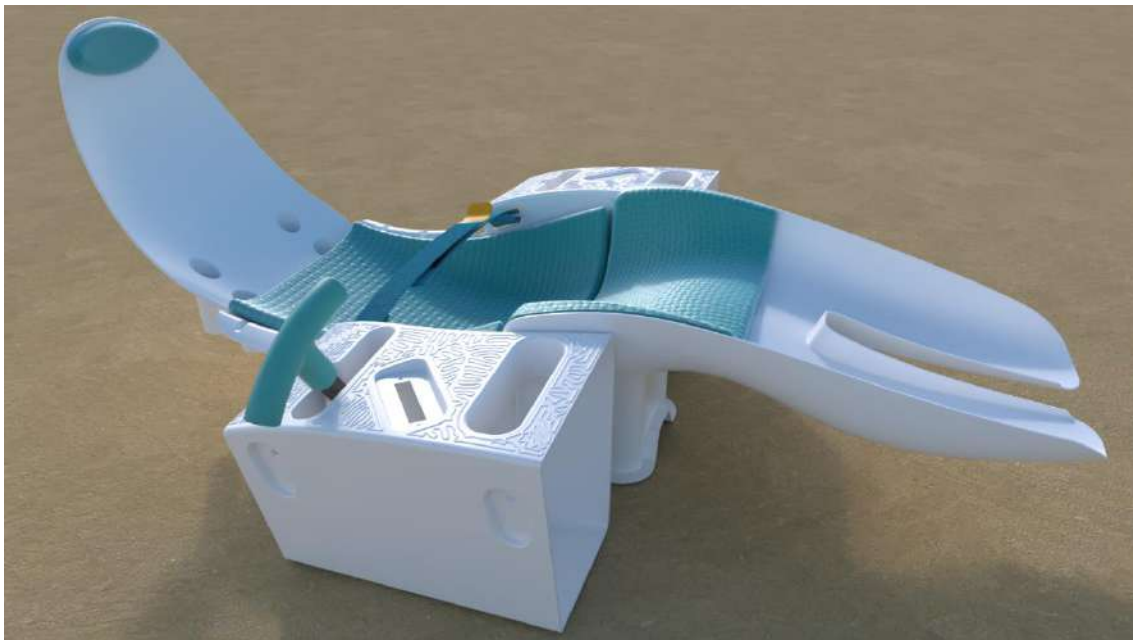


UFRJ-UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA DE BELAS ARTES / DEPARTAMENTO DE DESENHO INDUSTRIAL
CURSO DE DESENHO INDUSTRIAL / PROJETO DE PRODUTO

Relatório de Projeto de Graduação

COCKPIT ADAPTADO PARA VELEIRO DINGHIE



Randy Soutuyo Pozo

Rio de Janeiro

2020

RANDY SOUTUYO POZO

COCKPIT ADAPTADO PARA VELEIRO DINGUE

Projeto de graduação em Desenho Industrial apresentado à Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Desenho Industrial.

Orientador: Anael Silva Alves

**Rio de Janeiro
2020**

Cockpit adaptado para veleiro Dingue.

Randy Soutuyo Pozo

Anael Silva Alves

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

Aprovado por:

Prof. Anael Silva Alves

Prof. Gerson de Azevedo Lessa

Prof^ª. Natascha Scagliusi

Rio de Janeiro

2020

CIP - Catalogação na Publicação

P893c Pozo, Randy Soutuyo
 Cockpit adaptado para veleiro Dingue / Randy
Soutuyo Pozo. -- Rio de Janeiro, 2020.
 200 f.

 Orientador: Anael Silva Alves.
 Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de
Belas Artes, Bacharel em Desenho Industrial, 2020.

 1. Design. 2. Vela adaptada. 3. cockpit. 4.
Dingue. I. Alves, Anael Silva, orient. II. Título.

EPÍGRAFE

“Ser cultos é o único modo de ser livres”
(José Julián Martí Pérez)

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado àqueles a quem é negado o direito à educação, e a paz para ir e vir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família pois o privilégio de tê-los e poder receber seu apoio ao longo da minha vida me trouxe até aqui. Vocês foram os primeiros gigantes que me colocaram sobre os seus ombros.

Agradeço à minha mãe Orodilia Pozo Batista e minha avó Cândida Batista Rodrigues pois as duas me construíram como ser humano a partir dos bons exemplos. Obrigado por aceitar o sacrifício que supõe estar longe de quem mais se ama.

À Débora Monteiro, minha parceira, por ser um pilar fundamental para o meu crescimento humano e profissional. Obrigado por trazer luz nos momentos de escuridão e não me deixar desistir da caminhada.

Agradeço aos meus irmãos Ernesto Valdés e Fabian Garcia por ser apoio e inspiração apesar do tempo e a distância.

Aos professores do curso de Desenho Industrial da UFRJ por me nutrir com conhecimentos, mesmo quando eu não entendia que aquilo era importante. Especialmente o Prof. Gerson de Azevedo Lessa, a Profa. Maria Beatriz Afflalo Brandão, o Prof. Daniel Wyllie Lacerda Rodrigues e a Profa. Patrícia March de Souza.

Ao Prof. Anael Silva Alves pois suas orientações foram cruciais em vários momentos da minha passagem pela UFRJ. Obrigado por me abrir as portas para o mundo da fabricação digital e por todo seu empenho e atenção ao longo deste projeto e das aulas por você ministradas. Tê-lo como professor foi muito inspirador e graças à confiança que você depositou em mim e ao seu olhar certo como Designer, neste projeto eu sinto que consegui me expressar com a minha própria linguagem.

Ao Prof. Antônio Nuno Santa Rosa por me incentivar a trabalhar com a Vela Adaptada, pelos conhecimentos transmitidos e pela disposição para contribuir com o desenvolvimento deste projeto.

À professora Carolina Alonso, do curso de Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro pela disposição para ajudar no projeto e pelas acertadas observações.

