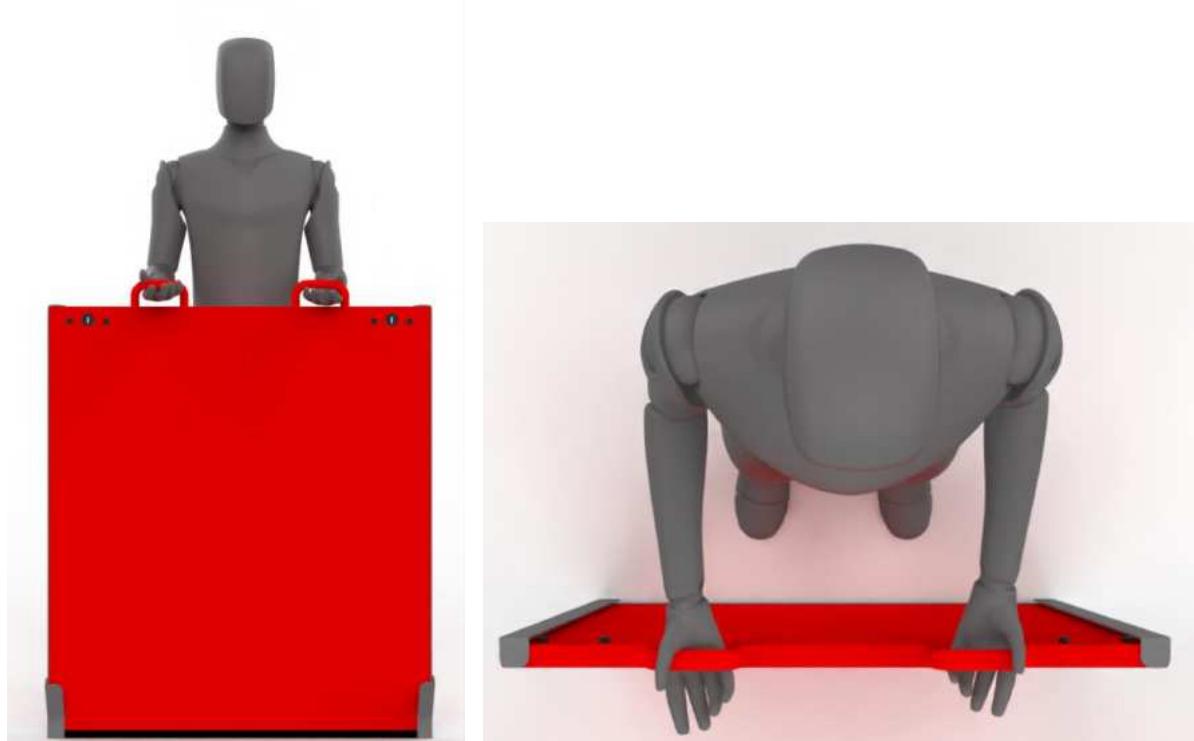


Figura 161 - Painel com ergonomia estática, percentil 50%. Fonte: Elaboração própria.

Na sequência, o percentil 50% realiza a retirada da comporta dos suportes de parede, de mesma maneira que o percentil 5%, entretanto, gerando menos esforço para erguer a comporta para fora dos suportes. A figura 162 na próxima página inicia a ergonomia dinâmica do percentil 50%.

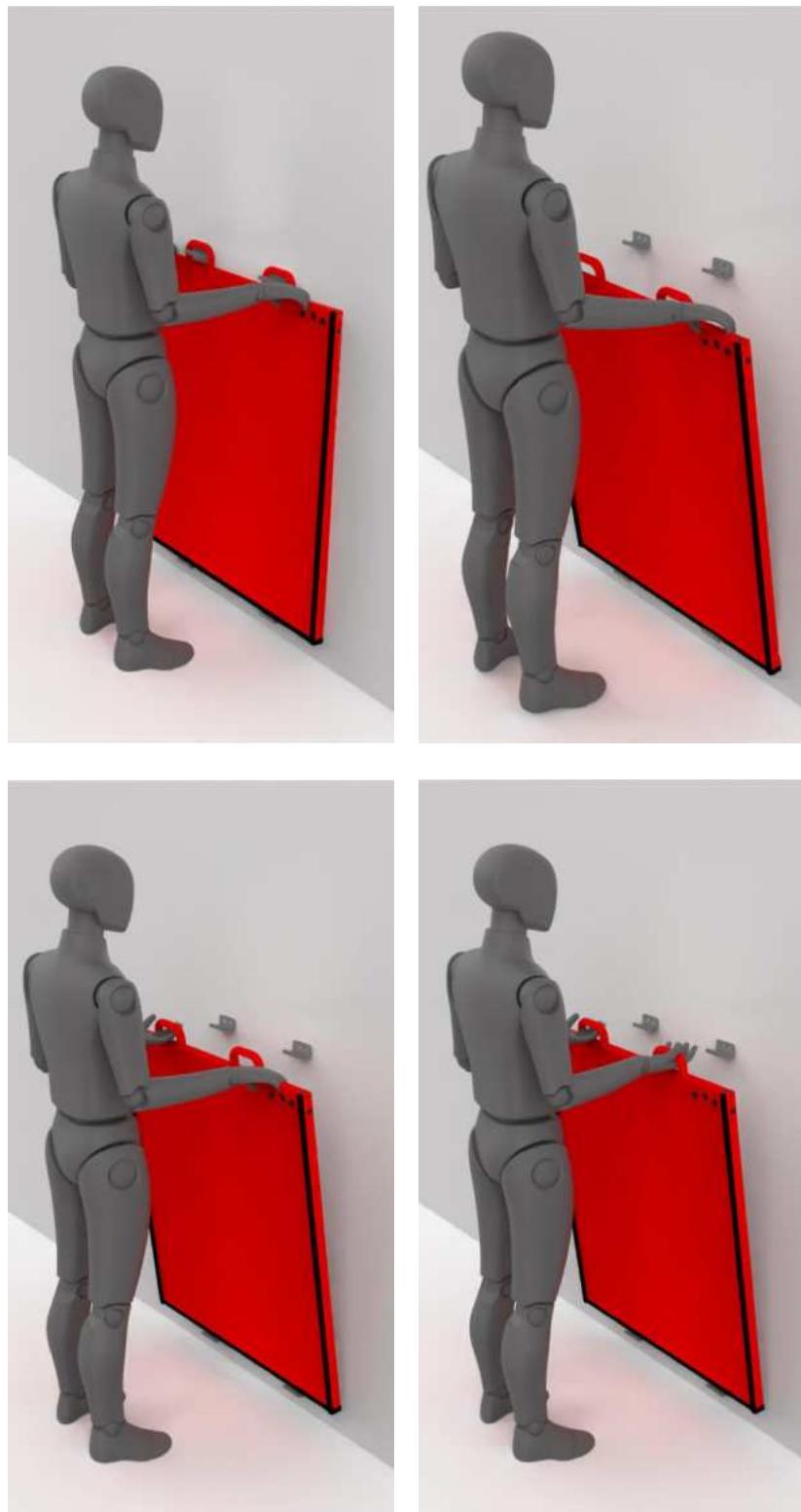


Figura 162 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 50%, parte 01. Fonte: Elaboração própria.

Após a remoção da comporta do suporte de parede, o percentil 50% realiza o transporte da comporta, de maneira bastante confortável, com os cotovelos a 90º. Ele alcança os perfis na parede, ergue a comporta no ponto mais alto para apoio nos guias e instala a comporta.



Figura 163 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 50%, parte 02. Fonte: Elaboração própria.

Quando for necessário desinstalar a comporta, o usuário erguerá novamente a comporta acima da cintura, de maneira que ela saia dos batentes e guia. Na sequência o percentil 50% transporta a comporta de volta para o seu armazenamento, realizando o mesmo processo que o percentil anterior.

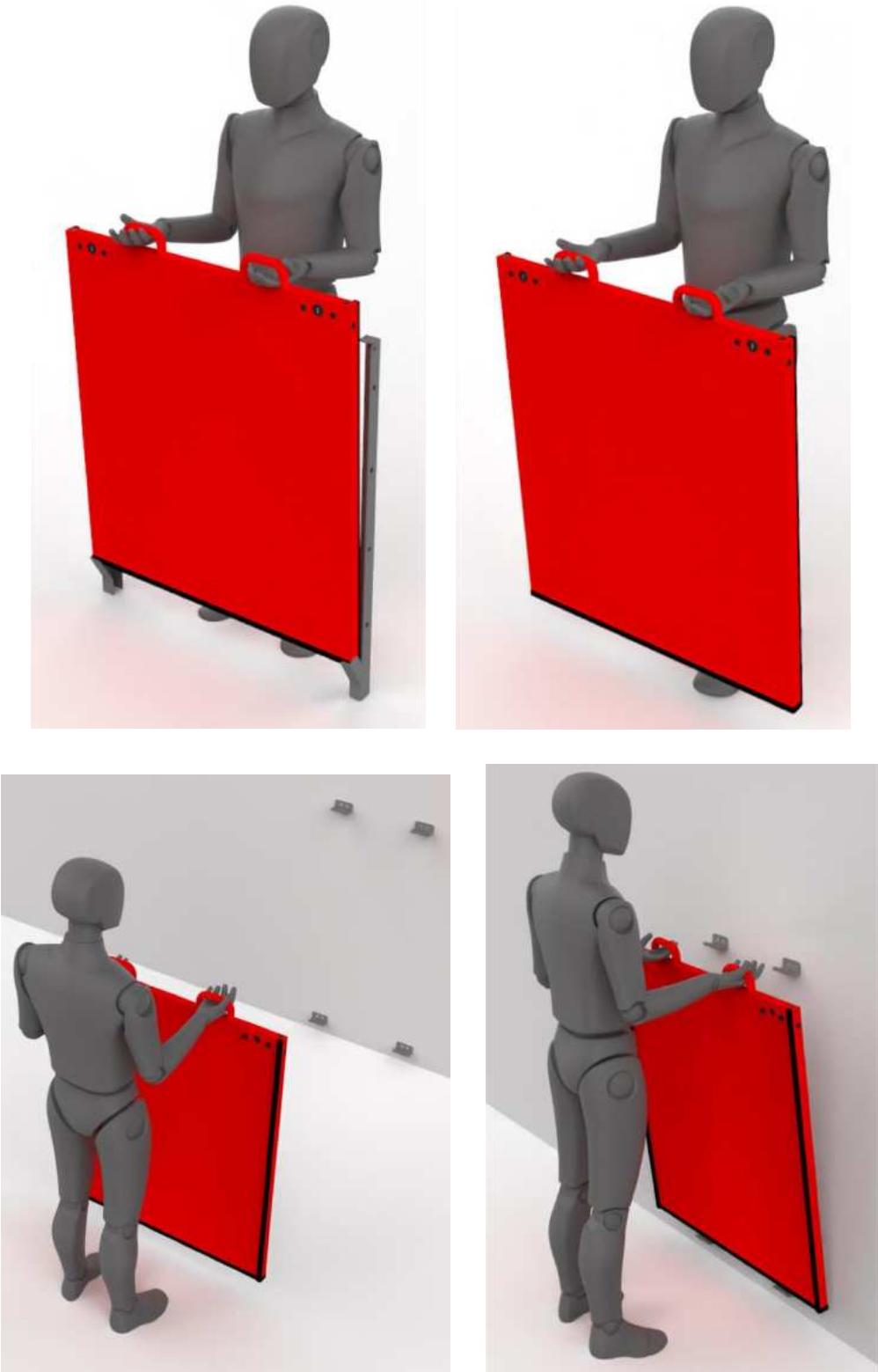


Figura 164 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 50%, parte 03. Fonte: Elaboração própria.

O usuário apoia a comporta nos suportes inferiores e inclina a comporta, depois solta uma alça de cada vez e pega no corpo da comporta para realizar o armazenamento final.

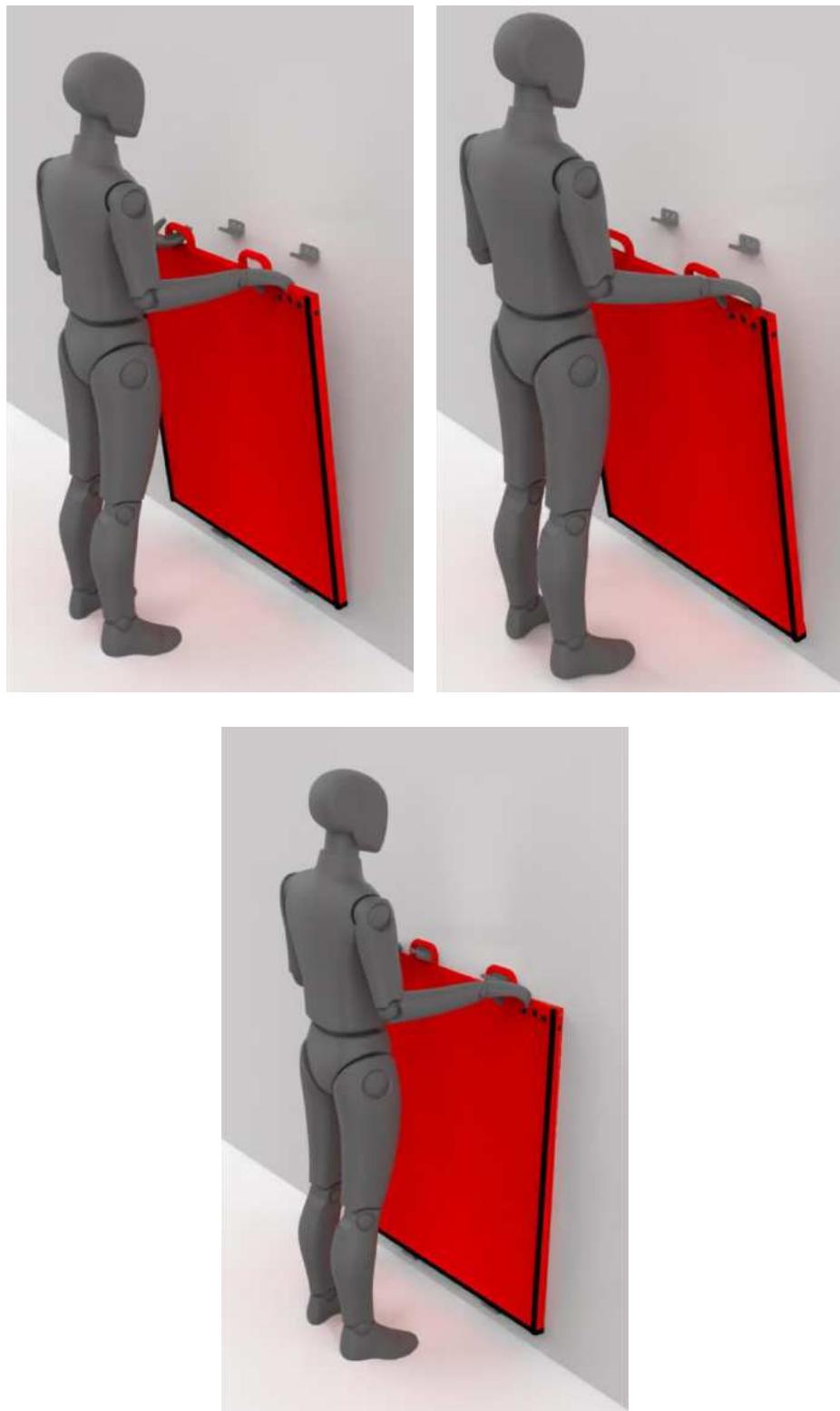


Figura 165 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 50%, parte 04. Fonte: Elaboração própria.

Percentil 95%

A análise da interação do percentil 95% com a comporta inicia com a ergonomia estática, mostrando que o usuário deve inclinar os braços um pouco para baixo e para dentro para alcançar as alças.

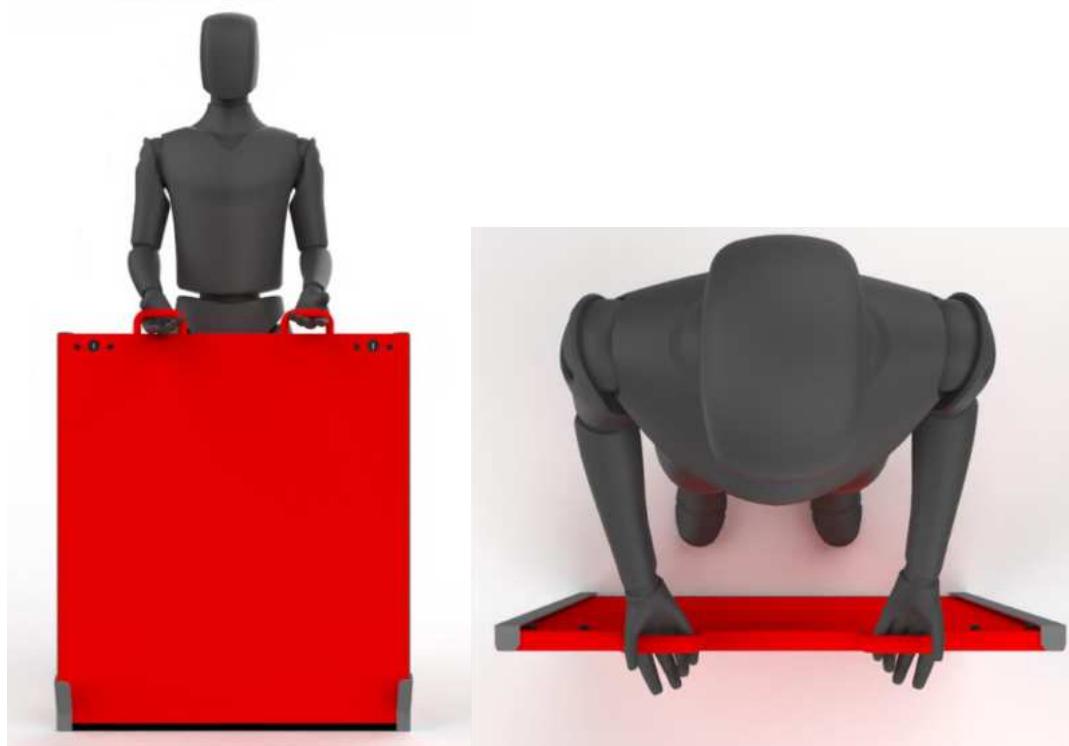


Figura 166 - Painel com ergonomia estática, percentil 95%. Fonte: Elaboração própria.

A próxima etapa prossegue com a ergonomia dinâmica, com o usuário fazendo a remoção da comporta dos suportes de parede, da mesma maneira que os percentis anteriores. A figura 167 na próxima página mostra o processo.

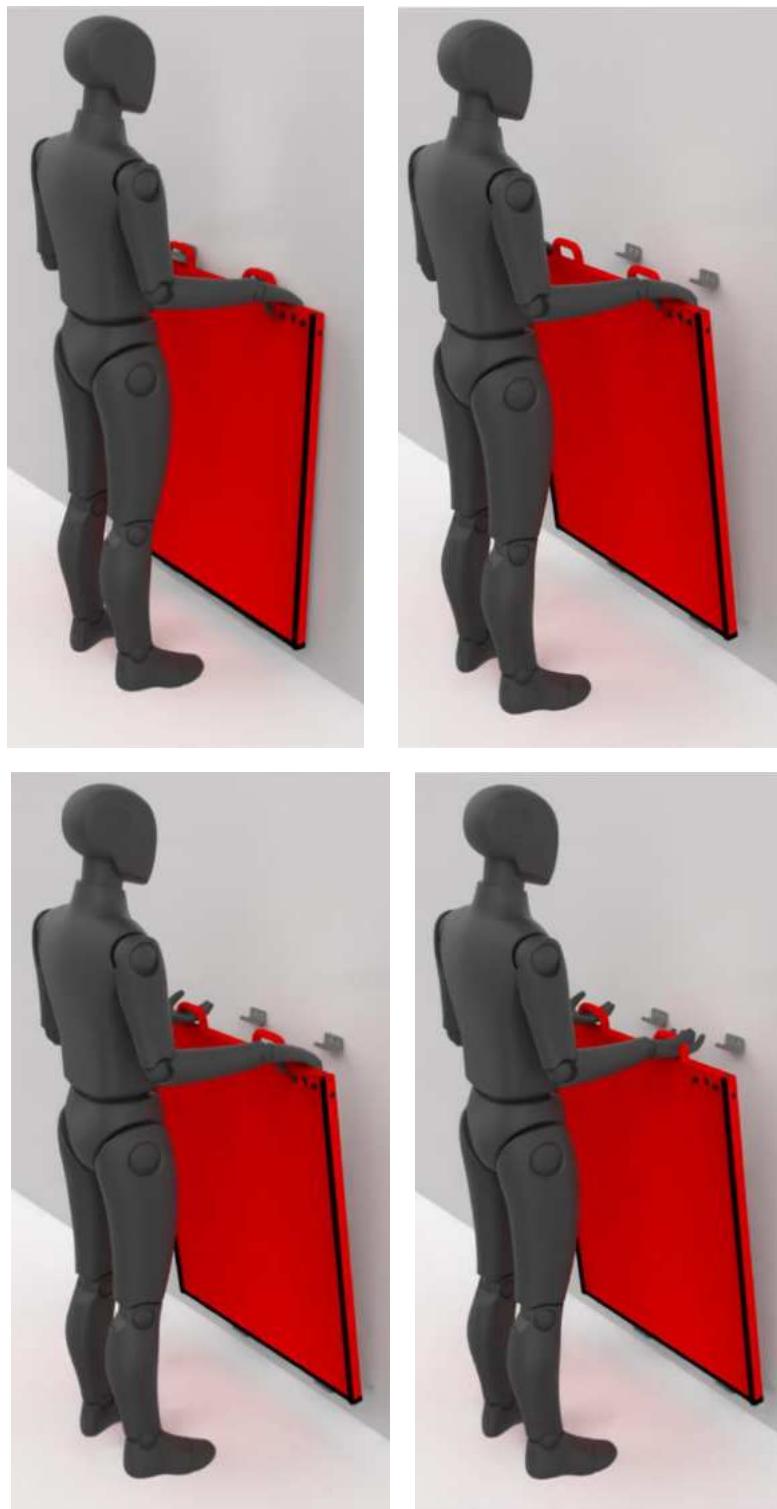


Figura 167 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 95%, parte 01. Fonte: Elaboração própria.