Ao Lorenzo Cardoso de Souza por abrir as portas da Holos Brasil e compartilhar além de muito conhecimento, a paixão pelo mundo náutico.

Aos funcionários da Holos Brasil, que me acolheram como parte da família e compartilharam comigo desde o início a realização deste projeto. Agradeço muito todo o conhecimento e ajuda prestada. Especialmente ao Antônio Carlos Junior da Silva, o Edson Silva e Iago Menezes. Pela paciência nos momentos de me transmitir conhecimento, pela disposição para trocar ideias e pelo incentivo para procurar sempre melhores soluções.

A todos os meus colegas que participaram de alguma forma no projeto. Principalmente àqueles que se voluntariaram para testes e me auxiliaram a esclarecer o rumo do desenvolvimento através da análise de dados.

Escola de Belas Artes / Universidade Federal do Rio de Janeiro

Resumo do Projeto submetido ao Departamento de Desenho Industrial como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Desenho Industrial.

Cockpit adaptado para veleiro Dingue.

Randy Soutuyo Pozo

Fevereiro, 2020

Orientador: Anael Silva Alves

Departamento de Desenho Industrial/ Projeto de Produto

O Dingue é o veleiro de projeto e fabricação nacional mais popular do país. Podendo ser facilmente manejado por um único tripulante, sua simplicidade de navegação e boa estabilidade fazem com que seja utilizado como veleiro escola, porém seu projeto não previu o uso por pessoas com mobilidade reduzida. Este trabalho surge da intenção de preencher este vácuo, e visa adaptar esta embarcação para o uso por pessoas com deficiência. No entanto, por se tratar de um trabalho de conclusão de curso com limitações temporais e de recursos, seu escopo precisou restringir-se unicamente a usuários com limitações de mobilidade dos membros inferiores mas com plena capacidade cognitiva e sem limitações físicas nos membros superiores.

Durante o processo de pesquisa e desenvolvimento foi implementada uma metodologia composta por ferramentas próprias do Design e áreas afins. Através delas foram atendidas necessidade de acesso à embarcação, acomodação do usuário e controle dos elementos de navegação.

O resultado do projeto é um cockpit formado por um conjunto de peças que podem ser instaladas no convés atual de qualquer Dingue apenas pela fixação de novas ferragens. De forma que, a partir do assento o usuário poderá controlar a navegação.

Palavras-chave: Design; vela adaptada; cockpit; Dingue

Escola de Belas Artes / Universidade Federal do Rio de Janeiro

Abstract of the Project submitted to the Department of Industrial Design as part of the requirements needed to obtain the Bachelor's degree in Industrial Design.

Adapted cockpit for Dingue sailboat.

Randy Soutuyo Pozo

February, 2020

Advisor: Anael Silva Alves

Department of Industrial Design/ Product Design

Dingue is the most popular national design and manufacture sailboat in the country. It can be easily handled by a single crew member, its simplicity of navigation and good stability make it used as a school sailboat, however its design did not provide for use by people with reduced mobility. This work arises from the intention to fill this vacuum and aims to adapt this vessel for use by people with disabilities. However, since it is a course completion work with time and resource limitations, its scope needed to be restricted only to users with mobility limitations of the lower limbs but with full cognitive capacity and without physical limitations in the upper limbs.

During the research and development process, a methodology consisting of Design's own tools and related areas was implemented. Through them, the need for access to the vessel, user accommodation and control of navigation elements were met.

The result is a cockpit formed by a set of parts that can be installed on the current deck of any Dingue just by fixing new hardware. So that, from the seat, the user can control the boat.

Keywords: Design; adaptive sailing; cockpit; Dingue

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Barco Egípcio da quarta dinastia. Fonte: Holmes 1906.....	24
Figura 2. Plano velico Galeão Santa Maria. Fonte: Holmes 1906	25
Figura 3. Fluxos de ar a Sotavento(verde) a Barlavento (Laranja) e força resultante (Azul).....	26
Figura 4. Diagrama de Bernoulli aplicado à embarcação.....	26
Figura 5. Percurso do barco para ir contra o vento.	27
Figura 6. Partes de um veleiro.....	28
Figura 7. Veleiro Dingue.....	30
Figura 8. Elementos principais do Dingue	31
Figura 9. Leme com saia de madeira e cana de leme.	32
Figura 10. Movimentos de controle da cana do Leme.	33
Figura 11. Movimento da retranca.	34
Figura 12. Mastro bipartido. Fonte medidas oficiais e regras de medição da classe Dingue.....	34
Figura 13. Direção da força da bolina	35
Figura 14. Convés (cima), volume estanque (meio), casco (baixo).	36
Figura 15. Movimentos da embarcação	37
Figura 16. Posição do barco e do velejador (azul) durante a manobra cambar.	38
Figura 17. Manobra Jibe e posição do usuário (azul).....	39
Figura 18. Amplitude do movimento da retranca.....	39
Figura 19. Cinto de segurança Torácico. Fonte: https://a-static.mlcdn.com.br/1500x1500/cinto-de-seguranca-toracico-para-cadeirante-jaguaribe/sunnype/910/9c9783d77d6e1149c8e1b0216f96e040.jpg	42
Figura 20. Cinto de Segurança Pélvico. Fonte: https://images-americanas.b2w.io/produtos/01/00/sku/26000/2/26000257_1GG.jpg	43
Figura 21. Transferência do usuário em braços. Fonte: US Sailing 2018.....	44
Figura 22. Usuário acessando de forma autônoma ao barco. Fonte: Us Sailing, 2018	45
Figura 23. Rampa de transferência. Fonte: Us Sailing, 2018.....	45
Figura 24. Assento com revestimento antiderrapante 1. Fonte: Us Sailing (2018).....	48
Figura 25. Assentos com revestimento antiderrapante 2. Fonte: Us Sailing (2018).	48
Figura 26. Assento posicionado de frente para um bordo. Fonte: Us Sailing (2018)	49
Figura 27. Assento móvel. Fonte US SAILING 2018	49
Figura 28. Assento com cinto de segurança. Fonte: Us Sailing (2018)	50
Figura 29. Veleiro Hansa Liberty. Fonte: www.baads.org	51
Figura 30. Veleiro 2.4mR. Fonte: cortesia Antônio Nuno Santa Rosa	52
Figura 31. Controle do Leme no veleiro 2.4. Fonte: cortesia Antônio Nuno Santa Rosa	53
Figura 32. Vista lateral do cockpit do veleiro 2.4mR. Fonte: http://www.gaviayachts.com/Gavia-Images/boatwithman.jpg	54
Figura 33. Controle do leme no Hansa Liberty. Fonte https://hansasailing.com	55
Figura 34. Postura no Hansa Liberty. Fonte https://degrouster.nl/sport	56
Figura 35. Cintos de segurança disponíveis para o Hansa Liberty. Fonte: https://hansasailing.com	57
Figura 36. Postura no cockpit do veleiro 2.4. fonte Regra da classe.....	58
Figura 37. Postura de relaxamento máximo. Fonte Iida (2005)	58
Figura 38. Postura condutor formula 1. Fonte https://motorsport.tech/formula-1	59
Figura 39. Análise visual de princípios de solução HandBike. Fonte: https://wolturnus.dk/en/products/sports-wheelchairs/racebike/	60
Figura 40. Análise visual de princípios de solução Simulador de Fórmula 1 Playseat. Fonte: https://www.playseatstore.com/f1-aston-martin-red-bull-racing-new.html	62
Figura 41. Análise visual de princípios de solução cockpit Gamer Rseat. Fonte: http://www.rseat.net/formula-cockpit/rs-formula-v2-red/	63