Após a remoção da comporta dos suporte de parede, o percentil 95% realiza o transporte da comporta, com bastante conforto e a carrega até os perfis laterais para realizar sua instalação, erguendo levemente a comporta para apoiar nos guias. A figura 168 na próxima página mostra o processo.



Figura 168 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 95%, parte 02. Fonte: Elaboração própria.

Após a instalação, quando for necessário remover a comporta, o usuário a desinstala e a ergue ao ponto mais alto para remoção dos batentes e guias inferiores, depois adequa seu transporte e inicia seu armazenamento. A figura abaixo ilustra esse processo.

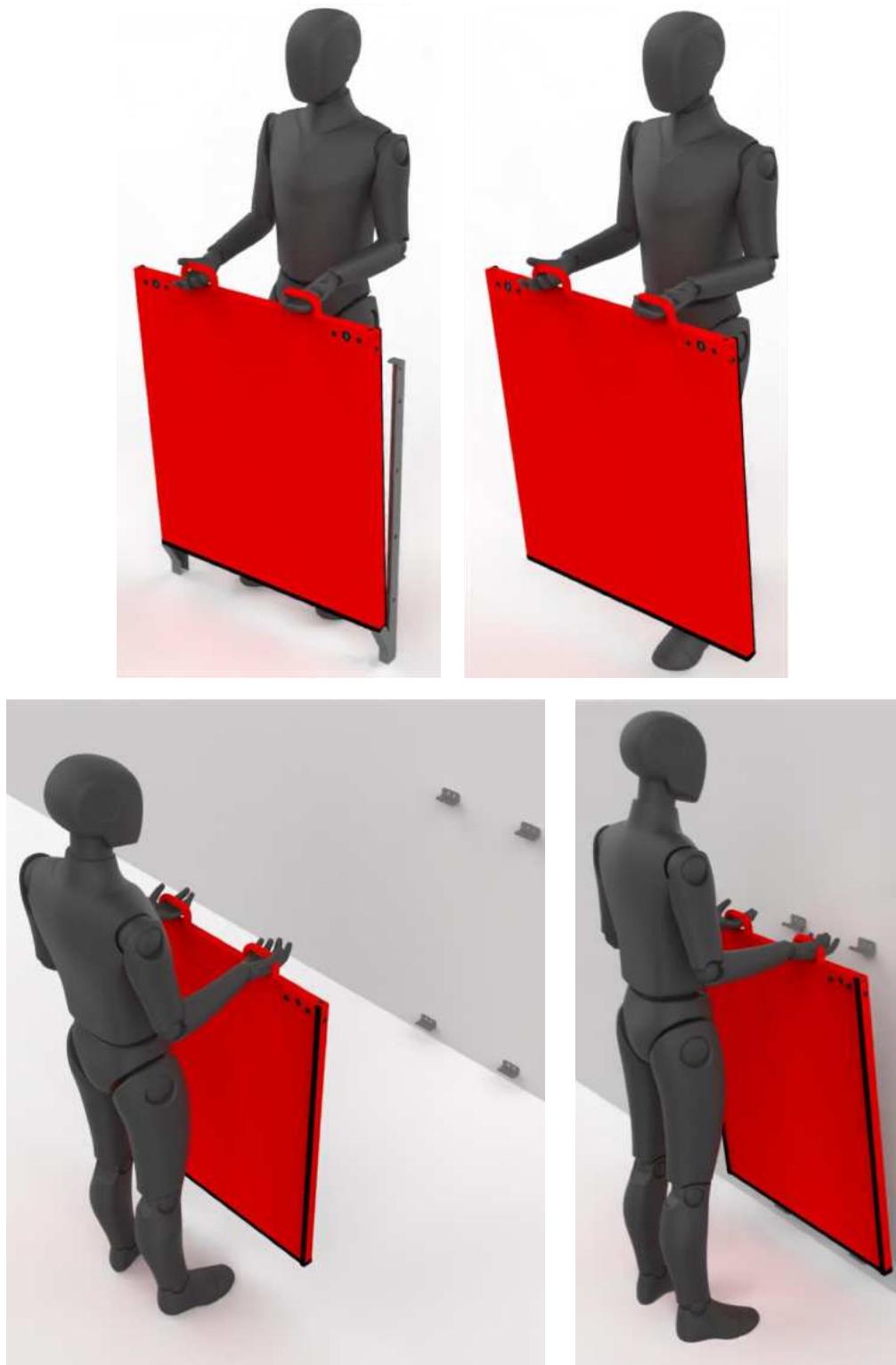


Figura 169 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 95%, parte 03. Fonte: Elaboração própria.

Por fim o percentil 95% armazena a comporta nos suportes de parede, de maneira idêntica aos percentis anteriores.

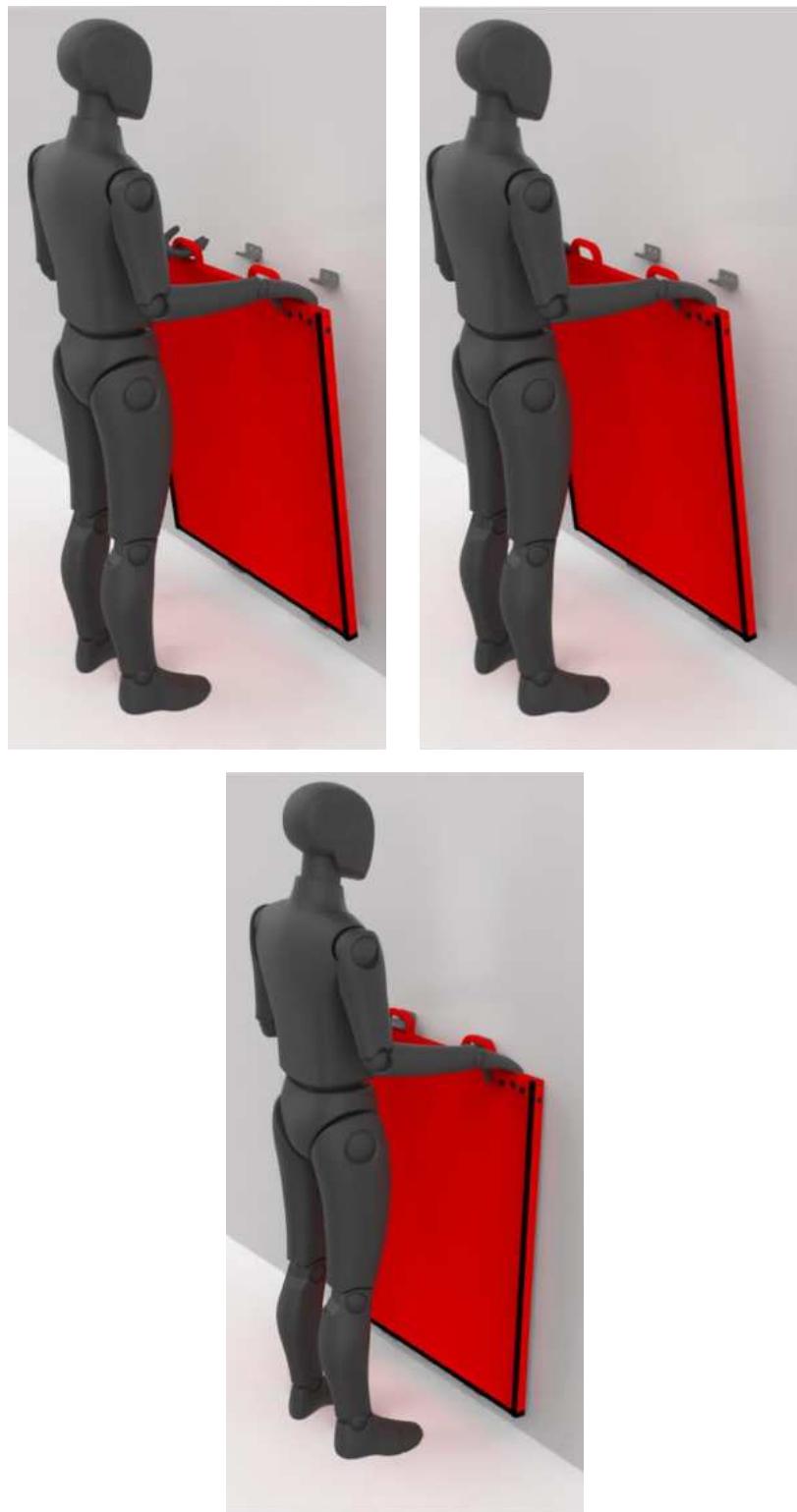


Figura 170 - Painel com ergonomia dinâmica, percentil 95%, parte 04. Fonte: Elaboração própria.

Após toda a análise ergonômica dos três percentis na sua manipulação da comporta, é possível perceber que a distância entre alças é confortável ao uso de todos os tipos de usuários. O seu transporte, que é algo de momento, é adaptável de maneira que fique confortável a cada percentil. O momento em que a comporta deve ser erguida para instalação, desinstalação e armazenamento é rápido e passageiro, durando segundos e não gerando impactos significativos no uso do produto, por ser uma proposta de rápida instalação. Portanto, a comporta proposta é um objeto adequado aos mais variados tipos de usuários, podendo ser manipulada com facilidade.

4.6 – Ambientação

Para a compreensão de como o produto se relaciona com o ambiente é necessário inseri-lo no seu contexto de uso. Para tanto, diversas ambientações foram feitas no ambiente virtual, mostrando as possibilidades de uso da comporta, com ela instalada, ela instalada numa simulação de enchente e com ela nos seus suportes de parede. Todas essas imagens terão o usuário por perto, com a finalidade de entender a escala do produto e do ambiente virtual. A figura 171 inicia a ambientação.



Figura 171 - Ambientação da comporta instalada com o usuário. Fonte: Elaboração própria.

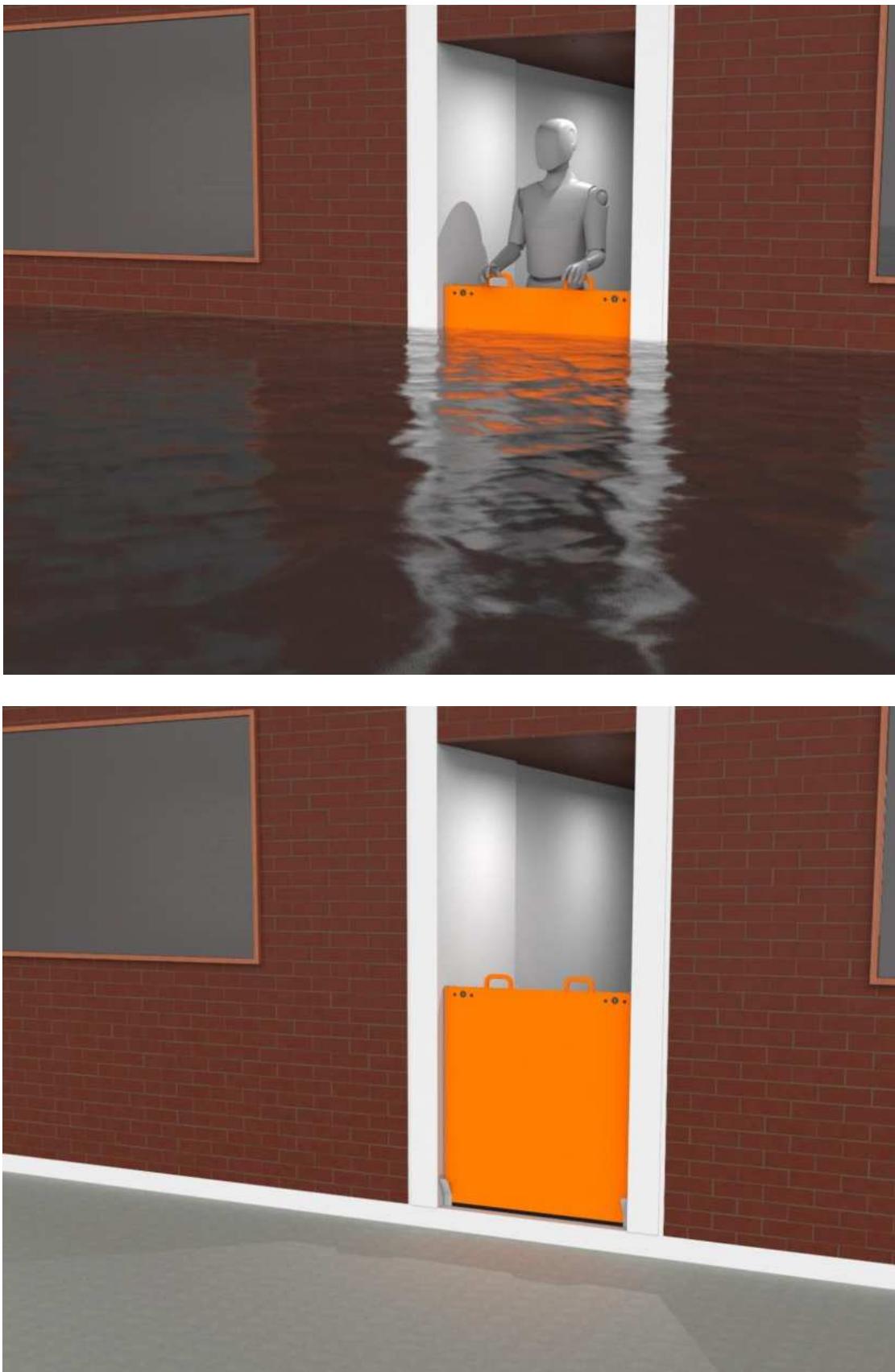


Figura 172 - Painel com ambientação da comporta instalada, parte 01. Fonte: Elaboração própria.

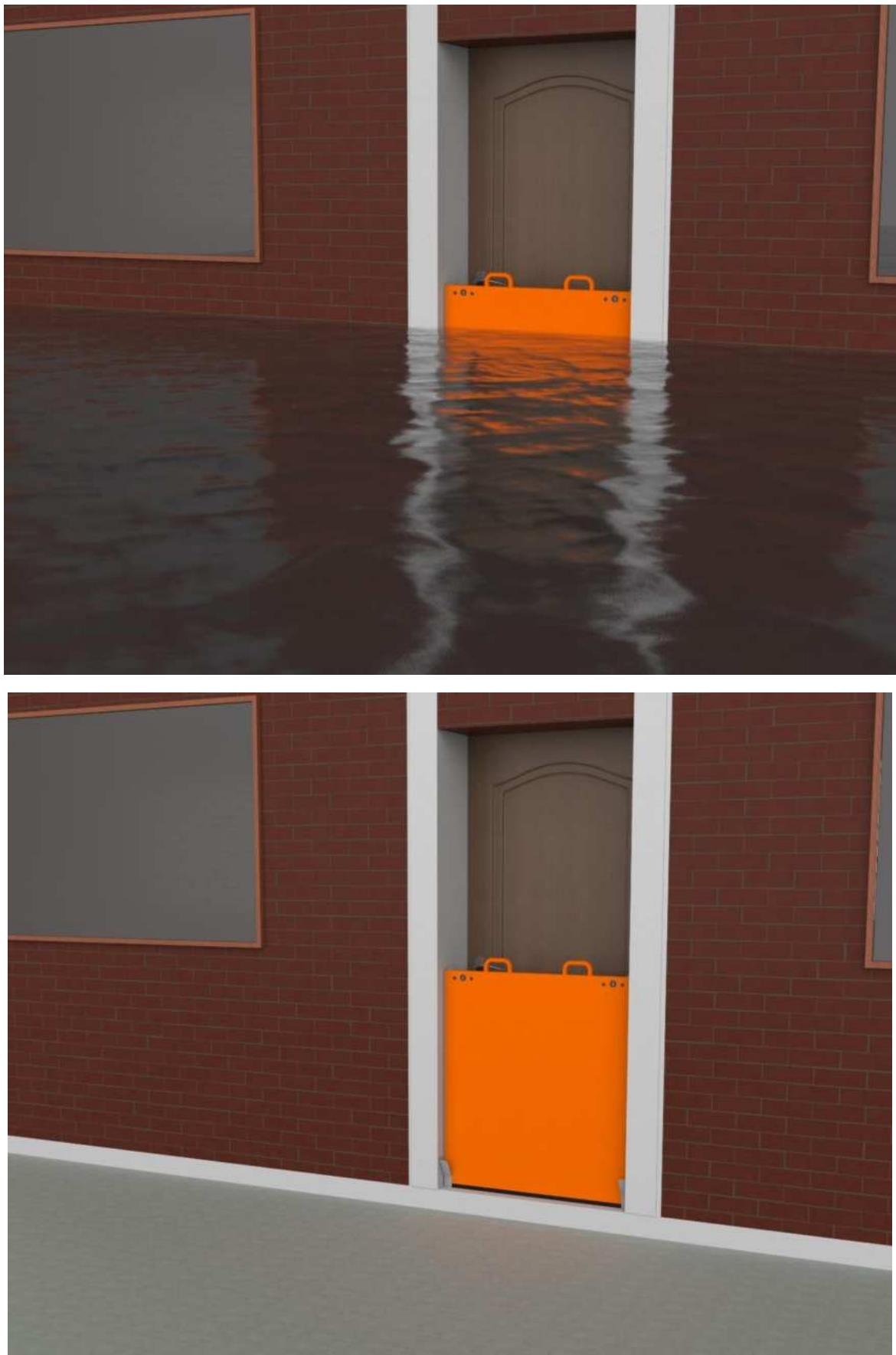


Figura 173 - Painel com ambientação da comporta instalada, parte 02. Fonte: Elaboração própria.

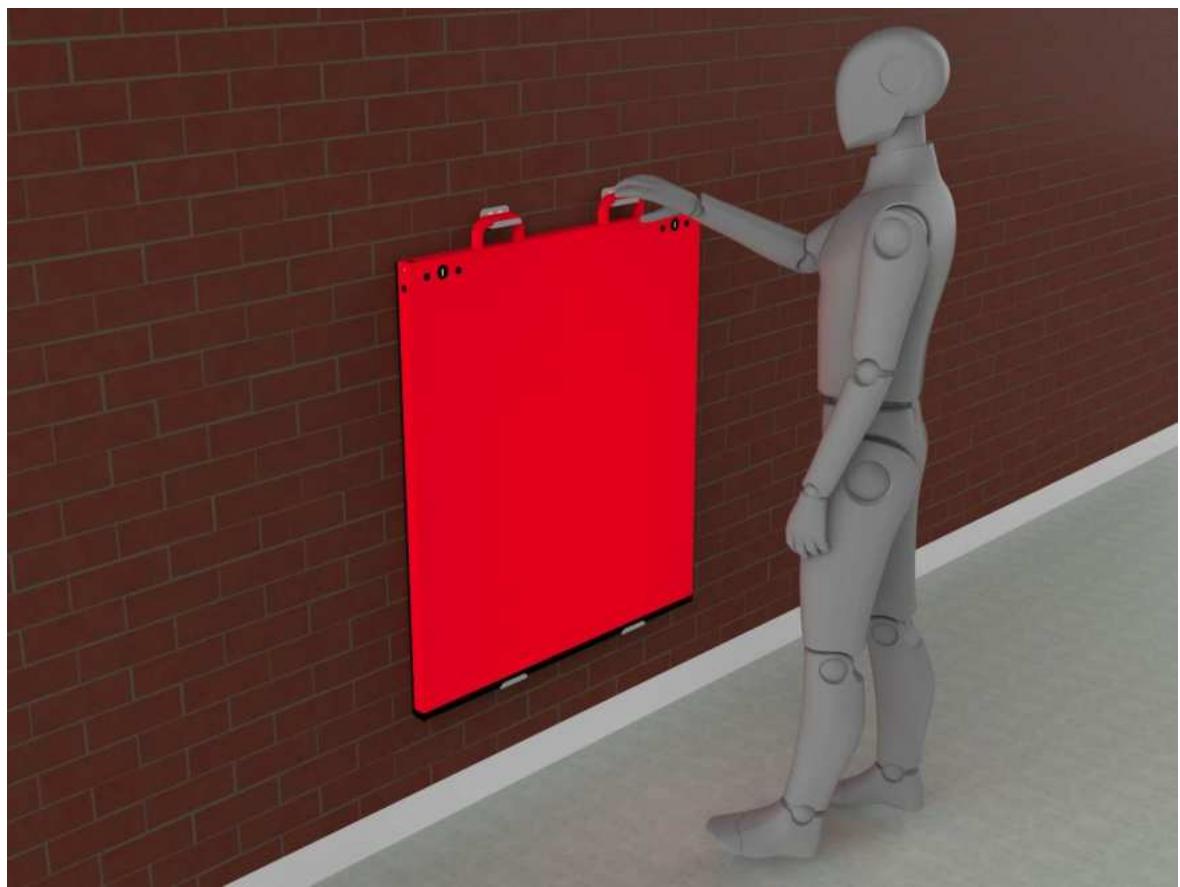


Figura 174 - Painel com ambientação da comporta armazenada. Fonte: Elaboração própria.