Figura 42. Análise visual de princípios de solução cockpit Vesaro. Fonte: https://www.vesaro.com/store/pc/configurePrd.asp?idproduct=360&qty=1	64
Figura 43. Análise assentos de corrida Tillet. Fonte: https://www.tillett.co.uk/	66
Figura 44. Análise visual do protótipo da cadeira Eames Lounge Chair. Fontes: (1) https://www.eamesoffice.com/blog/celebrating-ray-eames-birthday/ray-eames-in-eames-lounge-chair-prototype-web/ (2) https://designobserver.com/feature/how-do-you-solve-a-problem-like-the-eameses/24008/	67
Figura 45. Análise de dados	68
Figura 46. Conjuntos de informação e suas relações.	69
Figura 47. Diagrama de relações resultante da análise de dados.	70
Figura 48. Diagrama de conjuntos e subconjuntos a serem desenvolvidos.	76
Figura 49. Painel de referências visuais. Fonte: (1) https://www.archdaily.com.br/br/01-149776/feliz-aniversario-zaha-hadid (2) https://www.razaautomovel.com/wp-content/uploads/2017/08/2017_vision-mercedes-maybach-6-cabriolet_4-1400x788.jpg (3) https://www.designartmagazine.com/2018/04/master-of-light-victor-horta-in-brussels.html	77
Figura 50. Tabela de referência para dimensões antropométricas. Fonte IIDA, 2005 p.122	78
Figura 51. Manequins originais (esquerda) junto a manequins ajustados pela tabela de referência (Direita)	79
Figura 52. Aproximação do perfil da cadeira Eames no convés do Dingue.	80
Figura 53. Grupo 1, iteração 1. Perfil Eames Lounge Chair	81
Figura 54. Grupo1, iteração 2. Perfil do cockpit Playseat.....	82
Figura 55. Grupo 1, iteração 3. Perfil do assento de corrida Tillet 40	83
Figura 56. Grupo 1, iteração 4. Perfil do assento de corrida Tillet 38	83
Figura 57. Grupo 1, iteração 5. Perfil do assento de corrida Tillet 55	84
Figura 58. Grupo 2, iteração 1. Perfil com 4 seções	85
Figura 59. Grupo 2, iteração 2. Perfil com 4 seções	85
Figura 60. Grupo 2, iteração 3. Perfil com 4 seções	86
Figura 61. Grupo 3, iteração 1. Perfil com 5 seções	87
Figura 62. Grupo 3, iteração 2. Perfil com 5 seções	87
Figura 63. Modelo de EPS_1	88
Figura 64. Teste de postura percentil 5% masculino.....	89
Figura 65. Teste de postura percentil 95% masculino.....	89
Figura 66. Segundo modelo físico para teste de posturas.	90
Figura 67. Teste de postura no segundo modelo. Percentil 5% masculino.	91
Figura 68. Teste de postura no segundo modelo. Percentil 50% masculino.	91
Figura 69. Teste de postura no segundo modelo. Percentil 95% masculino.	91
Figura 70. Esboços da forma do assento, conjunto 1, iteração 1 e 2.....	93
Figura 71. Esboços da forma do assento, conjunto 2, iteração 1.....	94
Figura 72. Esboços da forma do assento, conjunto 2, iteração 2.....	94
Figura 73. Modelo de arame escala 1:8, iteração 1	95
Figura 74. Modelos de arame escala 1:8, iteração 2	95
Figura 75. Modelos de arame escala 1:8, iteração 3	96
Figura 76. Modelos de arame escala 1:8, iteração 4	96
Figura 77. Pontos do perfil sagital de simetria (vermelho) e curva resultante da sua interpolação(azul)	97
Figura 78. Curva do perfil sagital de simetria e pontos correspondentes de largura do assento (verde) e altura da borda (magenta).....	97
Figura 79. Pontos de largura e altura da bora do assento espelhados e linhas de seção (azul)	98
Figura 80. Pontos de origem, curvas de seção e superfície resultante.	98
Figura 81. Algoritmo criado para gerar a forma do assento.....	99
Figura 82. Ajustes dos parâmetros do algoritmo. Iteração 1	100