4.7 – Modelo final em escala

Como etapa final do projeto, foi desenvolvido um modelo em escala para a visualização do resultado alcançado. O objetivo do modelo é apresentar tridimensionalmente a comporta, simulando a sua inserção numa porta e seu suporte na parede. Devido a dificuldades produtivas e financeiras de se produzir um modelo em tamanho real, optou-se por desenvolver um em escala 1:6. A sua apresentação é realizada através de uma maquete, simulando uma moldura de porta e parede.

Os processos envolvidos na produção do modelo foram basicamente dois, sendo a impressão 3D e o corte a laser. Os processos foram escolhidos com base na alta precisão, detalhes, velocidade do tempo de produção, fácil acabamento e por favorecerem a questão de custo/benefício. Por ser uma simulação física da comporta, optou-se por não produzir as peças que se encontram no seu interior, como a estrutura interna e a fechadura, assim como todas as ferragens de fixação.

Para as peças de corte a laser, após diversos orçamentos com empresas do Rio de Janeiro, optou-se por fazer os cortes com a empresa Makers, situada em São Cristóvão. Os cortes foram realizados numa chapa de 6mm de MDF e a geração de seus arquivos foi feita no software Adobe Illustrator, com desenho vetorial simples.

O preparo das peças de impressão foi realizado através do software Ultimake Qura, dispondo cada perfil, um por vez, para imprimir, levando todos os perfis 3 horas no total. A impressora utilizada para a produção dessas peças foi a Ender 3 S1.

Com as peças impressas e cortadas iniciou-se a etapa de acabamento do modelo. As peças de PLA foram lixadas para remoção de rebarbas. Iniciou-se então a etapa de pintura do objeto, aplicando um primer nas peças para melhor fixação da tinta e na sequência foram aplicadas as cores desejadas no projeto, simulando a aplicação da poliureia.

Após todas as peças terem recebido seus devidos acabamentos, iniciou-se a montagem dos componentes. Primeiramente, a base, moldura da porta e parede foram coladas com Super Bonder. Após sua fixação, colaram-se os elastômeros na comporta, os suportes na parede e os perfis de ancoragem na moldura da porta. Nas próximas páginas são encontradas as fotos do modelo.



Figura 175 - Foto do modelo final com a comporta instalada. Fonte: Elaboração própria.

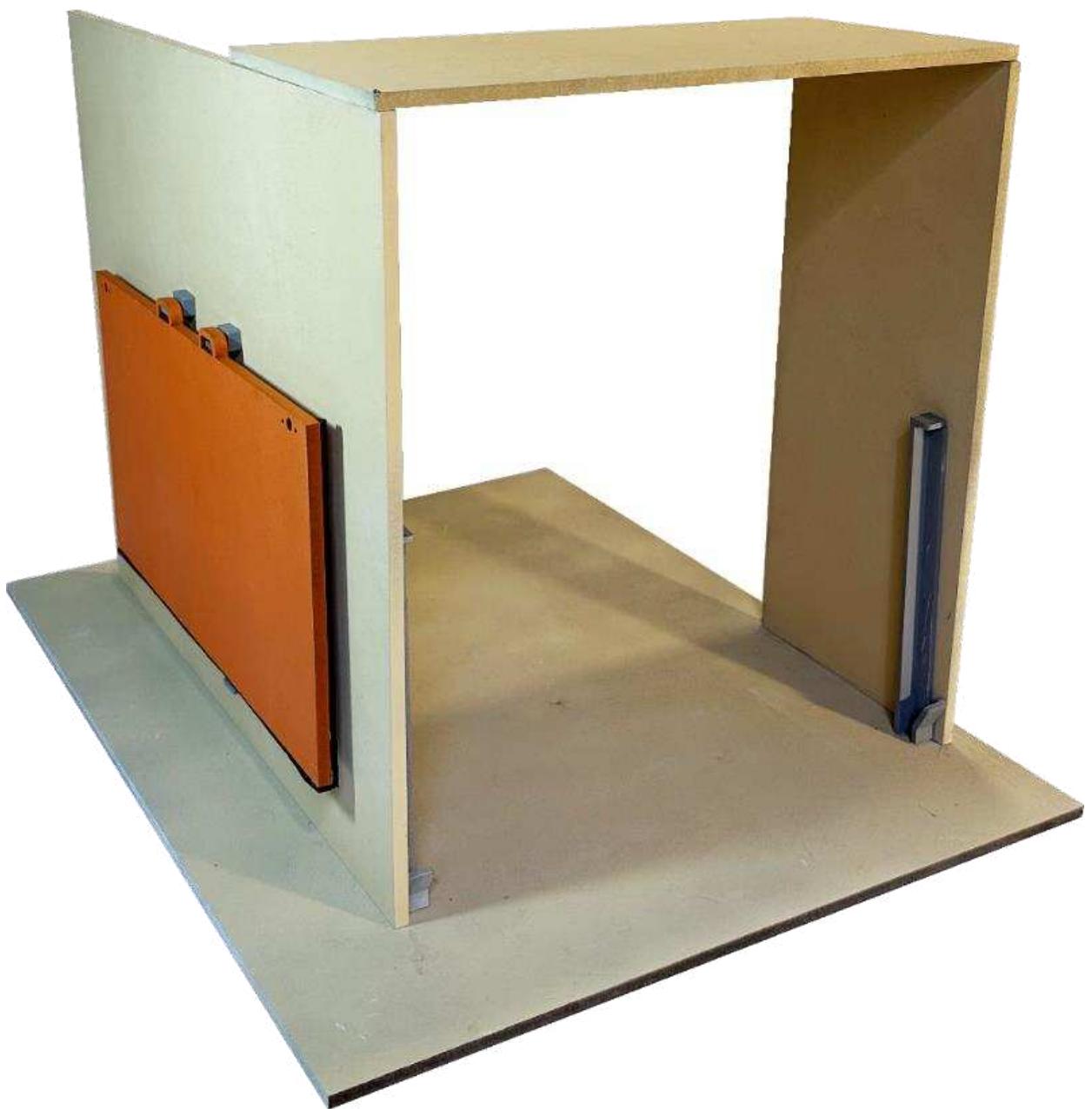


Figura 176 - Foto do modelo final com a comporta armazenada. Fonte: Elaboração própria.



Figura 177 - Foto do modelo final. Fonte: Elaboração própria.



Figura 178 – Foto de detalhe do modelo final. Fonte: Elaboração própria.

4.8 – Considerações finais

A escolha de um tema que se trata de um problema recorrente na vida das pessoas que residem em áreas de perigo de enchentes, possibilitou que esse projeto fosse desenvolvido de maneira objetiva. Apesar do resultado final ter se mostrado mais complexo na resolução de sua estrutura e técnico do que esperado, acreditamos ter chegado em uma solução viável dentro de sua proposta, não deixando de lado os fatores de funcionalidade considerados essenciais.

Os materiais e processos escolhidos são amplamente usados em serralheria, alinhando as expectativas comerciais do usuário com o projeto, bem como todos os itens de série facilmente encontrados no mercado. De todo modo, o projeto ainda deve passar por testes em laboratório, em tanque fechado para entender se toda a questão de vedação levada em consideração está condizente, passando por um teste final para sua validação, antes de ser implementado.

Assim sendo, como podemos observar ao longo do projeto, a comporta proposta possui um mecanismo de fácil uso e instalação, diminuindo etapas e agilizando o processo, sendo ela instalada pelo encaixe nos perfis, sem nenhum ferramental externo. Esse sistema esmaga os elastômeros nos pontos de contatos e realiza a vedação do objeto por este entrar todo sob pressão nos perfis laterais. Os estudos ergonômicos realizados, bem como a escolha do material colaboraram com o melhoramento da ergonomia proposto no final do capítulo dois, diminuindo seu peso e adequando as alças para um transporte e uso mais adequado, bem como seu armazenamento, que é facilitado através dos suportes de parede, elevando a comporta do chão e a protegendo contra desgastes.

A nova comporta também é possível de se instalar pelos lados externo e interno sendo isso também realizado na tranca antifurto, que pode ser removida através de sua tampa lateral para realizar manutenções e trocas. Por conter essa característica de instalação a comporta também atende aos estabelecimentos comerciais e residenciais e todos os mecanismos de instalação são presentes na própria comporta, sendo apenas necessário uma chave para acioná-la.

Portanto, todos os objetivos foram alcançados, entretanto, testes seriam necessários, com os materiais reais e o produto em tamanho real, para comprovação final da viabilidade de todos os itens e peças, mas acreditamos que com auxílio de outros profissionais com competências técnicas complementares ao de um designer, o projeto desenvolvido se tornaria uma excelente solução para a proteção de vidas e bens materiais.

O projeto também poderá sofrer novos estudos e possíveis alterações conforme seu local de instalação, podendo ser levado para outras regiões do Rio de Janeiro e do Brasil. Outros estudos sobre a estrutura, considerando mais fatores e com auxílio de profissionais de engenharia também deverão ser realizados para o futuro do produto.

Concluímos esse projeto, então, nomeando-o de Recife: comporta contra enchente, baseando-se na cidade de Recife, onde encontramos canais e uma profunda relação com a água e por conta das barreiras de recifes encontradas mar adentro. A escolha do seu nome se deu pelo fato de que muitos dos produtos encontrados no mercado nacional e internacional utilizam-se de nomes mais técnicos nos seus projetos, optamos então por um nome mais comercial e atraente.

Referências

A luta de quem tem a casa invadida pelos alagamentos em SP – Colunas e blogs. Disponível em: <<https://www.cartacapital.com.br/blogs/a-luta-de-quem-tem-a-casa-invadida-pelos-alagamentos-em-sp/>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

ABC DO AÇO INOX. Disponível em: <<https://abinox.org.br/abc-do-aco-inox/>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Acidentes/ Riscos/ Ambientais/ Enchentes Urbana. Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/mma10.htm#:~:text=V%C3%A1rias%20s%C3%A3o%20as%20causas%20das>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Adesivo de PU. Disponível em: <<https://www.cec.com.br/tintas-e-acessorios/adesivos-e-colas/cola-pu-fix-branco-alta-performance-400g?>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Alavanca: o que é, tipos, funcionamento, fórmula. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/alavanca.htm#:~:text=Resumo%20sobre%20a%20alavanca>>. Acesso em: 9 maio. 2024.

All About EPDM Rubber - Properties, Applications and Uses | Seals. Disponível em: <<https://www.shidarubber.com/all-about-epdm-rubber-properties-applications-and-uses/>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Alumínio | Chapas de Alumínio Naval Liga 5052. Disponível em: <<https://www.termoniquel.com.br/chapas-de-aluminio-naval-liga-5052.php>>. Acesso em: 7 maio. 2024.

ANNA. Fachada em ACM: Vantagens, Dicas e 50 Fotos Incríveis. Disponível em: <<https://www.decorfacil.com/fachada-em-acm/>>. Acesso em: 7 maio. 2024.

Anti flood barriers, STOP Allagamenti anti flooding System. Disponível em: <<https://www.anti-flood-barriers.com/anti-flood-barriers>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Após temporal, Baixada Fluminense ainda tem pontos de alagamento nesta quinta. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2020/02/06/apos-temporal-baixada-fluminense-ainda-tem-pontos-de-alagamento-nesta-quinta.ghtml>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

AquaVent: novo acabamento hidrofóbico ecológico e sem água para roupas e calçados. Disponível em: <<https://www.stylourbano.com.br/aquavent-novo-acabamento-hidrofobico-ecologico-e-sem-agua-para-roupas-e-calculos/>>. Acesso em: 7 maio. 2024.

Barrera Anti Inundaciones Extensible NUX - Información. Disponível em: <<https://barrerasantii-nundaciones.com/barrera-anti-inundaciones-extensible-nux/>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Borracha Para Porta De Madeira Vedação 20 Metros Adesiva. Disponível em: <<https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1712371048-borracha-para-porta-de-madeira-vedaco-20-metros-adesiva-JM?>>. Acesso em: 7 maio. 2024.

Bucha de Parede para Fixação 8mm. Disponível em: <<https://www.casadoroadie.com.br/bucha-de-parede-para-fixacao-8mm>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Chapa de alumínio 5052: conheça as suas vantagens e benefícios. Disponível em: <<https://www.imperiodosmetais.com.br/blog/chapas-de-aluminio/chapa-de-aluminio-5052-vantagens-e-aplicacoes/>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

China Torneamento Fresamento Personalizado em Usinagem CNC Fornecedores. CNC Machining. Disponível em: <<https://pt.pft-cncmachining.com/cnc-machining/turn-mill-compound/turning-milling-in-cnc-machining.html>>. Acesso em: 7 maio. 2024.

Conheça as propriedades da liga de alumínio 5052. Disponível em: <<https://www.imperiodosmetais.com.br/blog/aluminio/propriedades-liga-de-aluminio-5052/>>.

Comporta. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/comporta/>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Como dobrar chapa sem dobradeira facil facil. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=5IfZGZRfII>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Quide da vedação do seu carro. Disponível em: <<http://www.manneflon.com.br/cuide-da-vedacao-do-seu-carro>>. Acesso em: 7 maio. 2024.

Desastres naturais atingiram 93% dos municípios nos últimos 10 anos. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-07/desastres-naturais-atingiram-93-dos-municípios-nos-últimos-10-anos>>.

DREYFUSS, Henry. As medidas do Homem e da Mulher: Fatores humanos em design. Porto Alegre: Artmed, 2002.

Enchentes no Brasil: causas e consequências. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/as-grandes-enchentes-no-brasil.htm#As+enchentes+no+Brasil+t%C3%AAm+sido+mais+frequentes%3F>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Enchentes - O Brasil é 6º país do mundo que mais sofre com catástrofes climáticas - Rádio Câmara. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/radio/programas/396885-enchentes-o-brasil-e-6o-pais-do-mundo-que-mais-sofre-com-catastrofes-climaticas/>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Estudo sobre cenários futuros de chuva e enchentes. Disponível em: <http://megacidades.ccst.inpe.br/sao_paulo/VRMSP/capitulo5.php>. Acesso em: 10 maio. 2024.

EzDam® Flood Barrier | PS Flood Barriers™. Disponível em: <<https://www.psloodbarriers.com/product/ezdam-flood-barriers/>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Fechadura Cadeado Porta de Aço Lateral - Par Preta - Dovale - 87002 | Amazon.com.br. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Fechadura-Cadeado-Porta-A%C3%A7o-Lateral/dp/B09V1R29YX/ref=asc_df_B09V1R29YX/?>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Flood barriers for houses and villas - Acquastop. Disponível em: <<https://www.acquastop.it/en/barrier-for-homes.php>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Flood Barrier Door Dam - Ultimate Flood Gate. Disponível em: <<https://dameeasyfloodbarriers.com/products/flood-barrier>>.

Floodgate - Protecting Doorways from Flood Risk. Disponível em: <<https://floodgate.ltd.uk/flood-gates/>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

FREEDLAND, J. These floods are washing away the founding logic of David Cameron's government. **The Guardian.** Disponível em: <<https://www.theguardian.com/commentis-free/2014/feb/14/floods-washing-away-founding-logic-david-cameron-government>>. Acesso em: 20 abril. 2024

Galeria Raulan Comportas. Disponível em: <<https://www.raulancomportas.com.br/gallery#&gid=1021724514&pid=6>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Housoutil Faixa De Vedação Preta Tira De Vedação Para Portas e Janelas Vedação De Faixa De Janela Tira De Vedação De Lacunas De Janela Borracha Natural Enchimento Moldura Da Porta. Amazon. Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/Housoutil-Calafetagem-Borracha-In-temp%C3%A9ries-Isolamento/dp/B0CHLMWS4X>>. Acesso em: 7 maio. 2024.

Idosa fica em casa alagada e salva o cachorro em cima de móvel no RJ: “É de partir o coração”, diz filha. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2024/01/15/idoso-fica-em-casa-alagada-e-salva-o-cachorro-em-cima-de-movel-no-rj-e-de-partir-o-coracao-diz-filha.ghtml>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção.** 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

Leito aquático. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Leito_aqu%C3%A1tico>. Acesso em: 10 maio. 2024.

LÖBACH, Bernd. **Design Industrial: Bases para a configuração dos produtos industriais.** São Paulo: Blucher, 2001.

Loctite 2760 Trava Rosca Tf 10g Henkel - R\$ 25,75. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1896683279-loctite-2760-trava-rosca-tf-10g-henkel-_JM?>. Acesso em: 10 maio. 2024.

MORAI S, Rodilei. **Você sabe qual é a diferença entre enchente, inundação e alagamento?** Terra. Disponível em: <<https://www.terra.com.br/byte/voce-sabe-qual-e-a-diferenca-entre-enchente-inundacao-e-alagamento,a0d810568b76f95b8cd4ca3730b52eb1kvfahqf1.html>>. Acesso em: 06 maio 2024.

O AISI 316L é um aço inoxidável Cr-Ni-Mo austenítico durável. Disponível em: <<https://www.sverdrupsteel.com/pt/products/austenitic-alloys/alloy-1-4404-uns-s31603-316l#:~:text=em%20estado%20torneado.->>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

O que é dureza Shore? Como é medida a dureza da borracha? Disponível em: <<https://www.jflex.com/pt/como-a-dureza-da-borracha-e-medida-o-que-significa-dureza-shore/>>. Acesso em: 10 maio.

Painéis de ACM podem ser utilizados na fachada de diversos tipos de edifício. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/paineis-de-acm-podem-ser-utilizados-na-fachada-de-diversos-tipos-de-edificio/17968>>. Acesso em: 7 maio. 2024.

Paneles Anti-inundaciones “Tritone”. Disponível em: <<https://palexiberica.com/producto/tritone/>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

PANERO, Julios; ZELNIK, Martin. Dimensionamento humano para espaços interiores: um livro de consulta e referência para projetos. Espanha: Gustavo Gili, 2002.

Parafuso Inox 4,2x38 Cabeça Chata Phillips 500u Deck Madeira - R\$ 147,7. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-4214534718-parafuso-inox-42x38-cabeca-chata-phillips-500u-deck-madeira-_JM?>. Acesso em: 10 maio. 2024.

PASCHOARELLI , Luiz Carlos; DOS SANTOS MENEZES, Marizilda. *Design e Ergonomia: aspectos tecnológicos.* São Paulo: UNESP, 2009.

PAZMINO, Ana Veronica. Como se cria: 40 métodos para design de produtos. São Paulo: Blucher, 2015.

Perfis de alumínio. Disponível em: <<https://www.terametais.com.br/chapas-e-perfis-aluminio/#group1-2>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Perfil De Borracha. Disponível em: <<https://www.borrachascambuci.com.br/p/perfil-de-borracha>>. Acesso em: 7 maio. 2024.

Perfil U Abas Desiguais. Disponível em: <<https://www.aleliaaaluminio.com.br/produtos/perfis-de-aluminio/perfis/perfil-u-abas-desiguais>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Pintura em perfil de alumínio. Magecolor. Disponível em: <<http://www.magecolor.com.br/>>. Acesso em: 7 maio. 2024.

Porca Sextavada MA 8 - 1.25 Chave 13 Aço Classe 8.8 Zincado (Trivalente). Disponível em: <<https://www.parafusofacil.com.br/porcas/porca-sextavada/porca-sextavada-ma-8-1-25-chave-13-aco-classe-8-8-zincado-trivalente/>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Poliureia - Nova geração de polímero de dois componentes. Disponível em: <<https://vnc.com.pt/produtos-da-vnc/poliureia/>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Porta de ACM Lisa - Modelo Berlim em Curitiba. Disponível em: <<https://portasemadeirrasgralhaazul.com.br/produto/porta-de-acm/>>. Acesso em: 7 maio. 2024.

Portões de ferro para evitar enchentes do Guaíba passam por reformas. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2020/02/portoes-de-ferro-para-evitar-enchentes-do-guaiba-passam-por-reformas-ck6i7dggi0i8r01qdiy7bw65b.html>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Portão de Alumínio Bronze Preço em Itupeva - Portão de Alumínio de Correr. Disponível em: <<http://www.alframe.com.br/esquadria-de-aluminio/portao-de-aluminio/portao-de-aluminio-de-correr/portao-de-aluminio-bronze-preco-em-itupeva>>. Acesso em: 7 maio. 2024.

Portinari Metalúrgica - Corte Punctionadeira. Disponível em: <<https://www.portinarimetalurgica.com.br/corte-punctionadeira.php>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Praça da Bandeira alaga com chuva forte. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/video/praca-da-bandeira-alaga-com-chuva-forte-10443276.ghtml>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Praça da Bandeira, bairro do Rio de Janeiro. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Pra%C3%A7a_da_Bandeira_\(bairro_do_Rio_de_Janeiro\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Pra%C3%A7a_da_Bandeira_(bairro_do_Rio_de_Janeiro))>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Produtos com embalagem em alumínio anodizado. Web Packaging. Disponível em: <<https://www.webpackaging.com/en/portals/anomatic/assets/13566979/decorations-that-differentiate-anomatic-offers-metalized-anodized-aluminum/>>. Acesso em: 7 maio. 2024.