Figura 83. Ajustes dos parâmetros do algoritmo. Iteração 2.....	101
Figura 84. Iteração 3, forma ajusta ao percentil 95% masculino.	101
Figura 85. Iteração 4 forma ajustada ao percentil 5% feminino.....	102
Figura 86. Nuvem de pontos do percentil masculino 95% (azul) e do percentil feminino 5% (vermelho).....	103
Figura 87. Nuvem de pontos das iterações 3 e 4 da superfície resultante da interpolação (verde)	103
Figura 88. Análise de curvatura da superfície resultante	104
Figura 89. modelagem para fabricação	105
Figura 90. Programa do percurso de corte da CNC.	105
Figura 91. Corte de desbaste.	106
Figura 92. Corte de acabamento.....	106
Figura 93. Teste de postura, percentil 95% masculino.....	107
Figura 94. Teste de postura, percentil 50% feminino.....	108
Figura 95. Teste de postura, percentil 5% feminino.....	108
Figura 96. Comparativo entre forma usinada (azul) e forma resultante das modificações (vermelho).....	110
Figura 97. Marcação da posição de conforto para regulagem do encosto.....	111
Figura 98. Teste de sistema para regulagem do assento.....	111
Figura 99. Possível ajustes do encosto para usuários com alturas de 1,85 m (cinza) 1,75 m (vermelho) e 1,55 m (azul).....	112
Figura 100. Encosto do assento na configuração que atende os maiores percentis.....	113
Figura 101. Encosto do assento na configuração que atende os menores percentis.....	113
Figura 102. Proposta de estofamento.	115
Figura 103. Sistema de encaixes do assento.....	116
Figura 104. Sistema de encaixes do assento na configuração do maior percentil.....	117
Figura 105. Estrutura das abas de apoio (vermelho)	117
Figura 106. Aba de apoio.	118
Figura 107. Ponto de fixação da escota na configuração original do Dingue (vermelho)	120
Figura 108. Rascunho da base, iteração 1.	121
Figura 109. Rascunho da base, iteração 2.	122
Figura 110. Rascunho da base, iteração 3.	122
Figura 111. Rascunho da base, iteração4.	123
Figura 112. Rascunhos digitais, iteração 1.....	123
Figura 113. Rascunhos digitais da base, iteração 2.....	124
Figura 114. Rascunhos digitais, iteração 3.....	124
Figura 115. Apoios estruturais (vermelho).....	127
Figura 116. Pontos de fixação da base no convés	127
Figura 117. Fixação da base no convés do Dingue	128
Figura 118. Fixação do apoio para as pernas na base	128
Figura 119. Vista de corte da fixação do assento na base	129
Figura 120. Orientação do usuário em relação à cana de leme	129
Figura 121. Movimento do controle atual (esquerda) e movimento proposto(direita).	130
Figura 122. Cana de leme atual do Dingue (vermelho) e proposta de modificação (azul).	130
Figura 123. Testes do cabeamento, primeira iteração.	131
Figura 124. Testes do cabeamento, segunda iteração.	132
Figura 125. Testes do cabeamento, terceira iteração.....	132
Figura 126. Testes do cabeamento, quarta iteração.	132
Figura 127. Iteração 5 no modelo de EPS escala 1:8.	133
Figura 128. Movimentos cana de leme (esquerda) e joystick (direita)	133
Figura 129. Diagrama dos componentes do leme.	134
Figura 130. Rascunhos da empunhadura do controle do leme	135
Figura 131. Modelo físico da primeira iteração controle do leme	136

Figura 132. Simulação de uso da iteração 2.....	137
Figura 133. Direção do movimento do comando (azul) e direção do barco (laranja) da iteração 2.....	137
Figura 134. Iteração 3. Empunhadura do joystick.....	138
Figura 135. Direção do movimento do comando (azul) e direção do barco (laranja) da iteração 3.....	138
Figura 136. Modelo físico da quarta iteração.....	139
Figura 137. Posição do joystick neutro (esquerda) e posição do joystick acionado (direita).....	139
Figura 138. Simulação de uso da iteração 4.....	140
Figura 139. Simulação de uso da iteração 4.....	140
Figura 140. Preparação teste de Erick.....	141
Figura 141. Teste pega 43mm, percentil 5%.....	142
Figura 142. Teste pega 43mm, percentil 95%.....	142
Figura 143. Teste pega 37mm, percentil 5%.....	143
Figura 144. Teste pega 37mm, percentil 95%.....	143
Figura 145. Teste pega 31mm, percentil 5%.....	144
Figura 146. Teste pega 31mm, percentil 5% acima e 95% embaixo.....	144
Figura 147. Cabeamento leme invertido (esquerda) e leme compatível (direita).....	145
Figura 148. Esboços da fixação do corpo do joystick.....	146
Figura 149. Fixação do cabeamento do leme no joystick.....	147
Figura 150. Rascunhos da primeira iteração base joystick.....	148
Figura 151. Rascunhos segunda iteração da base do joystick.....	149
Figura 152. Sistema de canalização do piloto automático.....	150
Figura 153. Bucha (vermelho) para facilitar o deslizamento do Joystick no eixo(azul) e fixações do eixo (magenta).....	150
Figura 154. Modelo em EPS da base do leme.....	151
Figura 155. Teste do posicionamento do joystick com voluntária do percentil 5% feminino.....	152
Figura 156. Teste do posicionamento do joystick com voluntária do percentil 95% masculino.....	152
Figura 157. Áreas de alcance e conforto sinalizadas por IIDA2005 (esquerda) e teste realizado no modelo de EPS escala 1:1 (direita).....	153
Figura 158. Passagem da escota na configuração padrão.....	154
Figura 159. Primeira Iteração cabeamento da vela.....	154
Figura 160. Segunda iteração cabeamento da vela.....	155
Figura 161. Configuração final do cabeamento da escota.....	155
Figura 162. Testes dos movimentos para controle da vela, percentil 95% masculino.....	156
Figura 163. Testes dos movimentos para controle da vela, percentil 5% feminino.....	157
Figura 164. Passagem da escota (vermelho) dentro da lateral do assento.....	157
Figura 165. Simulação virtual do controle da vela.....	158
Figura 166. Área de transferência (vermelho) para conectar a borda do assento à borda do barco.....	158
Figura 167. Detalhe da pega de apoio da lateral.....	159
Figura 168. Desembarque (a).....	160
Figura 169. Desembarque (b).....	160
Figura 170. Desembarque (c).....	161
Figura 171. Desembarque (d).....	161
Figura 172. Desembarque (e).....	162
Figura 173. Pontos de fixação da lateral no convés.....	163
Figura 174. Pontos de fixação da lateral direita e suporte para moitão.....	163
Figura 175. Padronagem crescendo a partir das bordas da superfície (esquerda) e a partir do centro da superfície (direita).....	164
Figura 176. Algoritmo usado para gerar a textura usada como antiderrapante.....	164
Figura 177. Aplicação da textura antiderrapante.....	165
Figura 178. Cinto de segurança com tiras de poliéster (verde) fechamento com velcro (negro) e aba de sinalização (amarelo).....	166