Puxador Cabo Alça De Baquelite 140 Mm - Rosca M 8 C/ 4 Peças - R\$ 93,66. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1797765062-puxador-cabo-alca-de-baquelite-140-mm-rosca-m-8-c-4-pecas-_JM?>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Qual o Valor de Limpeza de Sofá e Impermeabilização Bonsucesso - Limpeza de Sofá de Couro - Unika Clean Limpeza e Impermeabilização de Estofados. Disponível em: <<https://limpeza.unikaclean.com.br/limpeza-de-sofas/limpeza-de-sofa-de-couro/qual-o-valor-de-limpeza-de-sofa-e-impermeabilizacao-bonsucesso>>. Acesso em: 7 maio. 2024.

Revestimentos de ACM. Disponível em: <<https://institucional.bold.net/solucao/construcao-civil/revestimentos-de-acm/>>. Acesso em: 7 maio. 2024.

Rio tem chuva recorde, ruas alagam e Praça da Bandeira fecha. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/rio/rio-tem-chuva-recorde-ruas-alagam-praca-da-bandeira-fecha-18863722>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

RIO, D. G Praça da Bandeira, na Zona Norte do Rio, é reinaugurada após obras. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2015/02/praca-da-bandeira-na-zona-norte-do-rio-e-reinaugurada-apos-obras.html>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Saiba como especificar painéis de ACM para fachadas comerciais. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/saiba-como-especificar-paineis-de-acm-para-fachadas-comerciais/18938>>.

Selante PU 40: Principais aplicações! Disponível em: <<https://www.rabeloparafusos.com.br/seleante-pu-40-principais-aplicacoes/>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

SERVIÇOS DE POLIUREIA E POLIURETANDO > O Impermeabilizador - Comércio e Aplicação de Impermeabilizantes. Disponível em: <https://www.oimpermeabilizador.com.br/servicos_poliureia_poliuretano.php>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Sikaflex 1A Plus 300ml Branco - Distribuidor Sika. Disponível em: <<https://www.distribuidor-sika.com.br/sikaflex-1a-plus-300ml-branco-105/p?>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Sobre Barragem. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Barragem>>. Acesso em: 9 maio. 2024.

Sobre borracha expandida. Disponível em: <<https://www.celpan.com.br/borracha-expandida-para-fins-industriais/#:~:text=Usada%20para%20diversas%20finalidades%20a,por%20sua%20durabilidade%20e%20conforto.>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Sobre Borracha sólida. Disponível em: <<https://3dvedacoes.com.br/perfil-de-borracha-solido#:~:text=O%20perfil%20de%20borracha%20s%C3%B3lido%20%C3%A9%20um%20produto%20utilizado%20para,e%20as%20vibras%C3%A7%C3%A3o%C5%8Bes%20de%20m%C3%A1quinas.>>. Acesso em: 10 maio.

Sobre Chapa de Aço. Disponível em: <<https://www.maxfer.com.br/chapa-inox-316l/>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Solid Square EPDM Rubber Cord Strip Profiles. Disponível em: <<https://seashorerubber.com/epdm/epdm-solid-rubber-square-cord-strip-profiles-for-engineering/>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Tempestades no Brasil ficaram muito mais fortes e frequentes nos últimos dois anos. Disponível em: <<https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2023/02/21/tempestades-no-brasil-ficaram-muito-mais-fortes-e-frequentes-nos-ultimos-dois-anos.ghtml>>.

Temporal alaga ruas do Rio e põe em xeque piscinão da Praça da Bandeira. Disponível em: <<https://extra.globo.com/noticias/rio/temporal-alaga-ruas-do-rio-poe-em-xeque-piscinao-da-praca-da-bandeira-18863706.html>>.

Tira de Borracha maciça. Disponível em: <<https://www.logfer.com.br/borracha-e-silicone/tira-de-borracha-maci%C3%A7a?c=borracha-cord%C3%B5es-perfis-e-tarugos-s%C3%B3lidos-e-esponjosos>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Trabalho com chapas e dobradeiras especiais. prensa dobradeira hidráulica ou dobradeira para chapas de metal. Disponível em: <https://br.freepik.com/fotos-premium/trabalho-com-chapas-e-dobradeiras-especiais-presa-dobradeira-hidraulica-ou-dobradeira-para-chapas-de-metal_15349344.htm>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Trabalho prático: Técnica Operatória da Soldagem – GTAW - Infosolda. Disponível em: <<https://infosolda.com.br/851-trabalho-pratico-tecnica-operatoria-da-soldagem-gtaw/>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Tubo de alumínio anodizado personalizado fabricantes, fornecedores. CHANNEL INT'L. Disponível em: <<https://pt.metallicpipe.com/aluminium-tubing/aluminium-round-tubing/anodized-aluminium-tube.html>>.

Acesso em: 7 maio. 2024.

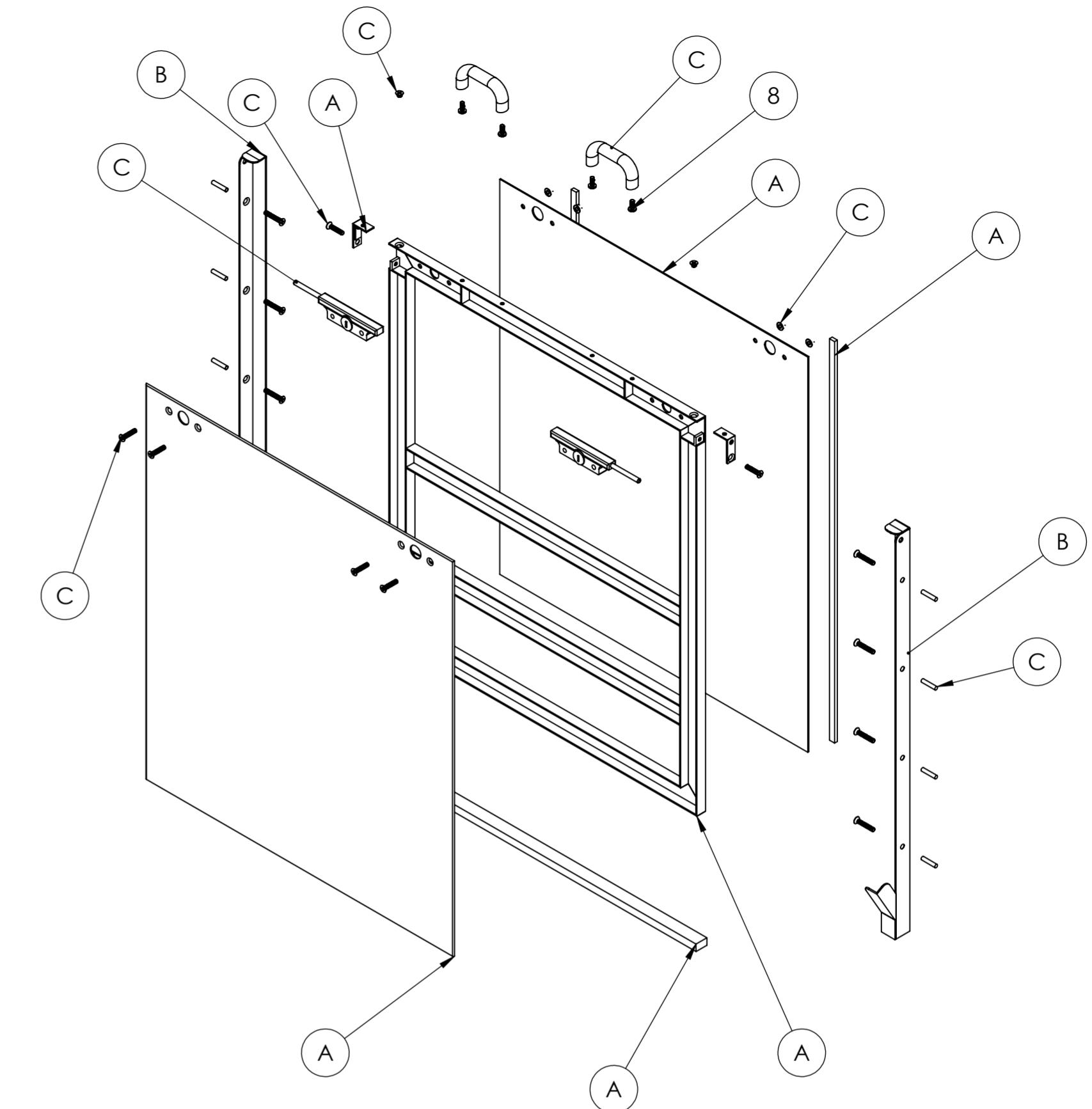
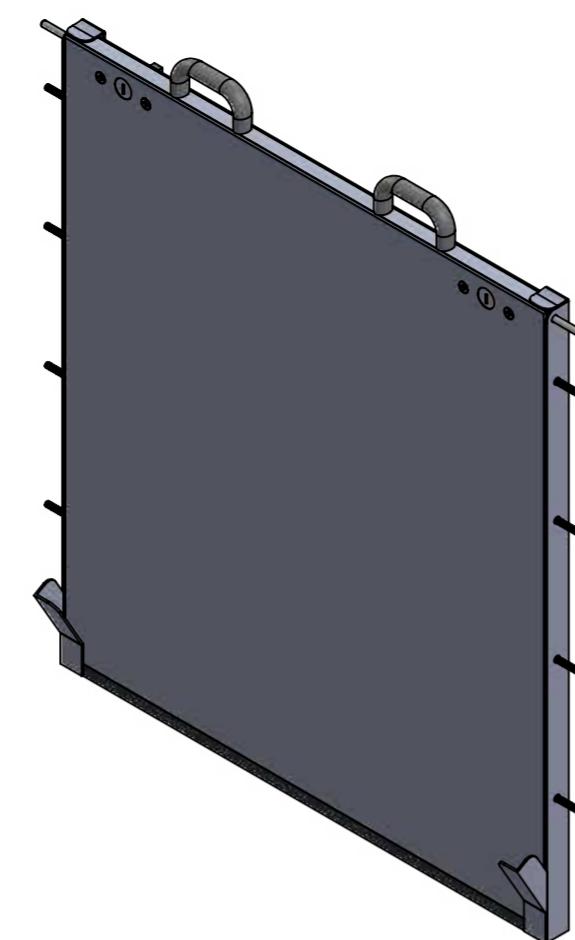
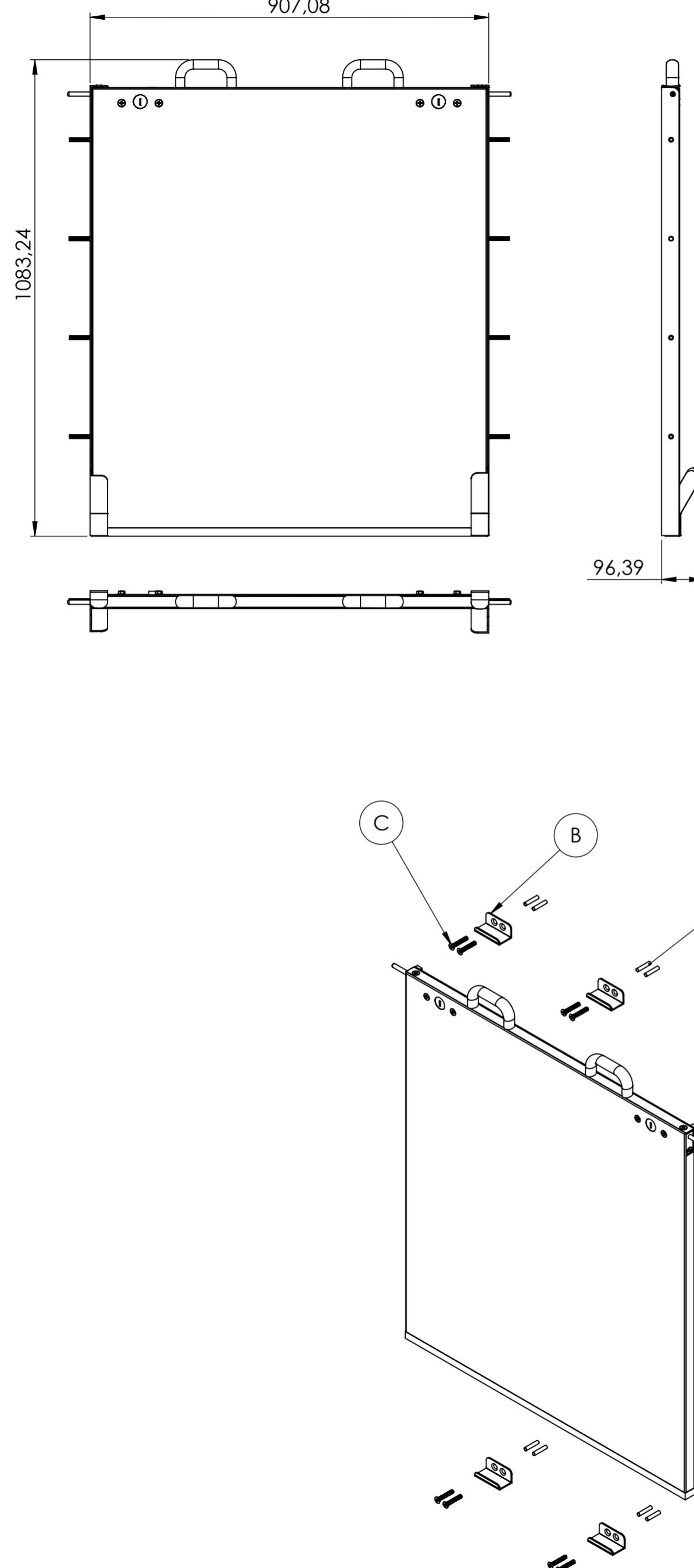
Tubos de metal anodizado. North Plating. Disponível em: <<https://northplating.com/>>. Acesso em: 7 maio. 2024.

Vedaçāo universal e forma T, 2,5, vedaçāo borracha contra intempéries para para-brisa carro, capa acabamento decapagem carro, kit à prova vazamento som para vedação caminhão carro. Amazon. Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/universal-intemp%C3%A9ries-para-brisa-acabamento-decapagem/dp/B09BNGJL8Z?th=1>>. Acesso em: 7 maio. 2024.

VERDE, R. P. Principais causas das enchentes e suas consequências. Disponível em: <<https://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/principais-causas-das-enchentes-e-suas-consequencias/>>.

VI APIANA, T. Hidrelétrica indenizará por casas inundadas após abertura de comporta. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2021-fev-20/hidreletrica-indenizara-casas-inundadas-abertura-comporta/>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

Anexos



Nº	DENOMINAÇÃO	MATERIAL	QUANT.	OBSERVAÇÃO
1	Conjunto A	Alumínio / EPDM	1	Comporta
2	Conjunto B	Aço	1	Ancoragens
3	Conjunto C	Aço	1	Itens de série

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CLA - Escola de Belas Artes

Dept. de Design Industrial

Curso de Design Industrial

Habilitação em Projeto de Produto

Título do Projeto:

RECIFE - Comporta contra enchente

Projeto de Graduação em Design Industrial

Professor: Gerson Lessa

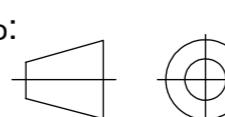
Peça: Montado - Dimensionamento geral

Autor: Derley Telles Guimarães de Almeida

Conjunto: Montado

Escala: 1:10

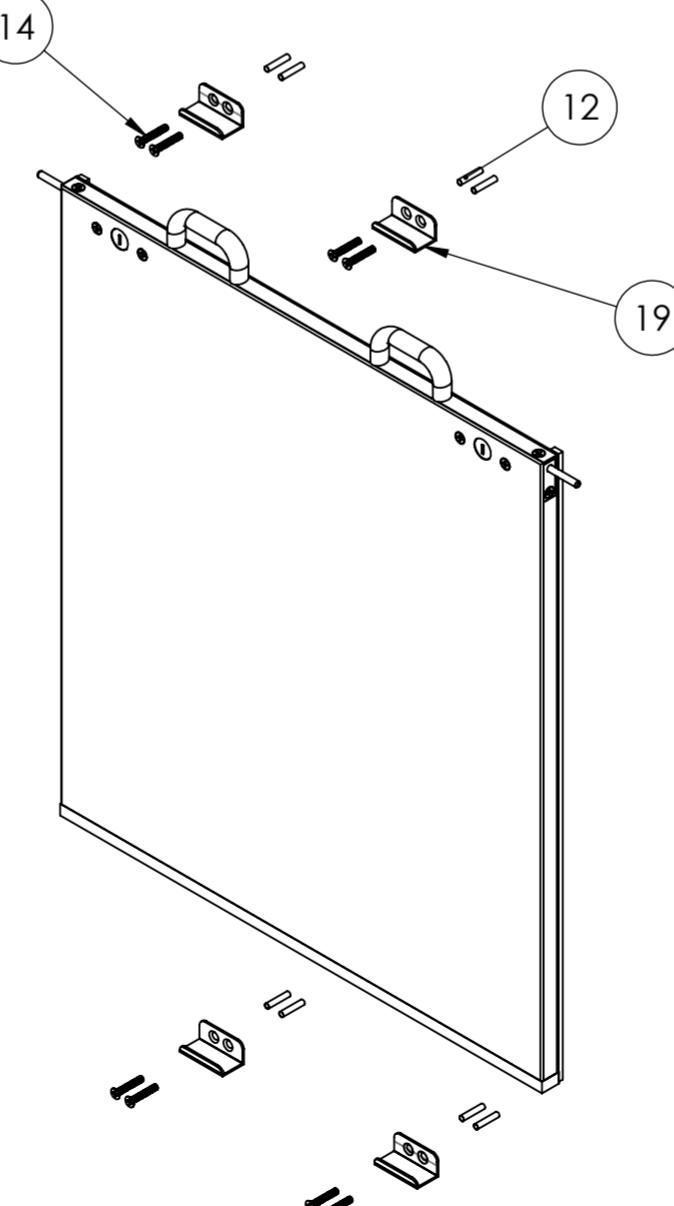
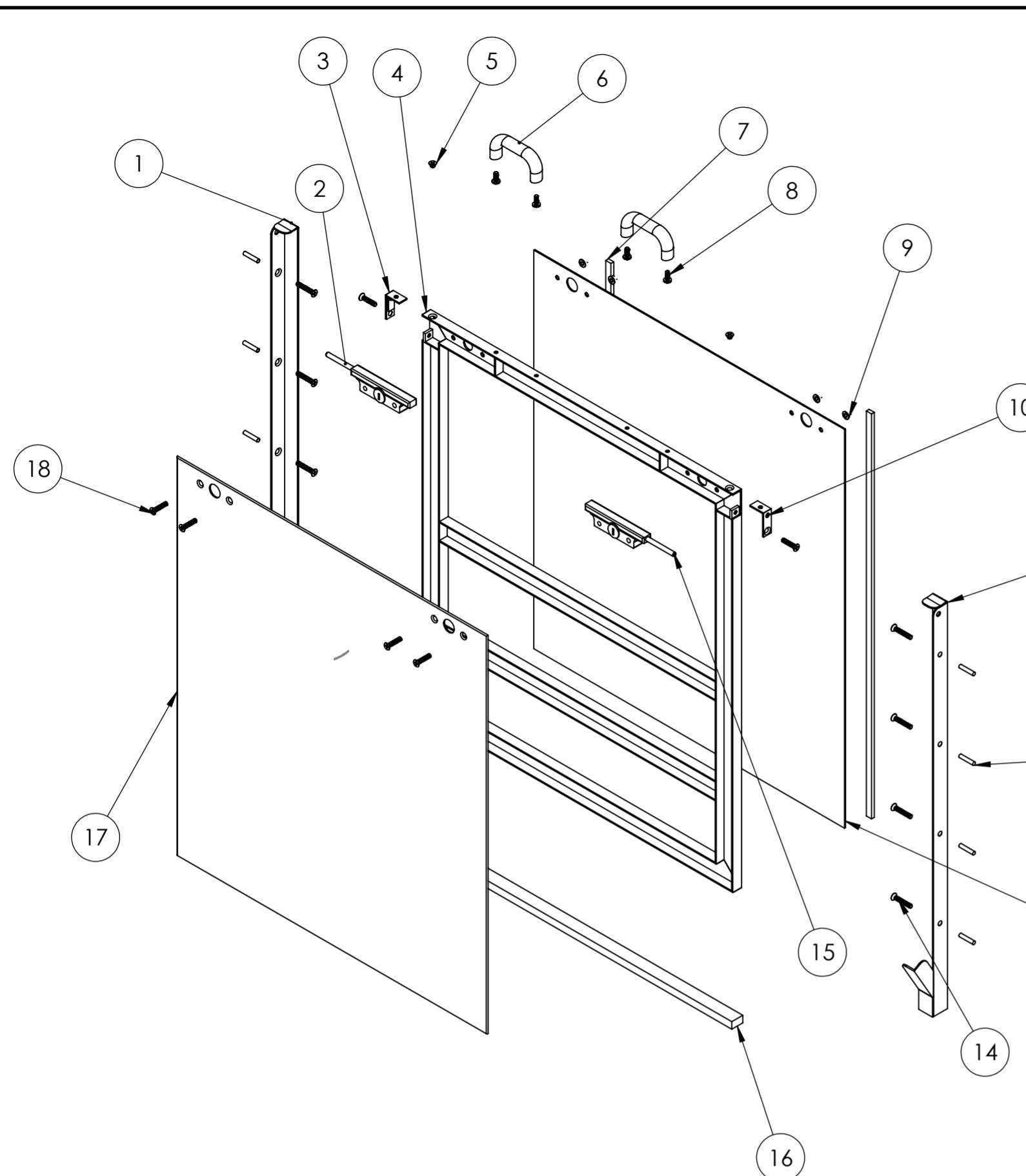
Diedro:



Cotas: mm

Data: 20/03/2024

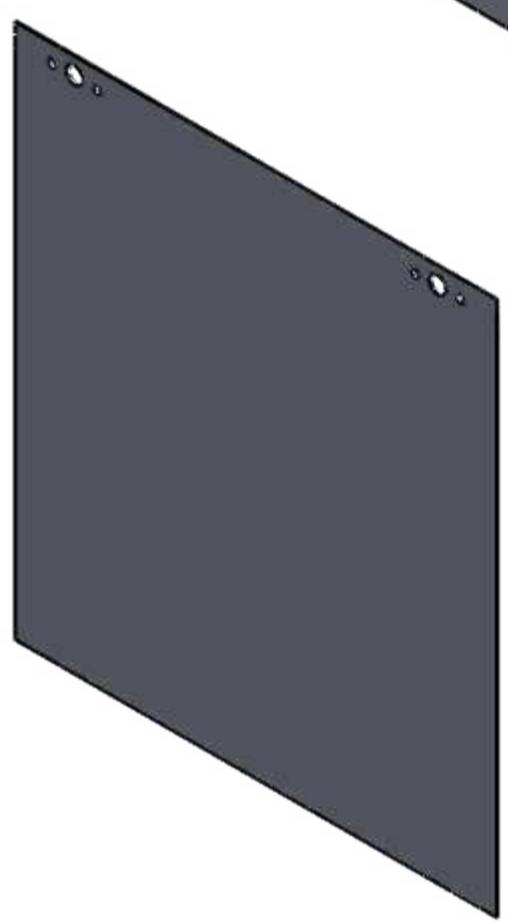
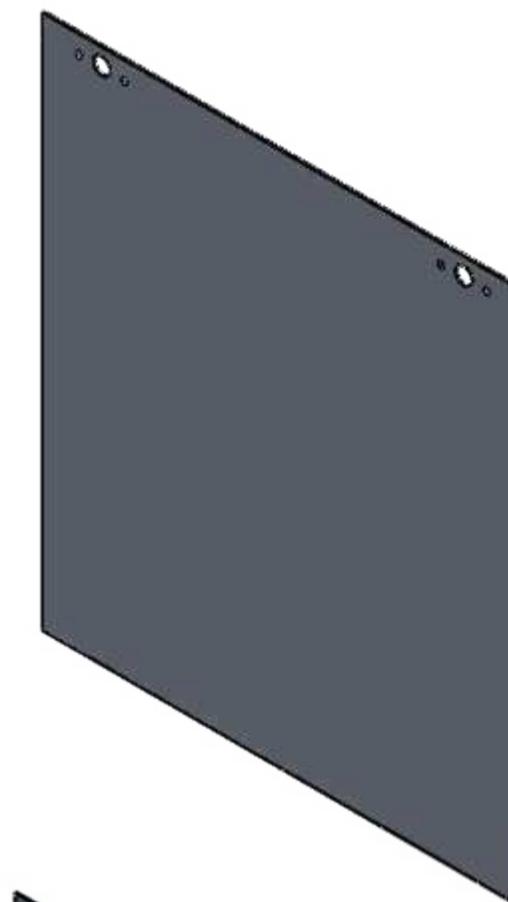
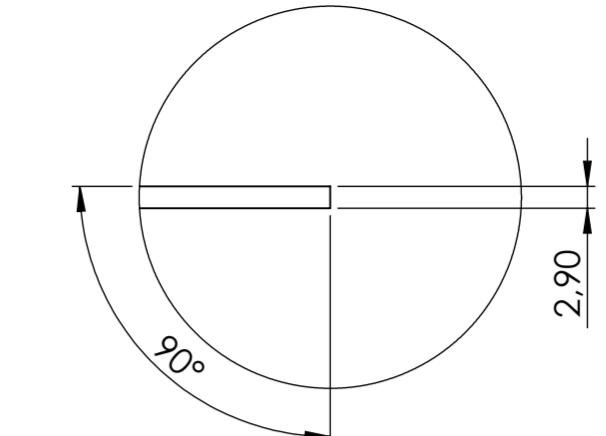
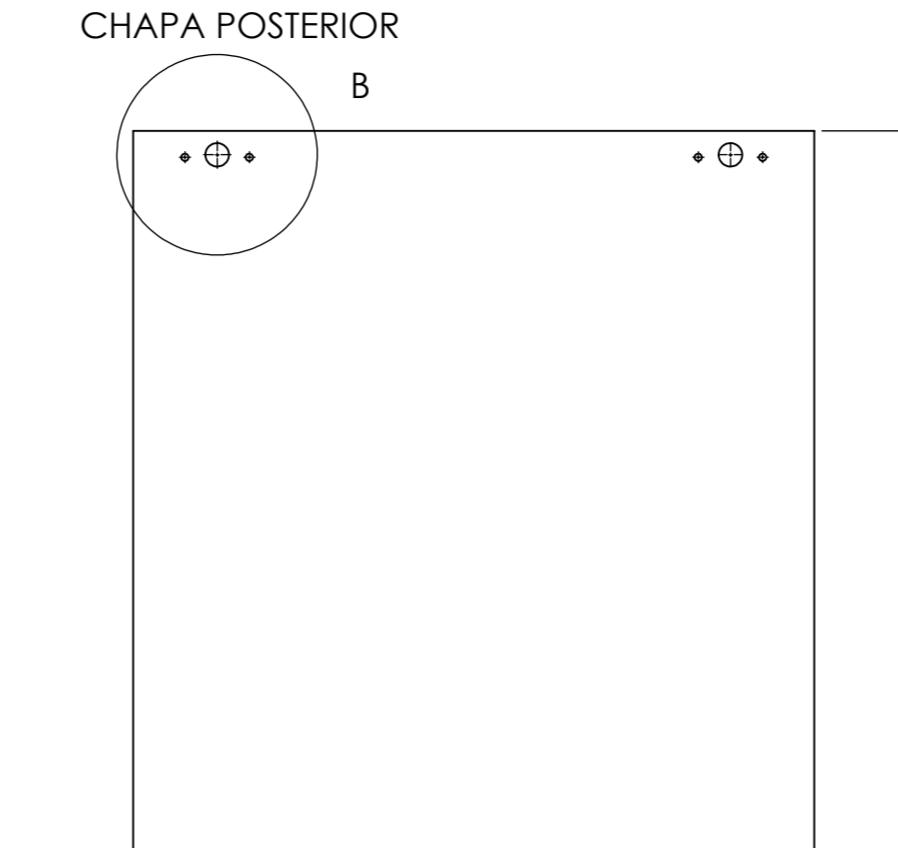
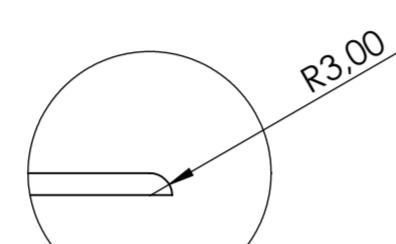
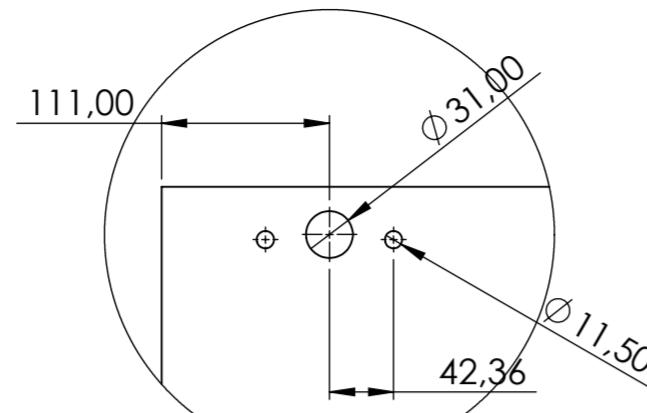
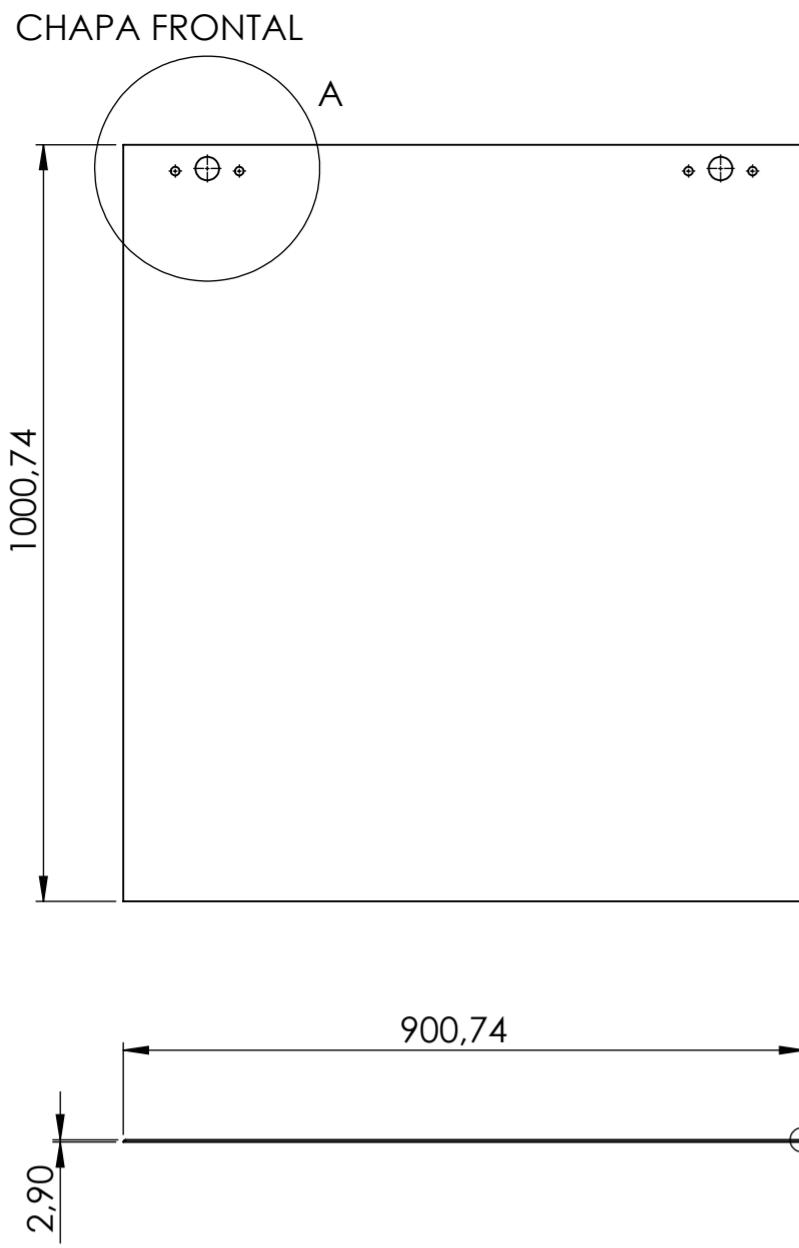
P1



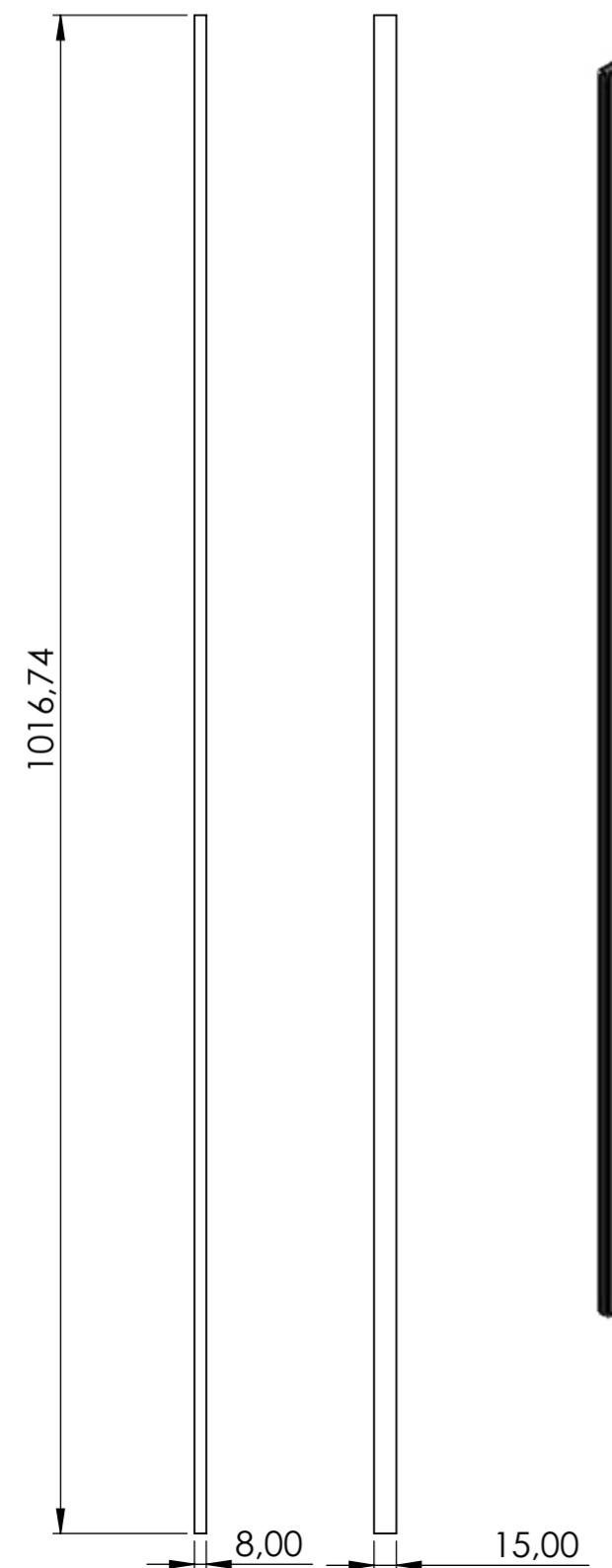
Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	Perfil anconragem esquerdo	Aço AISI 316L	1
2	Fechadura Lateral esquerda	Alumínio	1
3	Tampa Fechadura Lateral esquerda	Alumínio liga 5052	1
4	Moldura estrutural	Alumínio 5083 - Perfil U 25x50 mm	1
5	Parafuso Phillips Cabeça Chata - M8 x 1.25 x 10	Aço	2
6	Alça de transporte	Baquelite	2
7	Elastômero Vertical	EPDM Sólido 40 Shore A	2
8	Parafuso Phillips Cabeça Chata - M8 x 1.25 x 20	Aço	4
9	Porca Sextavada M8 x 1.25	Aço	4
10	Tampa Fechadura lateral direita	Alumínio liga 5052	1
11	Perfil ancoragem direito	Aço AISI 316L	1
12	Bucha	Nylon	16
13	Chapa posterior	Alumínio	1
14	Parafuso Phillips Cabeça Chata - M8 x 1.25 x 50	Aço	16
15	Fechadura Lateral direita	Alumínio	1
16	Elastômero inferior	EPDM	1
17	Chapa Frontal	Alumínio liga 5052	1
18	Parafuso Phillips Cabeça Chata - M8 x 1.25 x 40	Aço	6
19	Suporte de Parede	Aço AISI 316L	4

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO	
CLA - Escola de Belas Artes	Dept. de Design Industrial
Curso de Design Industrial	Habilitação em Projeto de Produto
Título do Projeto: RECIFE - Comporta contra enchente	Projeto de Graduação em Design Industrial
	Professor: Gerson Lessa
Peça: Montado - Perspectiva explodida	Autor: Derley Telles Guimarães de Almeida
Conjunto: Montado	Escala: 1:10
Diedro:	Cotas: mm
	Data: 20/03/2024

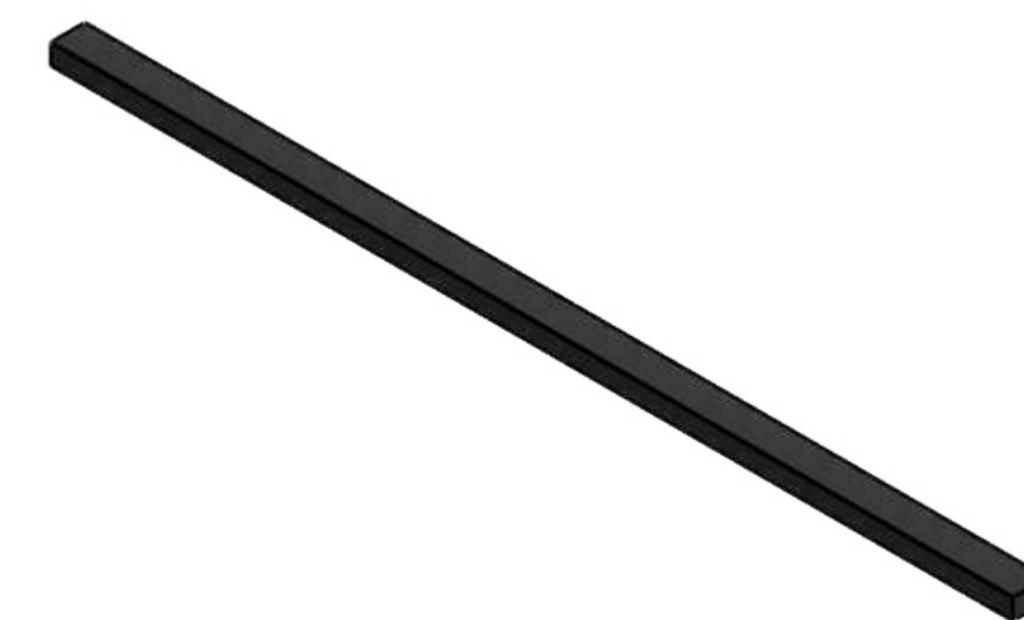
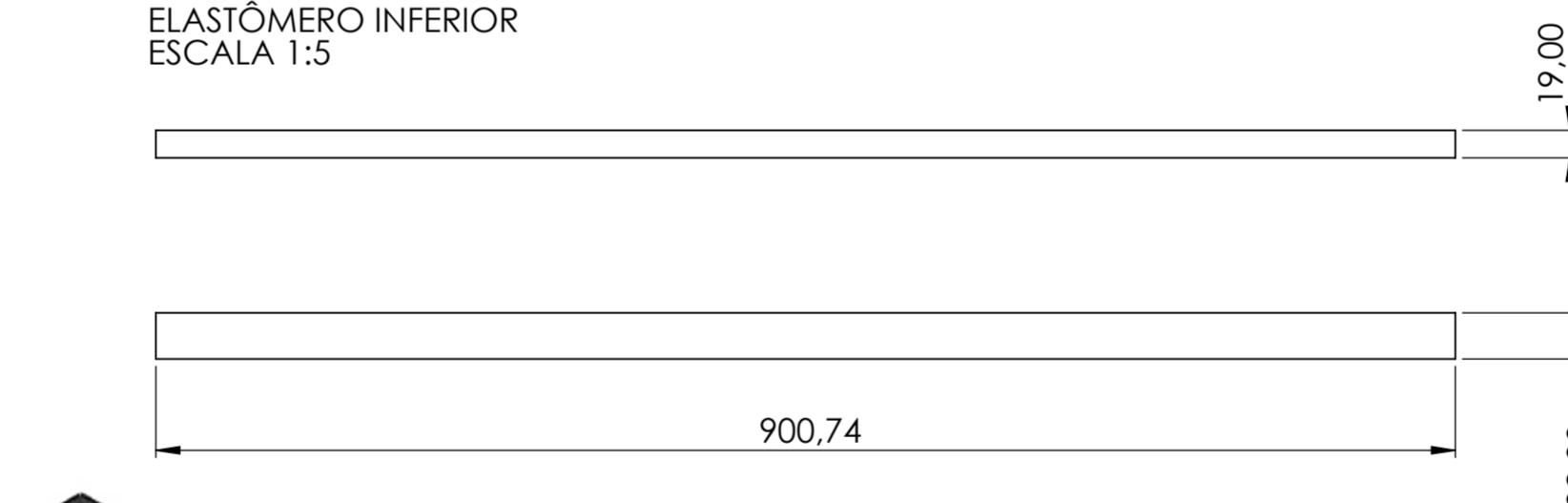
P2