Figura 179. Teste cinto de segurança subabdominal, percentil 5% feminino.	166
Figura 180. Teste cinto de segurança, percentil 95% Masculino.	167
Figura 181. Fixação do cinto de segurança na latera	167
Figura 182. Simulação virtual do uso do cinto de segurança subabdominal.....	168
Figura 183. Aplicação do Gelcoat. Fonte (https://perfilnautico.com.br/wp-content/uploads/2017/08/gelcoat2.jpeg)	170
Figura 184. Manta de fibra de vidro.....	171
Figura 185. Tecido de fibra de vidro.....	171
Figura 186. Espuma de PVC.....	172
Figura 187. Não-tecido de Poliéster Coremat.	172
Figura 188. Processo de laminação manual. fonte (http://signatureproducts.com/our-processes/signature-products-hand-lay-up-process-for-contact-moulding).	173
Figura 189. Espuma de PU viscoelástica. Fonte (http://www.redesdeportivasonline.com/WebRoot/Store/Shops/redesdeportivasonline/4FB7/DF6E/69B3/678E/D38D/55EE/0960/CBE5/Topper_-_Sobre-Colchon_viscoelastico.jpg).....	176
Figura 190. Tecido de policloropreno (Neoprene). Fonte (www.centerfabril.com.br/media/catalog/product/cache/3/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/n/e/neoprene_a_sroyal_1.jpg)	177
Figura 191. Porca de aço inox com flange. Fonte (https://www.climbingwallservices.com/wp-content/uploads/2017/04/T-nut.jpg)	179
Figura 192. Base com rosca vedada. Fonte (http://www.antal.it/data/files/prodotti_img/Accessories/7306_G_636525547593414306.jpg)	179
Figura 193. Moitão simples de embutir com roldana de alumínio e corpo de Nylon e aço inox. Fonte https://images.tcdn.com.br/img/img_prod/556195/moitao_line_28mm_simples_de_embutir_1619_1_20190121140855.jpg	180
Figura 194. Moitão simples de 20mm com roldana de alumínio e corpo de aço inox. Fonte https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRvj2Bxlrey9uR3u-NEJ2AFTME0QLq8BT8AkOxh2114_QdDTTLp&s	180
Figura 195. Moitão catraca giratório, com roldana de alumínio, corpo em Nylon e aço inox. Fonte: https://www.iatenautica.com.br/583-large_default/moitao-catraca-giratorio-57mm.jp	181
Figura 196. Cockpit adaptado instalado no Dingue	182
Figura 197. Peças fabricadas em material compósito.	183
Figura 198. Configuração do encosto para atender usuário do percentil 5% feminino.....	184
Figura 199. Configuração do encosto para atender usuário do percentil 95% masculino.....	184
Figura 200. Simulação do uso do controle da vela e leme	185
Figura 201. Montagem do cockpit. Vista explodida	187
Figura 202. Cena de ambientação 1	188
Figura 203. Cena de ambientação 2	189
Figura 204. Cena de ambientação 3	190

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Critérios de avaliação e suas variações nos extremos do domínio numérico.....	72
Quadro 2. Agrupamento dos critérios de avaliação e seu valor adicional.....	73
Quadro 3. Oportunidades de projeto com maiores avaliações	75
Quadro 4. Critérios de avaliação mais atendidos pelas oportunidades levantadas.....	75
Quadro 5. Grupos de estudos virtuais e pontos do perfil	80
Quadro 6. Configurações do material no teste de resistência estrutural.....	125
Quadro 7. Configuração das forças aplicadas ao modelo durante a análise estrutural.....	125
Quadro 8. Análise do escoamento da peça.....	126
Quadro 9. Avaliação do produto em relação as necessidades específicas do projeto	192

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Priorização das oportunidades de projeto 74

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	19
1 ELEMENTOS DA PROPOSIÇÃO	20
1.1 Contextualização	20
1.2 Justificativa	20
1.3 Objetivos	21
1.4 Metodologia	21
1.4.1 Pesquisa.....	21
1.4.2 Definição	22
1.4.3 Desenvolvimento.....	22
1.4.4 Detalhamento	23
2 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS	24
2.1 História da navegação no ocidente.....	24
2.2 Funcionamento de um barco a vela.....	25
2.3 Partes do veleiro.....	27
2.4 A vela como esporte.....	29
2.5 A vela adaptada	29
2.6 A classe Dingue.....	29
2.7 Partes do Dingue	32
2.7.1 Leme.....	32
2.7.2 Cana de Leme.....	32
2.7.3 Retranca.....	33
2.7.4 Vela	34
2.7.5 Mastro	34
2.7.6 Bolina	35
2.7.7 Casco	35
2.7.8 Convés.....	36
2.8 Velejar	36
2.8.1 Controle do Leme.....	37
2.8.2 Controle da Vela.....	38
2.8.3 Manobras.....	38
2.9 Fatores de risco da atividade	39
2.9.1 Risco durante as manobras	39
2.9.2 Desvirar o barco	40
2.10 Exigências cognitivas da vela	40
2.11 Público Alvo.....	41
2.11.1 Cinto de segurança	41

2.11.2 Métodos de transferência	43
2.11.3 Necessidades gerais.....	46
2.11.4 Necessidades específicas.....	46
2.12 Pesquisa de Similares.....	47
2.12.1 Soluções implementadas pelos usuários.....	47
2.12.2 Barcos adaptados de pequeno porte.....	50
2.12.3 Classe 2.4 mR.....	52
2.12.4 Controle do Leme.....	53
2.12.5 Controle da Vela.....	54
2.12.6 Postura.....	54
2.12.7 Segurança.....	55
2.12.8 Classe Hansa Liberty.....	55
2.12.9 Controle do leme.....	55
2.12.10 Controle da vela.....	56
2.12.11 Postura.....	56
2.12.12 Segurança.....	56
2.12.13 Posturas similares.....	58
2.12.14 Handbike.....	59
2.12.15 Cockpit Gamer.....	61
2.12.16 Playseat F1 modelo Aston Martin.....	61
2.12.17 Rseat modelo V2.....	61
2.12.18 Vesaro 1.....	61
2.12.19 Similares de forma.....	65
2.12.20 Assentos Tillet B4, TR1 e W1K.....	65
2.12.21 Protótipo Eames Lounge Chair.....	65
2.13 Análise de dados.....	68
2.14 Oportunidades de projeto.....	71
2.15 Definição de objetivos do desenvolvimento.....	72
3 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO.....	76
3.1 Desenvolvimento do Assento.....	78
3.1.1 Manequins.....	78
3.1.2 Perfil do assento no plano sagital de simetria.....	79
3.1.3 Estudos virtuais.....	79
3.1.4 Testes físicos.....	88
3.1.5 Forma do Assento.....	92
3.1.6 Testes no modelo escala 1:1.....	106
3.1.7 Ajuste ergonômico do encosto.....	111

3.1.8 Estofamento.....	114
3.1.9 Encaixes	116
3.1.10 Aba de apoio.....	117
3.2 Desenvolvimento da Base	119
3.2.1 Requisitos e restrições.....	119
3.2.2 Forma da base	120
3.3 Desenvolvimento dos sistemas de controle do leme	129
3.3.1 Cana de Leme.....	129
3.3.2 Cabeamento do controle do leme	130
3.3.3 Controle do usuário	133
3.3.4 Empunhadura	134
3.3.5 Corpo do leme	145
3.3.6 Base do controle do leme.	147
3.3.7 Posicionamento do leme.....	151
3.4 Desenvolvimento do controle da Vela.	153
3.4.1 Cabeamento.....	153
3.4.2 Controle do usuário	155
3.5 Área de transferência.....	158
3.5.1 Fixações da área de transferência.....	162
3.5.2 Textura	163
3.6 Cinto de Segurança.....	165
4 DETALHAMENTO.....	169
4.1 Materiais e processos de fabricação.	169
4.1.1 Materiais do assento, base e painel de controle.....	169
4.1.2 Processo de Fabricação. Laminação Manual	173
4.1.3 Impacto ambiental e reciclagem.....	174
4.1.4 Estofamento do assento.....	175
4.1.5 Revestimento do estofamento.	176
4.1.6 Cinto de segurança.	177
4.1.7 Controle do Leme. Joystick.....	178
4.2 Ferragens náuticas	179
5 CONCLUSÃO	182
5.1 Usabilidade.....	183
5.2 Montagem	186
5.3 Ambientação	187
5.4 Considerações finais.....	191
5.4.1 Necessidades específicas.....	192
5.5 Recomendações.....	193

INTRODUÇÃO

A prática de esportes é relacionada ao bem-estar físico e mental dos praticantes, porém existem dificuldades quando se trata da inclusão de pessoas com mobilidade reduzida neste tipo de atividades.

Este projeto foi inspirado pelas minhas vivências durante as aulas de Vela, ministradas pelo atleta Paralímpico e professor da UFRJ Antônio Nuno Santa Rosa. E busca por meio da Vela Adaptada, encurtar a distância entre pessoas com necessidades especiais e o mundo náutico, permitindo que usuários com mobilidade reduzida nos membros inferiores possam velejar de forma autônoma, segura e confortável o veleiro de projeto e fabricação nacional mais popular do Brasil.

O contato com o mar e com o ambiente náutico pode resultar muito prazeroso, porém a atividade de velejar um barco da classe Dingue tem um alto nível de exigência física e é realizada com pouco conforto. Ao longo do projeto os esforços foram focados no desenvolvimento de uma nova interface entre o usuário e o barco, que potencializasse o lazer sem descaracterizar a atividade esportiva. O resultado é um produto criado como uma extensão do cockpit do Dingue, que pode ser desmontado e guardado após o uso. Este cockpit adaptado permitirá ao usuário controlar a embarcação a partir de um assento e irá facilitar o embarque e desembarque.

Como resultado desta intervenção, a Vela Adaptada ganha um novo espaço ao se encontrar com o barco mais popular do país, o que contribuirá ao seu crescimento e fortalecimento no cenário nacional, ampliando as possibilidades de acesso a novos participantes.

1 ELEMENTOS DA PROPOSIÇÃO

1.1 Contextualização

A passagem do meio terrestre para o aquático supõe uma barreira a ser enfrentada pela pessoa portadora de deficiências, uma vez que para realizar atividades no mar parece imprescindível poder nadar. Este projeto surge da necessidade de diminuir essa barreira, através da Vela porque, através de um barco de pequeno porte que essa passagem pode ser feita com segurança e autonomia.