ELASTÔMERO VERTICAL
ESCALA 1:5



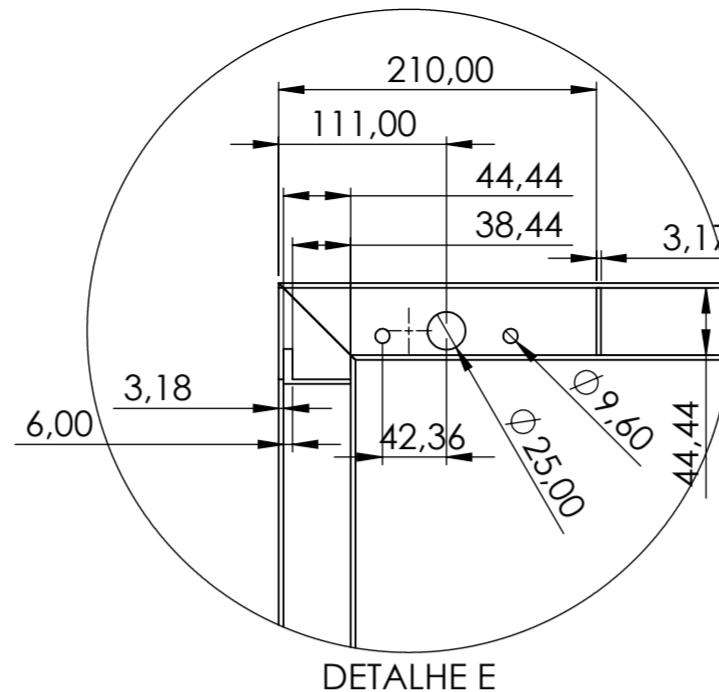
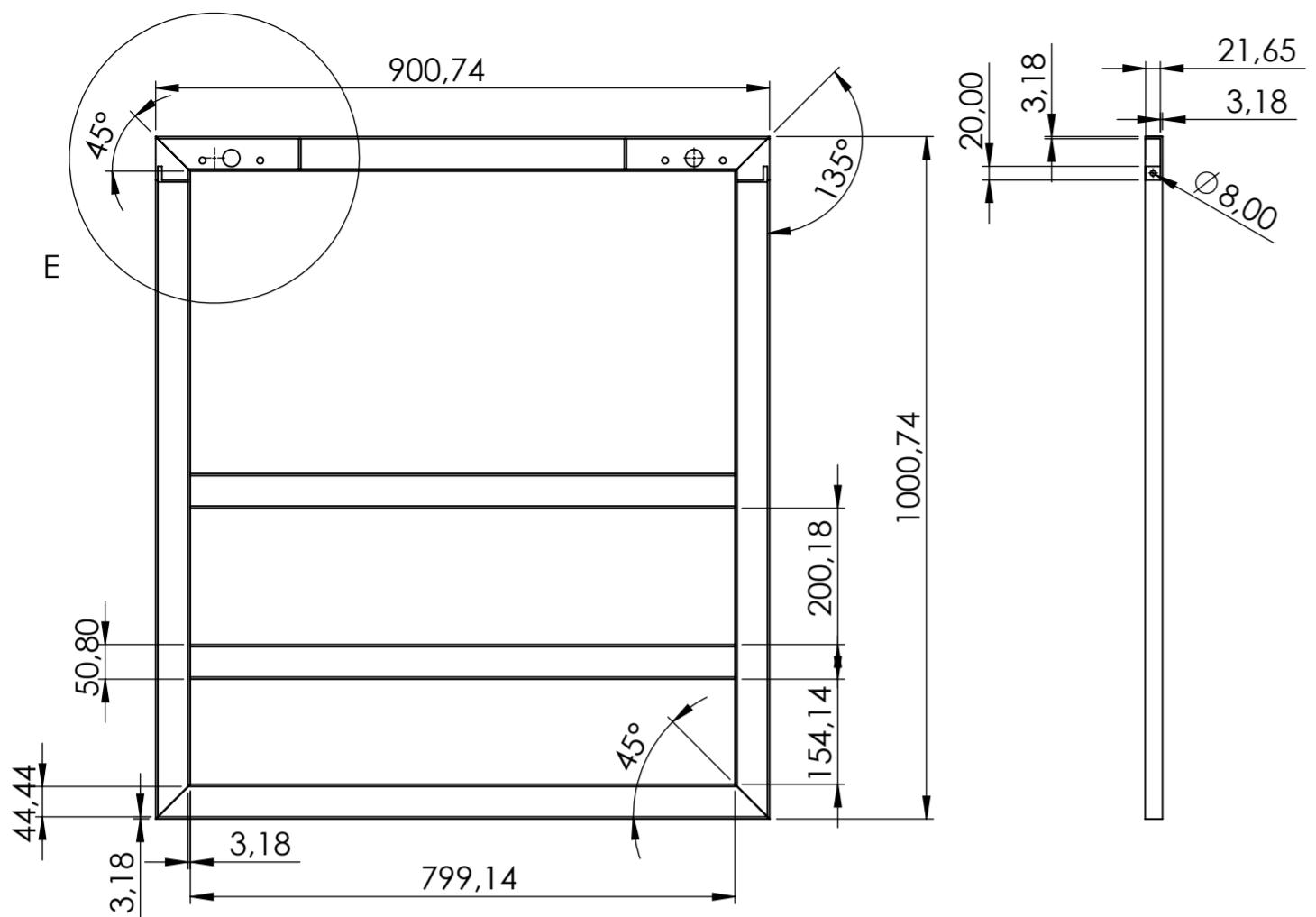
ELASTÔMERO INFERIOR
ESCALA 1:5



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO	
CLA - Escola de Belas Artes	Dept. de Design Industrial
Curso de Design Industrial	Habilitação em Projeto de Produto
Título do Projeto: RECIFE - Comporta contra enchente	Projeto de Graduação em Design Industrial
	Professor: Gerson Lessa
Peça: Conjunto A - Chapas e Elastômeros	Autor: Derley Telles Guimarães de Almeida
Conjunto: Montado	Escala: 1:10
Diedro:	Cotas: mm
	Data: 20/03/2024

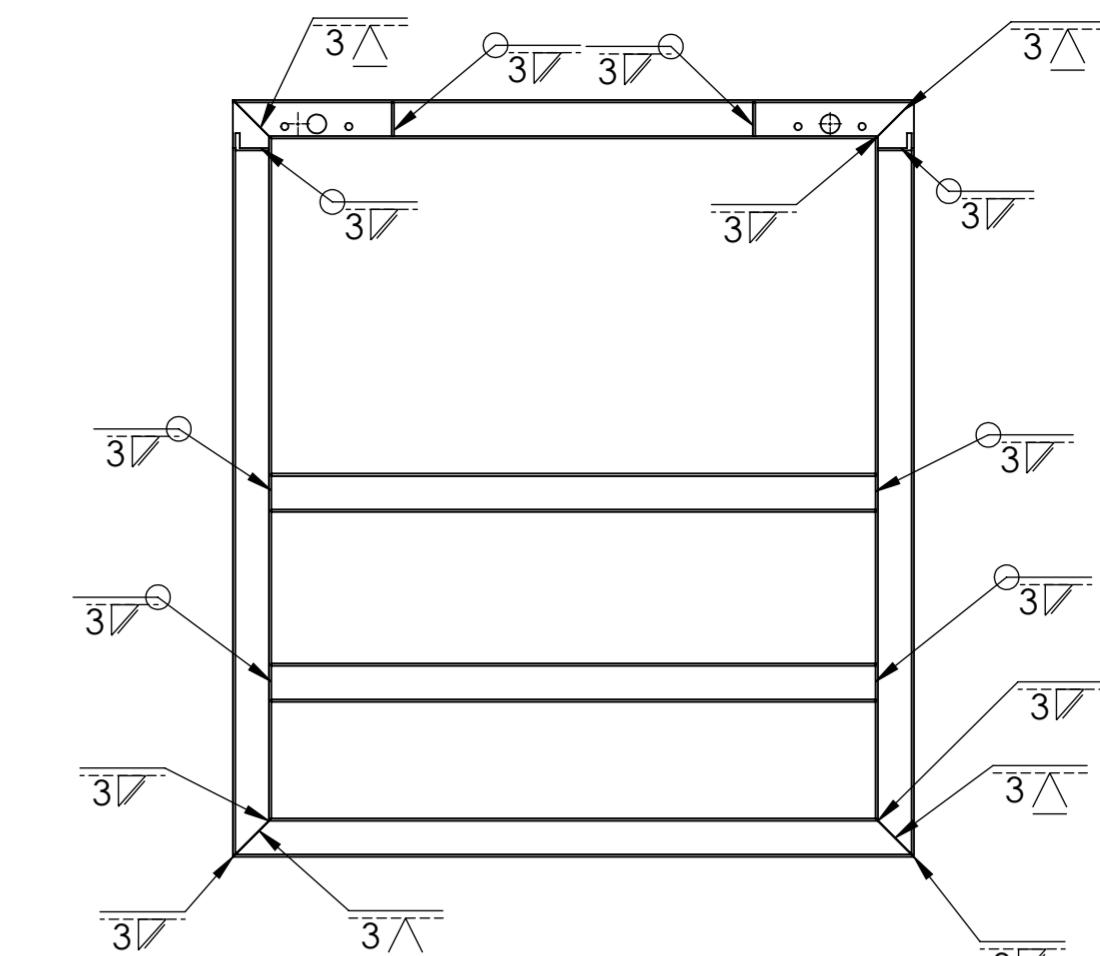
P3

MOLDURA ESTRUTURAL

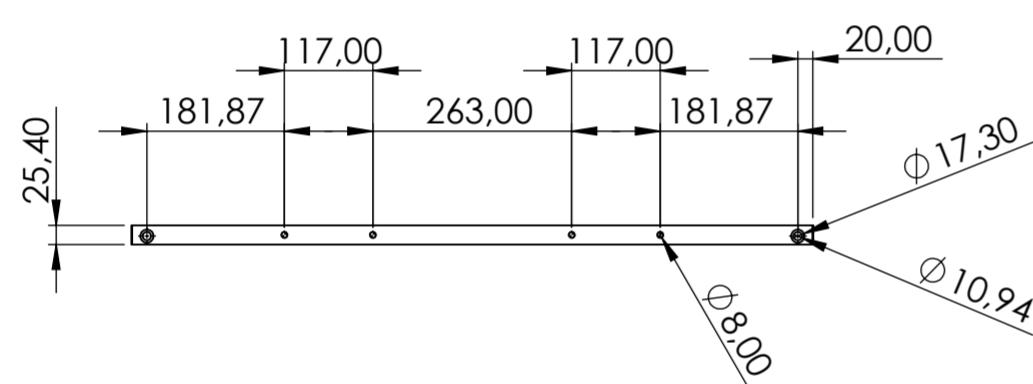
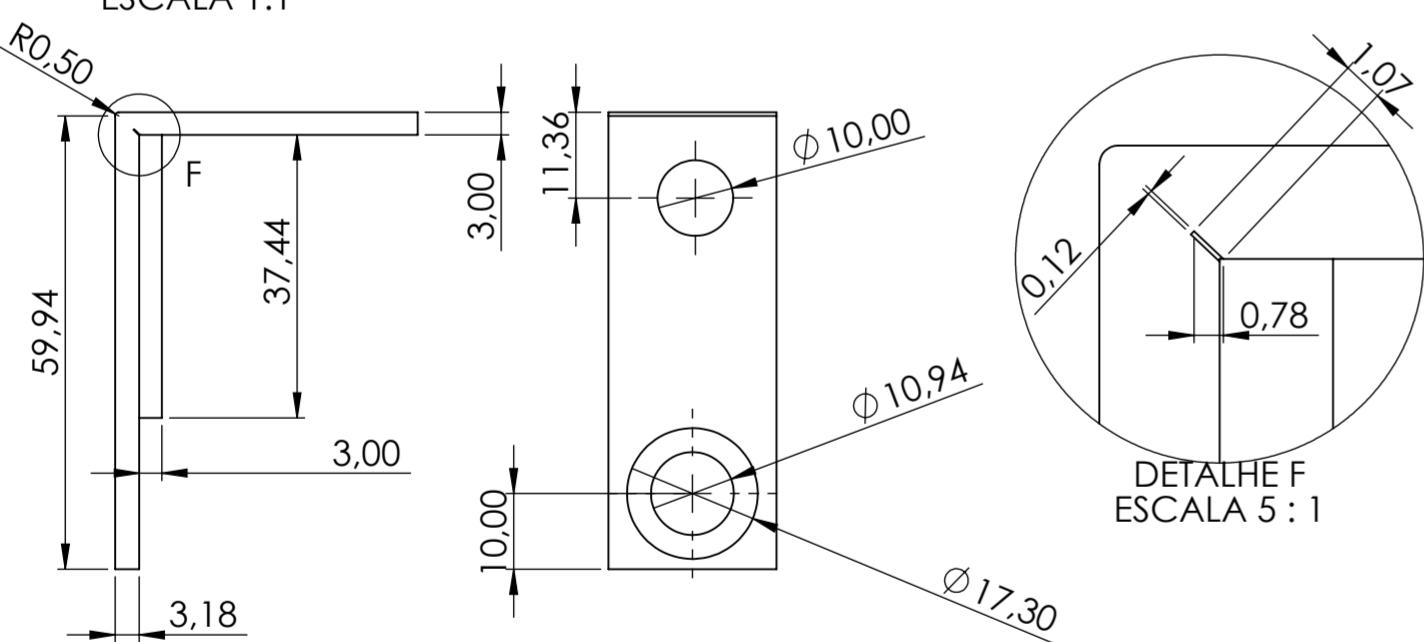
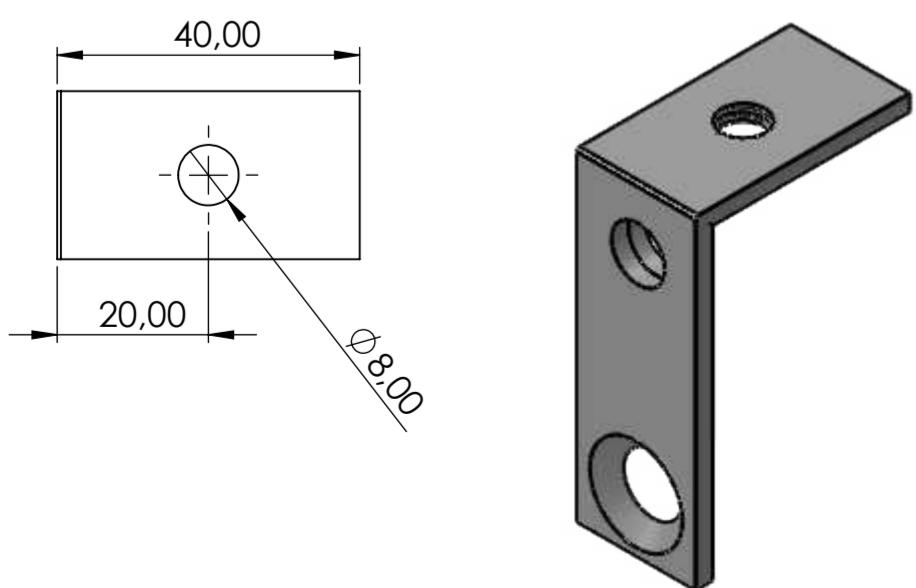
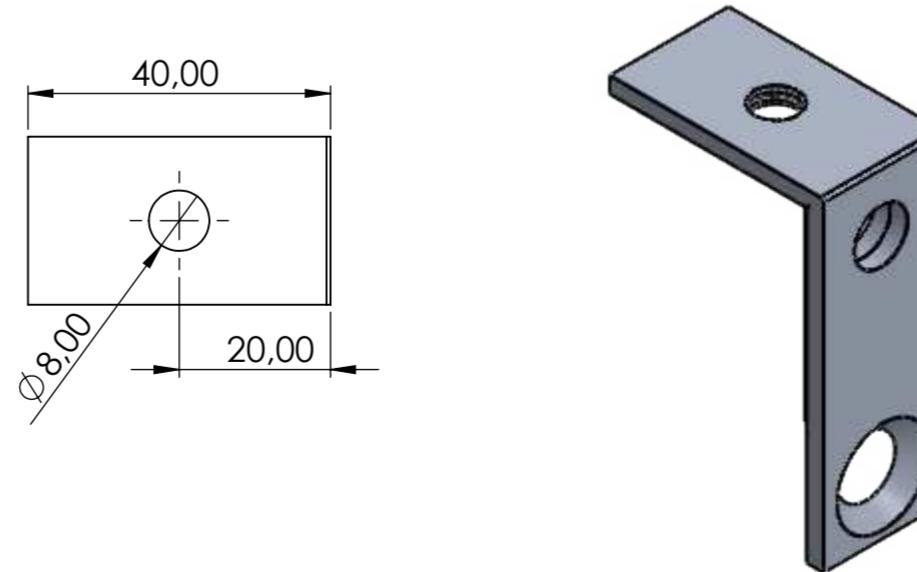
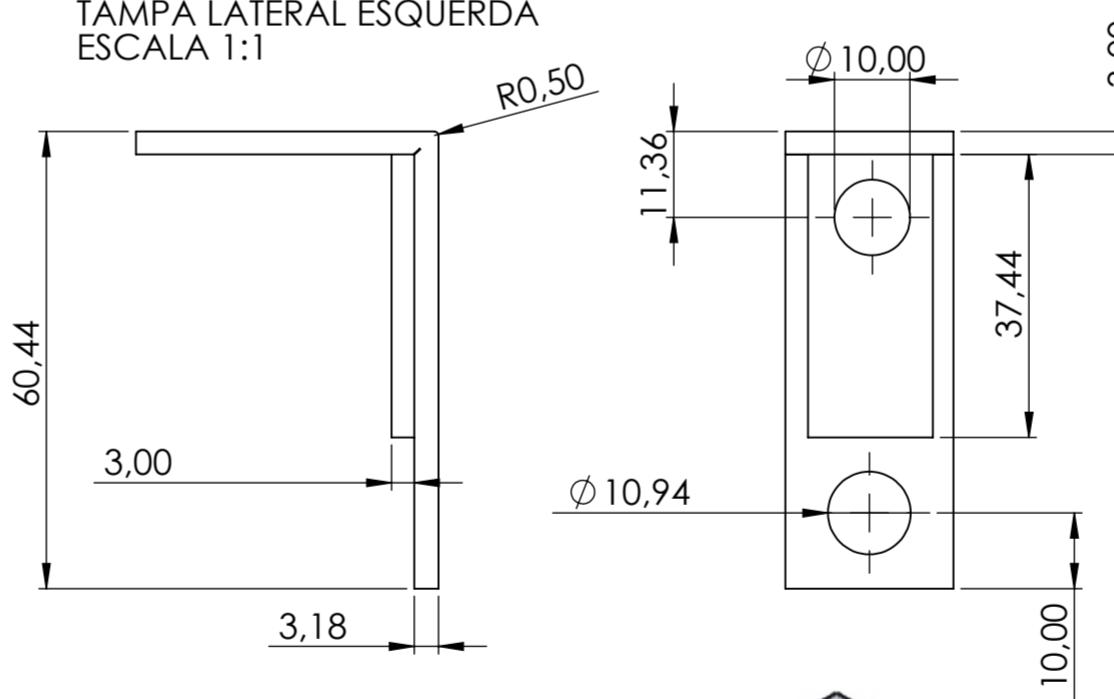


SOLDAS

MOLDURA ESTRUTURAL



TAMPA LATERAL DIREITA

TAMPA LATERAL DIREITA
ESCALA 1:1TAMPA LATERAL ESQUERDA
ESCALA 1:1

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CLA - Escola de Belas Artes

Dept. de Design Industrial

Curso de Design Industrial

Habilitação em Projeto de Produto

Título do Projeto:

RECIFE - Comporta contra enchente

Projeto de Graduação em Design Industrial

Professor: Gerson Lessa

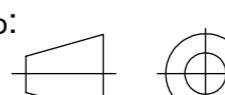
Peça: Conjunto A - Moldura estrutural

Autor: Derley Telles Guimarães de Almeida

Conjunto: Montado

Escala: 1:10

Diedro:

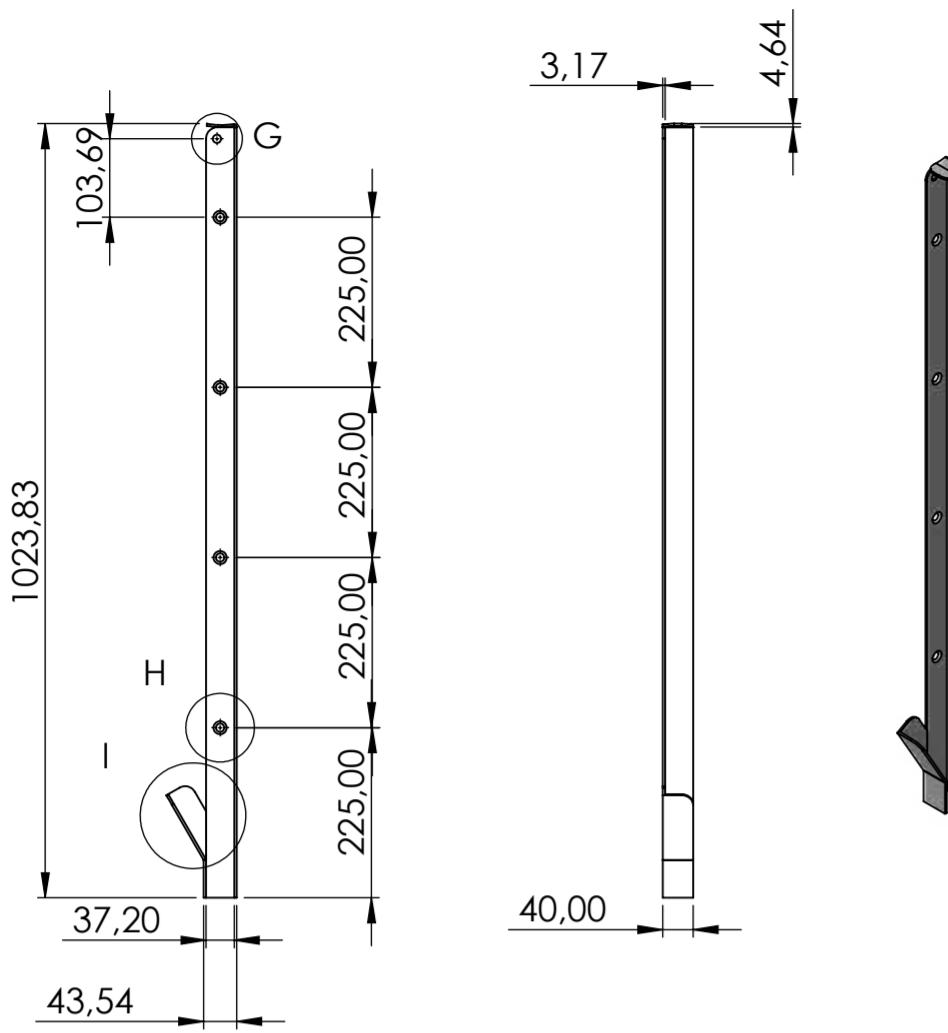


Cotas: mm

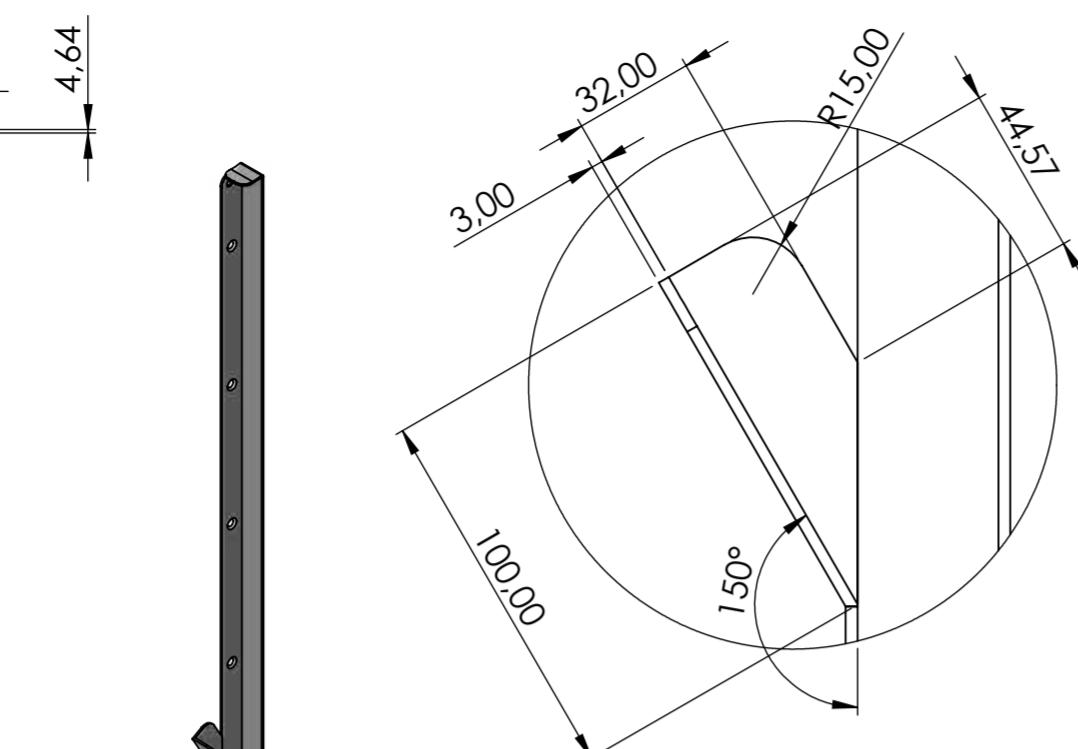
Data: 20/03/2024

P4

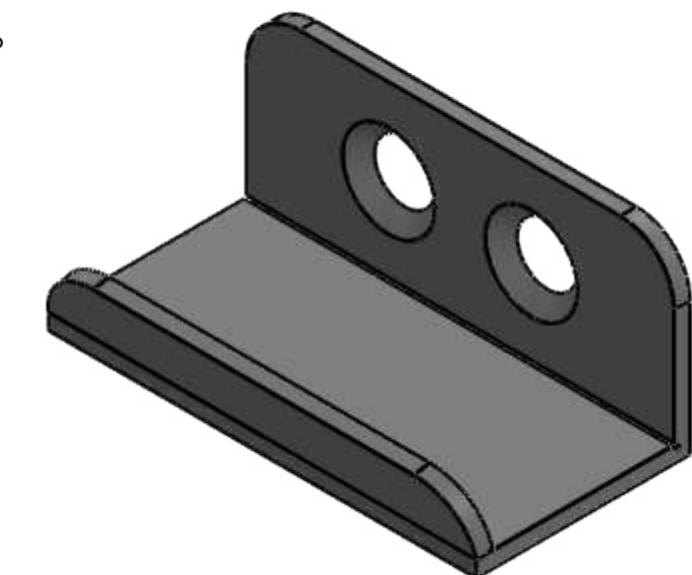
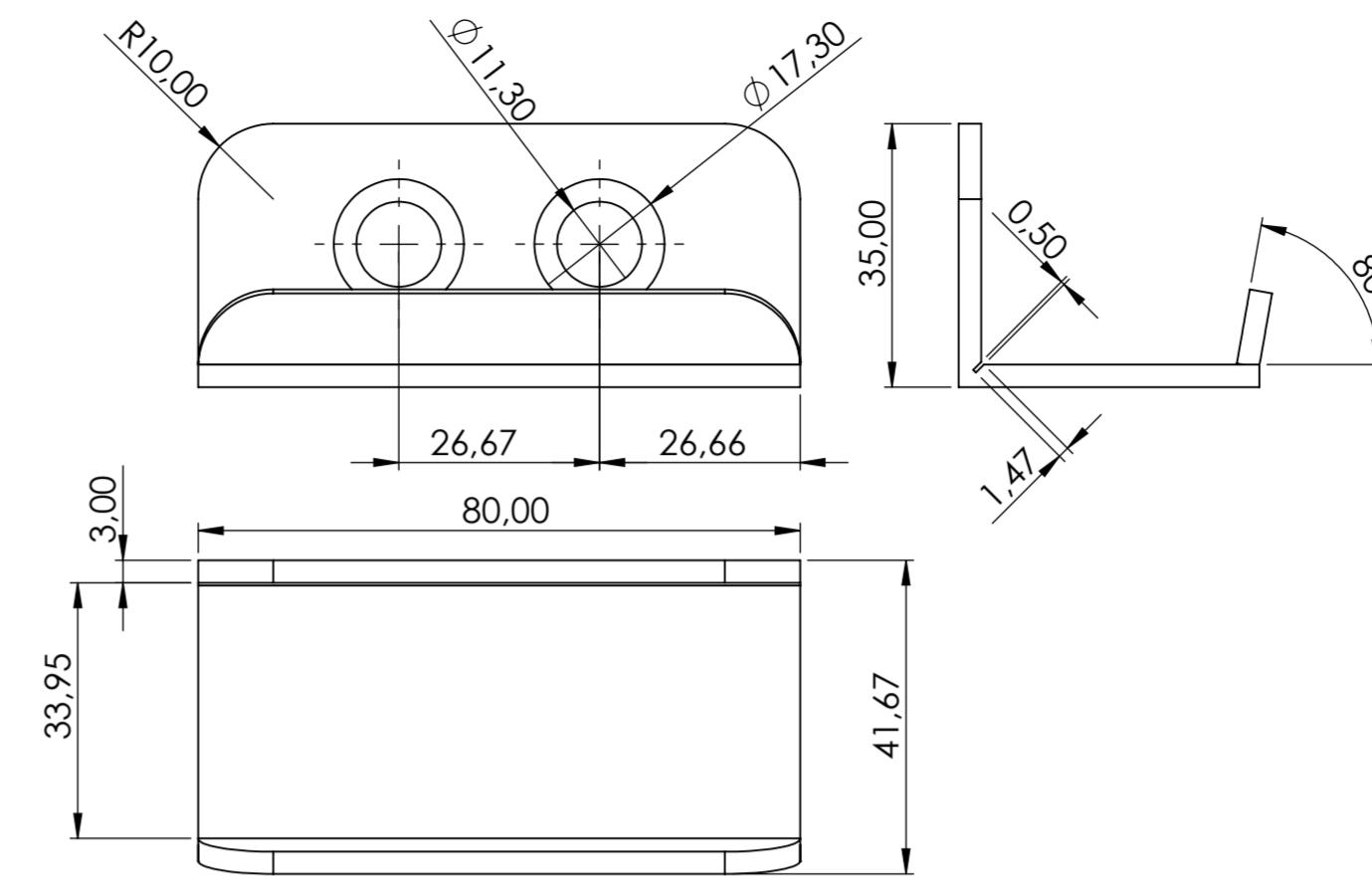
PERFIL ANCORAÇÃO ESQUERDO



DETALHE I
ESCALA 1:2

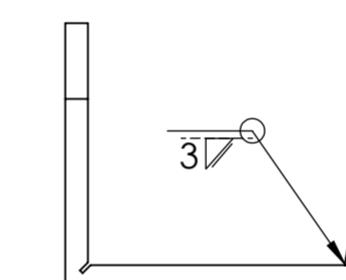


SUporte de Parede
ESCALA 1:1

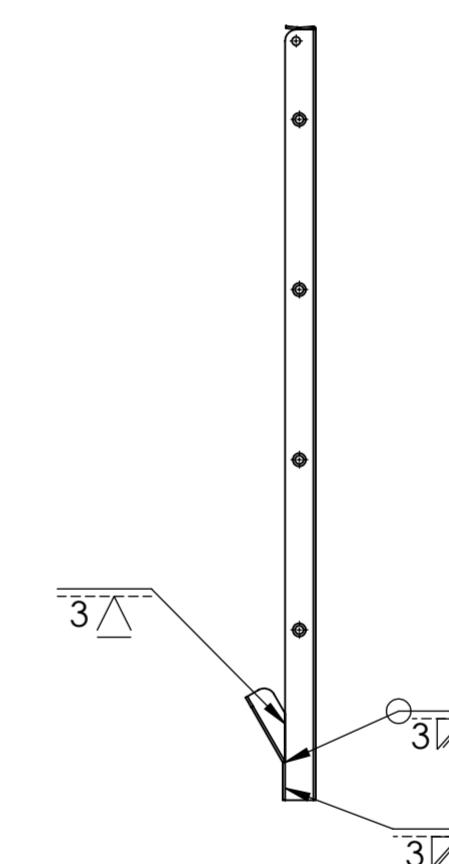


SOLDAS

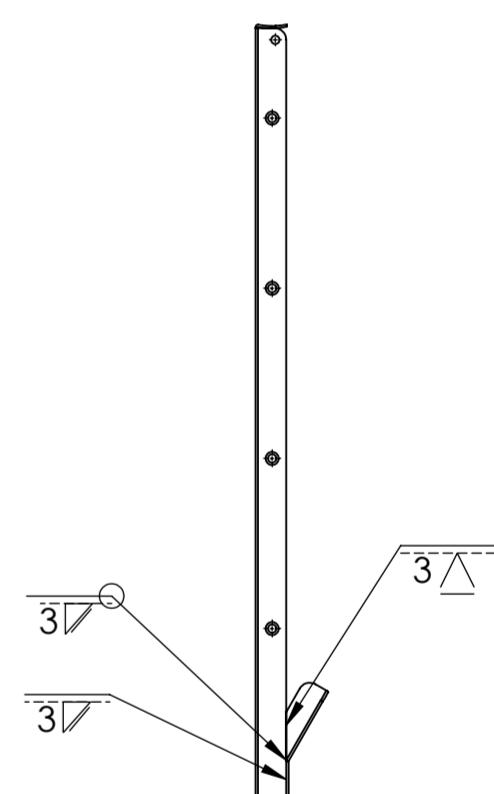
SUporte de Parede



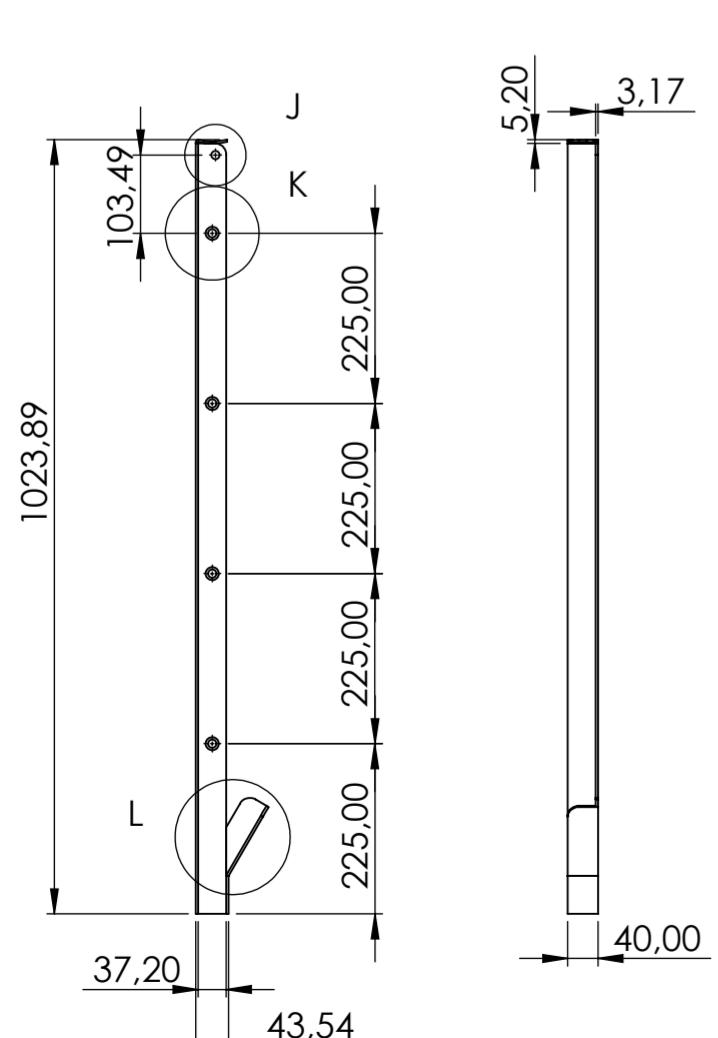
PERFIL ANCORAÇÃO ESQUERDO



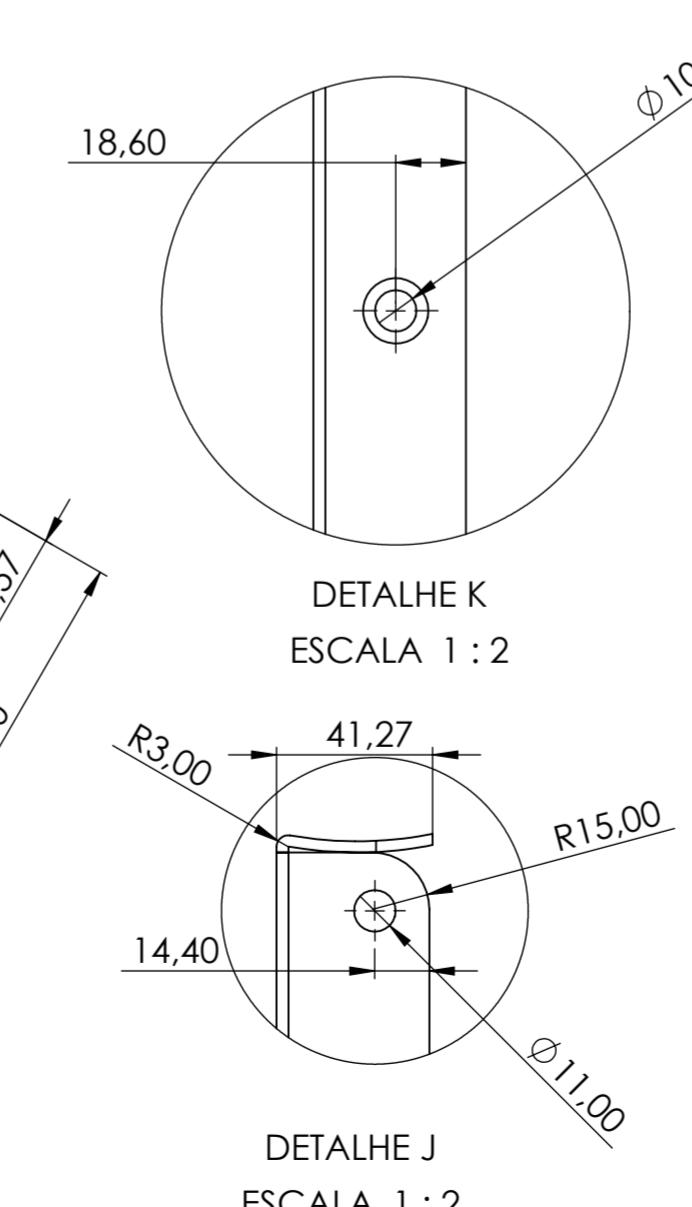
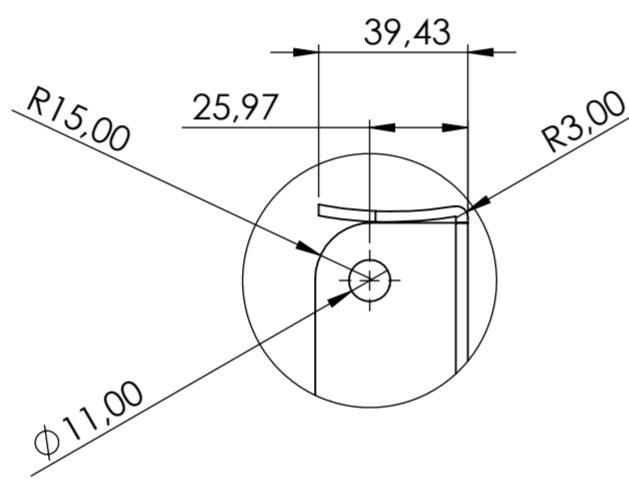
PERFIL ANCORAÇÃO DIREITO