Ao permitir a atletas portadores de alguma deficiência motora dos membros inferiores velejar um barco da classe Dingue, buscamos oferecer meios para auxiliar na sua integração na sociedade, e com a natureza. Além de uma atividade física, o esporte promove a participação em um grupo social que favorece o desenvolvimento de valores de companheirismo, confiança, autoestima e solidariedade. Segundo (VIEIRA, 2006,p.29) “A vela é um esporte fascinante, emocionante, quase indescritível. Poucas modalidades esportivas proporcionam tanta integração com a natureza[...]” isto porque só é possível velejar se as condições do tempo forem favoráveis e o velejador souber como aproveitá-las.

O interesse pelo mundo náutico me levou a cursar a disciplina: Conceitos Básicos de Vela, oferecida pelo curso de Educação Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ – e ministrada pelo professor Antônio Nuno Santa Rosa. Este projeto foi inspirado por este professor, atleta federado da classe paralímpica 2.4mR, que à época comentou sobre a necessidade de popularizar a Vela Adaptada. A escolha da classe Dingue como alvo deste projeto se deve ao fato de ser uma das mais populares no Brasil, ter surgido no Rio de Janeiro e a fabricação dos seus barcos ser realizada na Ilha do Fundão, sede da Universidade Federal do Rio de Janeiro. A proximidade entre a faculdade e o fabricante me permitiu uma imersão que extrapolou o processo fabril, trazendo aprendizado sobre usabilidade e contato com usuários.

1.2 Justificativa

A Vela é coordenada por instituições que normalmente possuem instalações onde são guardados os barcos, permitindo o uso do espaço físico somente aos seus membros. Isto dificulta o acesso à atividade para um público que não tem tradição no esporte ou possui um barco. A isto soma-se o fato de que a Vela adaptada é um esporte de recente aparição no cenário mundial quando comparado à Vela convencional. O que se vê refletido na falta de equipamentos, soluções e políticas que incentivem à sua prática.

Até o final desta pesquisa não existia no Brasil nenhuma empresa destinada à fabricação de barcos adaptados, ou equipamentos para adaptar modelos existentes no mercado, tornando imprescindível o uso de produtos importados ou adaptações feitas pelo proprietário da embarcação. Sendo assim, para promover o esporte torna-se necessário viabilizar o acesso a estes equipamentos e que eles sejam desenvolvidos criteriosamente para oferecer conforto e segurança.

1.3 Objetivos

O presente projeto pretende contribuir para o crescimento da Vela adaptada no Brasil permitindo que usuários com mobilidade limitada nos membros inferiores possam velejar de forma segura e autônoma um veleiro da classe Dingue.

Objetivos específicos:

- permitir ao usuário controlar a embarcação sem ajuda de terceiros;
- permitir ao usuário embarcar de forma fácil e segura;
- garantir a segurança do usuário durante o uso do cockpit;
- oferecer conforto ao usuário durante a atividade de velejar.

1.4 Metodologia

A modo geral o projeto foi dividido em duas etapas, sendo a primeira de pesquisa e definição, e a segunda de desenvolvimento e implementação, como sugerido pelo UK Design Council (2005). Este planejamento permitiu fazer previamente a escolha dos métodos baseado no seu momento de aplicação no projeto. O fato de estarmos tratando de fases do projeto, permitiu que novos métodos fossem inseridos conforme necessário.

1.4.1 Pesquisa

Iniciamos a fase de pesquisa pelo entendimento do problema, como sugerido por Munari (2010). Por se tratar de um tema não popular. Foi descartado o uso de questionários e feita uma abordagem qualitativa através do método de entrevista semiestruturada analisado por Manzini (2010) estas entrevistas foram direcionadas a pessoas com contato direto com o assunto da vela adaptada e com a classe abordada no projeto. Estes contatos possibilitaram um processo de imersão (IDEO, 2015) no qual a convivência com o mundo da vela trouxe informações valiosas para fases posteriores. Paralelamente foi realizada uma busca bibliográfica e mantidas constantes conversas com engenheiros, o que serviu para entender o fundamento teórico das informações resultantes das pesquisas já que para entender a Vela são imprescindíveis conhecimentos relacionados a engenharia naval. Durante este período tive a oportunidade de participar de duas regatas: uma da classe Dingue, e outra velejando o Skud18 um barco adaptado de classe paralímpica.

Após entender a usabilidade do Dingue e conhecer suas características começamos a pesquisa na área da Vela adaptada para nos aproximar do nosso público alvo. Foi essencial a consulta da metodologia aplicada pelo Us Sailing (2018) para entender as principais necessidades e princípios de solução aplicados, tanto no nível da instituição quanto no nível de usuário. Durante esta fase utilizando métodos de busca bibliográfica e com apoio de material audiovisual disponível na internet foram pesquisados métodos de embarque e desembarque, cinto de segurança e área de transferência.

Após identificadas algumas necessidades específicas do público alvo (LÖBACH, 2001), foi feito um levantamento das soluções implementadas para satisfazê-las. Primeiro as soluções implementadas pelos usuários e posteriormente barcos adaptados por empresas. Este exercício foi de grande ajuda em paralelo a lista de necessidades gerada a partir da análise da tarefa. Neste ponto da pesquisa foram analisados princípios de solução de outras áreas, para isto foram analisados produtos similares em relação à postura do usuário, usabilidade, processo de fabricação e forma. Esta fase se deu por meio de pesquisa bibliográfica, acesso ao site de vendedores e fabricantes e visitas à plataforma Youtube. Apesar dos esforços, durante a pesquisa não tivemos contato físico com nenhum barco ou produto similar analisado.

1.4.2 Definição

A fase de definição foi o momento de organizar as informações de modo a identificar oportunidades de projeto. Para evitar que a objetividade da definição das oportunidades fosse comprometida pela parcialidade do autor, foi realizado um exercício em grupo para estruturar os dados em conjuntos, a fim de poder estabelecer relações entre eles. Este exercício gerou uma lista de problemas que precisariam ser resolvidos para que a atividade prescrita fosse realizada satisfatoriamente, porém, o prazo do projeto não permitiria atender todas as demandas.