PERFIL ANCORAÇÃO DIREITO

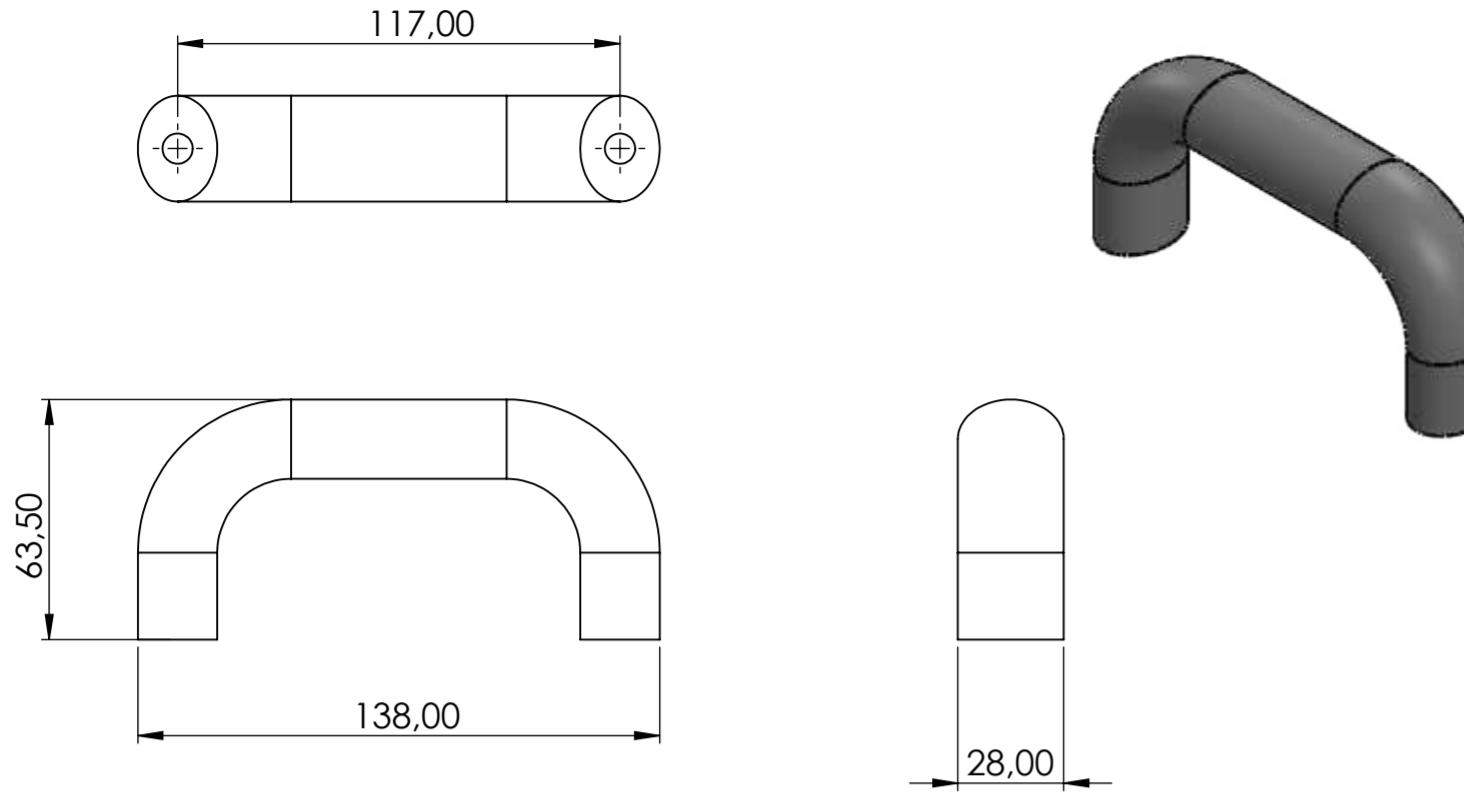


DETALHE G
ESCALA 1:2

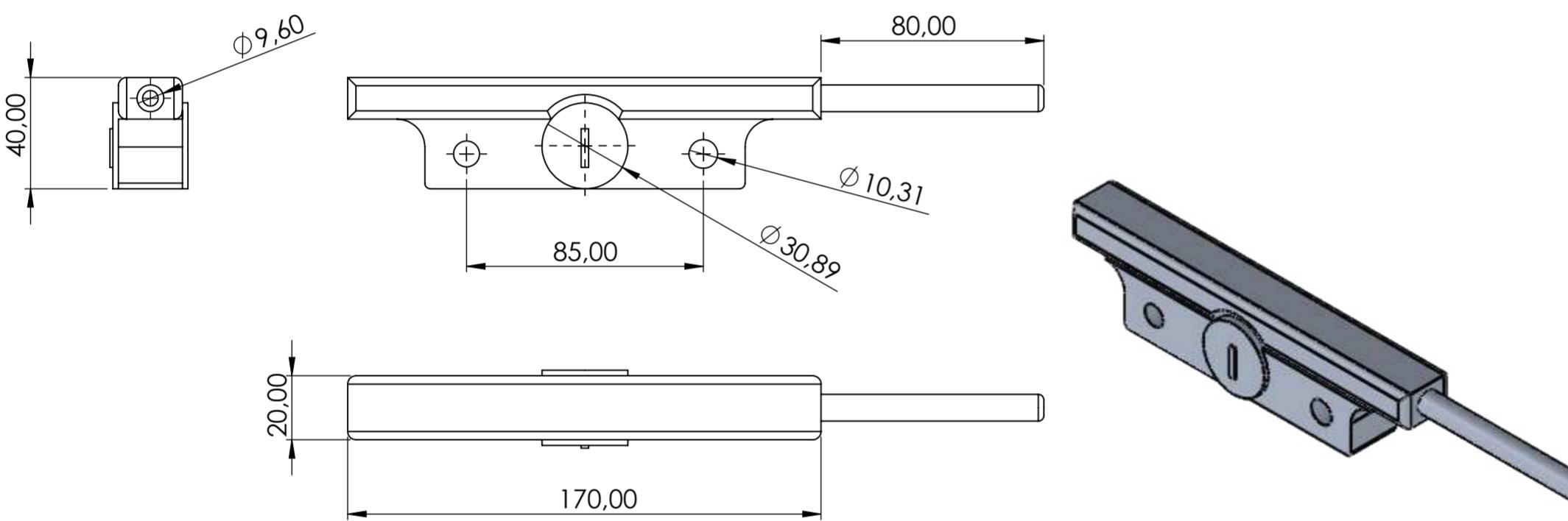


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO	
CLA - Escola de Belas Artes	Dept. de Design Industrial
Curso de Design Industrial	Habilitação em Projeto de Produto
Título do Projeto: RECIFE - Comporta contra enchente	Projeto de Graduação em Design Industrial
	Professor: Gerson Lessa
Peça: Conjunto B - Ancoragens	Autor: Derley Telles Guimarães de Almeida
Conjunto: Montado	Escala: 1:10
Diedro:	Cotas: mm
	Data: 20/03/2024

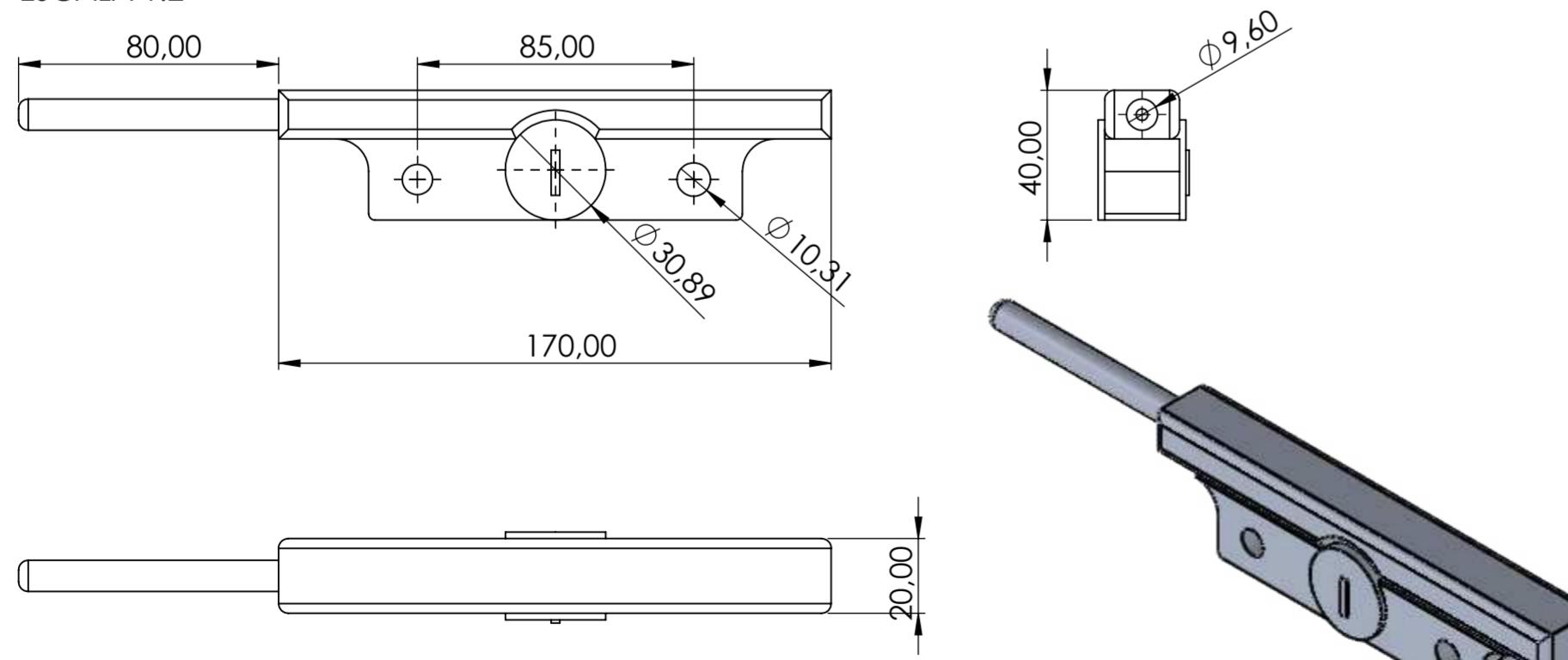
ALÇA DE TRANSPORTE
ESCALA 1:2



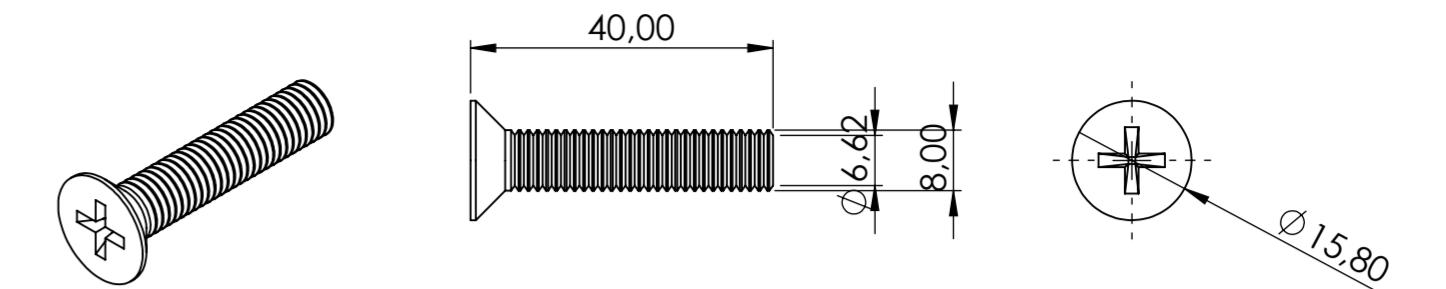
FECHADURA LATERAL DIREITA
ESCALA 1:2



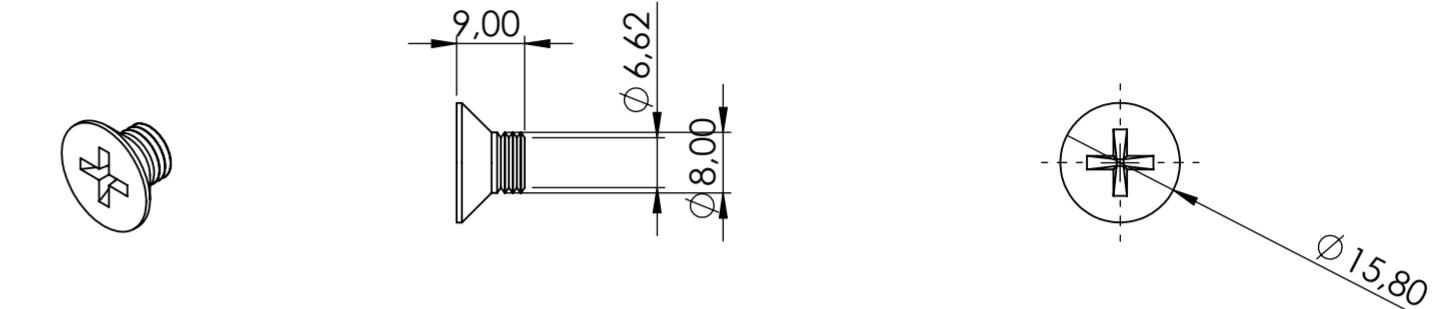
FECHADURA LATERAL ESQUERDA
ESCALA 1:2



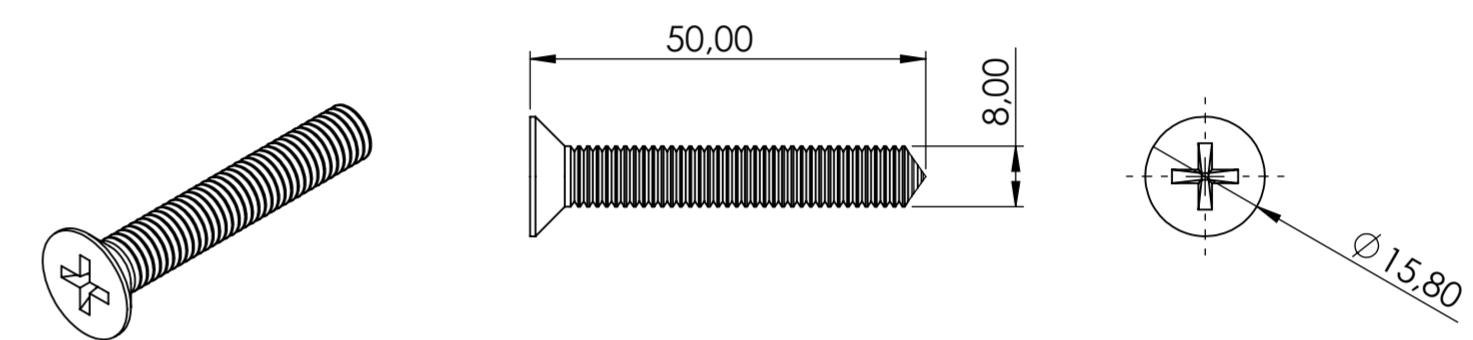
PARAFUSO PHILLIPS CABEÇA CHATA M8 X 1,25MM X 40MM



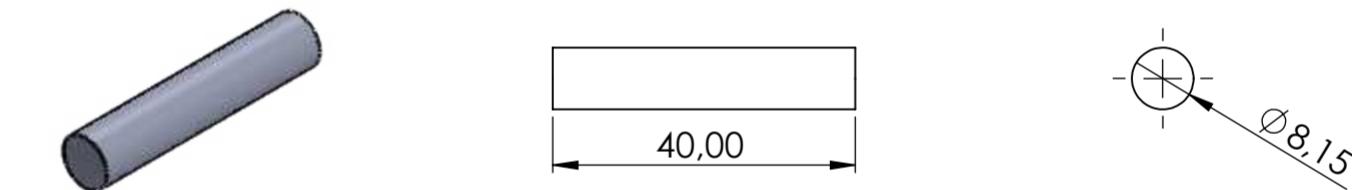
PARAFUSO PHILLIPS CABEÇA CHATA M8 X 1,25MM X 9MM



PARAFUSO PHILLIPS CABEÇA CHATA M8 X 1,25MM X 50MM



BUCHA DE NYLON M8 X 40 MM



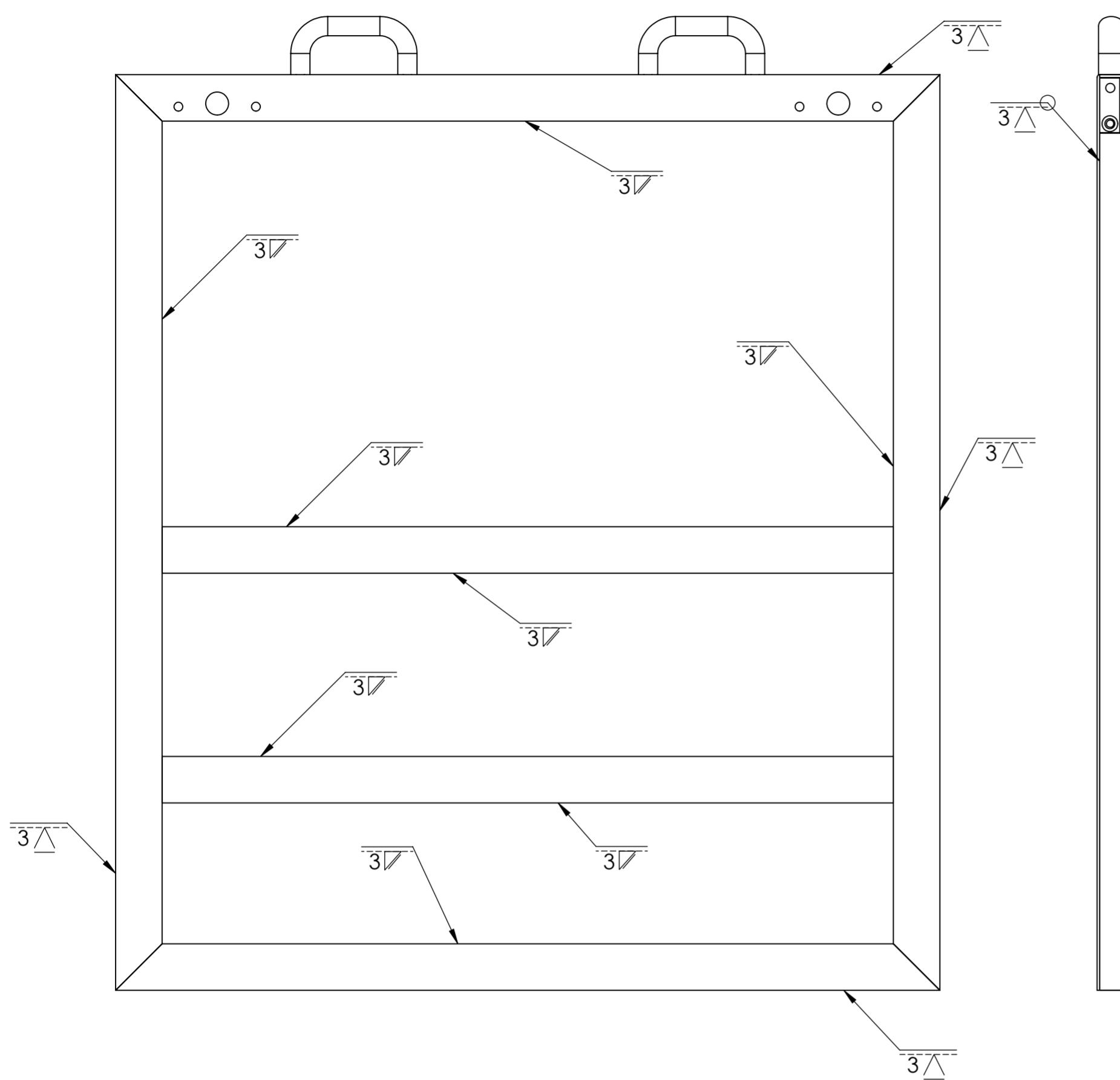
PORCA SEXTAVADA M8 X 1,25MM



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

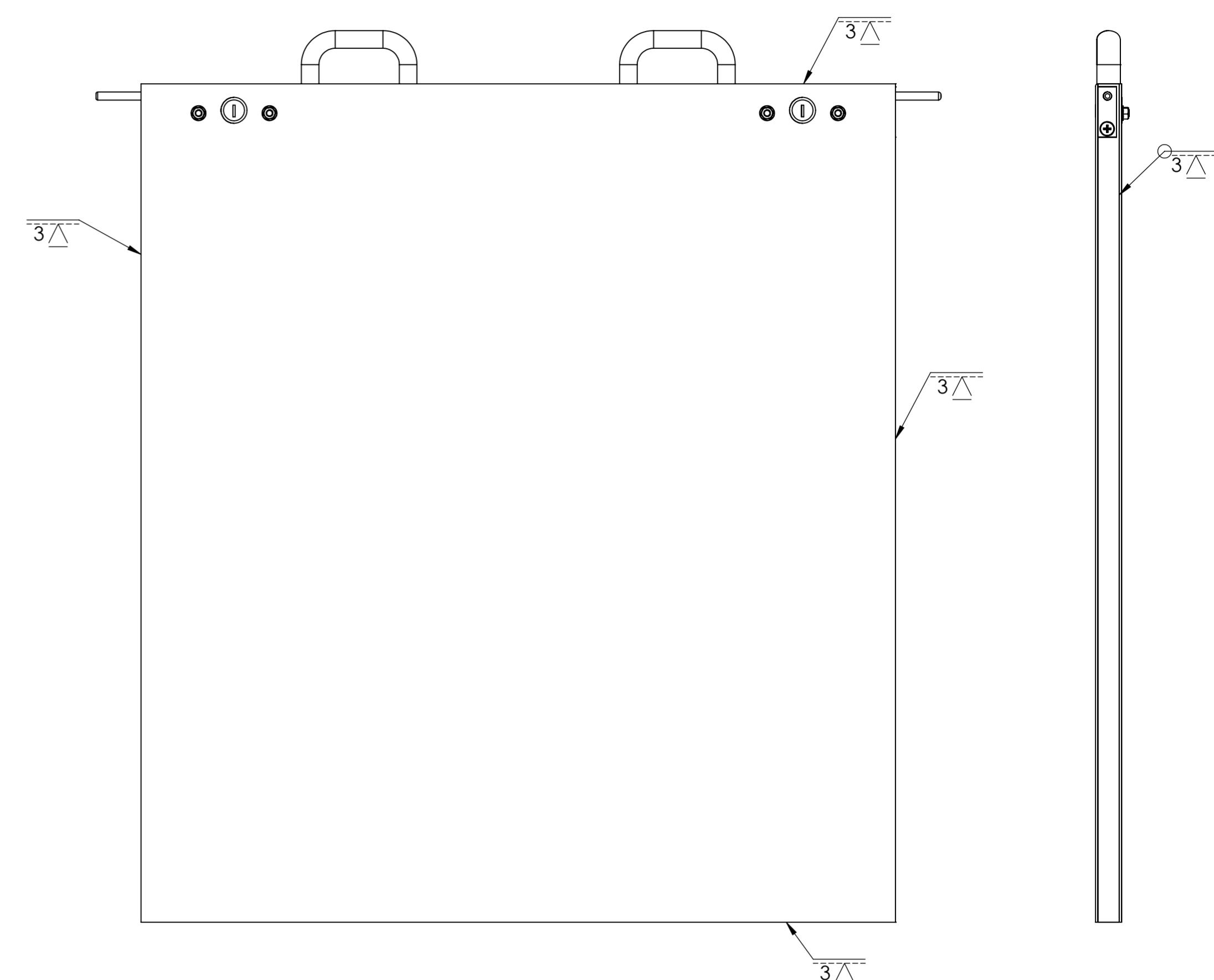
CLA - Escola de Belas Artes	Depto. de Design Industrial
Curso de Design Industrial	Habilitação em Projeto de Produto
Título do Projeto: RECIFE - Comporta contra enchente	Projeto de Graduação em Design Industrial
	Professor: Gerson Lessa
Peça: Conjunto C - Itens de série	Autor: Derley Telles Guimarães de Almeida
Conjunto: Montado	Escala: 1:1
Diedro:	Cotas: mm
	Data: 20/03/2024

SOLDAGEM MOLDURA ESTRUTURAL E CHAPA FRONTAL



VISTA POSTERIOR

SOLDAGEM MOLDURA ESTRUTURAL E CHAPA POSTERIOR



VISTA POSTERIOR

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CLA - Escola de Belas Artes

Depto. de Design Industrial

Curso de Design Industrial

Habilitação em Projeto de Produto

Título do Projeto:

RECIFE - Comporta contra enchente

Projeto de Graduação em Design Industrial

Professor:

Gerson Lessa

Peça: Soldagem Estrutura e Chapas

Autor: Derley Telles Guimarães de Almeida

Conjunto: Montado

Escala: 1:10

Diedro:

Cotas: mm

Data: 20/03/2024