Foi necessário então determinar segundo critérios estabelecidos como resultado da pesquisa, quais problemas seriam atendidos na fase de desenvolvimento, para isto foram elaborados parâmetros de avaliação associados a valores quantitativos. Esta ferramenta permitiu definir quais seriam, dentro dos problemas levantados, os que teriam prioridade de atendimento pelo presente projeto.

1.4.3 Desenvolvimento

O primeiro passo foi dividir os elementos a serem desenvolvidos em conjuntos atendendo à sua funcionalidade, como resultado tivemos três conjuntos cujo desenvolvimento implicou o uso de métodos diferentes.

Durante a fase de pesquisa sobre assento, as informações obtidas encaminharam o projeto para uma postura apresentada por Iida (2005) como de máximo conforto. O primeiro passo da fase de desenvolvimento foi focado na definição da postura do usuário na embarcação. Devido à importância de realizar testes com prototipagem rápida na fase de desenvolvimento de produto apontada por Vandeveldt (2001) foram realizados estudos antropométricos no ambiente digital, por meio de manequins virtuais e no ambiente físico, pela fabricação de modelos de EPS a escala 1:1. Paralelamente foram usados métodos de geração de alternativas propostos por Löbach (2001) para explorar visualmente algumas possibilidades formais através de esboços de ideias. Para determinar a forma final do assento foram usados ferramentas e métodos de fabricação digital citados por Ryberg (2015) entre eles a modelagem paramétrica e o corte por controle numérico CNC (DI MARCO, 2014).

No caso do desenvolvimento da base, também foram usados métodos de geração de alternativas por meio de rascunhos, porém devido às exigências do projeto, os melhores resultados foram encontrados usando métodos de modelagem tridimensional de formas complexas e Análise de Elementos Finitos.

Já no terceiro momento do desenvolvimento foram resolvidas questões referentes à acesso, controles e cinto de segurança. Foram realizados testes antropométricos com modelos dos percentis 5% feminino até 95% masculino para determinar zonas de alcance e conforto para o posicionamento dos acionadores (IIDA, 2005). Foi realizado um teste de Erick como sugerido por Cavalcanti et al. (2004) para ajustar a configuração do manípulo para uso dos máximos percentis apresentados por Iida (2005 p.122).

Para o desenvolvimento da área de transferência foram testados modelos físicos em EPS escala 1:1 e ferramentas de modelagem generativa usando o software Grasshopper 3D (TEDESCHI, 2014). Foram realizados testes a escala 1:1 com modelos de diversos percentis para o posicionamento do cinto de segurança e gerada uma primeira proposta.

1.4.4 Detalhamento

Na fase de detalhamento foi gerada a informação necessária para a fabricação do produto incluindo dados sobre materiais, processos de fabricação e acabamento superficial. Também foram incluídas especificações do produto e documentação técnica.

2 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

2.1 História da navegação no ocidente.

A navegação a vela mais antiga conhecida data do período entre 5000 e 6000 AC, inicialmente navegando nos rios, os barcos foram usados pelos egípcios para transportar enormes blocos de granito ao longo do Nilo (HOLMES, 1906). As velas utilizadas naquele momento eram enormes panos quadrados com uma posição fixa e estruturados por uma peça de madeira (Figura 1). Usando esse sistema o barco só aproveita o vento que gera um empuxo na direção de proa, consequentemente a embarcação só era propulsada em condições muito específicas de vento. Este fator criava a necessidade de remadores, pois o barco seria propulsado por força humana nos momentos em que a intensidade ou direção do vento não fossem favoráveis ao percurso.

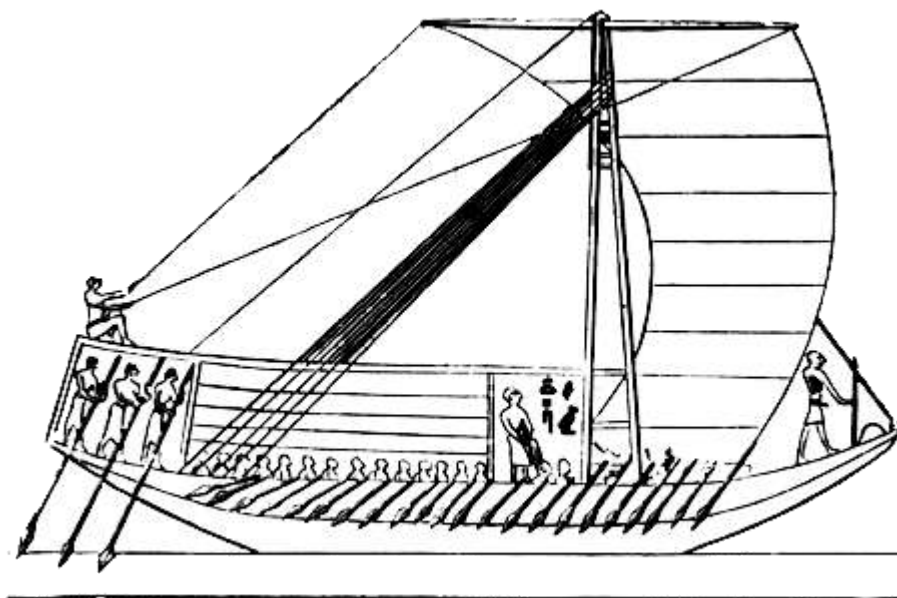


Figura 1. Barco Egípcio da quarta dinastia. Fonte: Holmes 1906

Segundo Leitão (2015) os conhecimentos científicos de astronomia e geometria esférica, assim como a necessidade de dispensar a força humana como sistema de propulsão das embarcações foi um fator chave no desenvolvimento da navegação como conhecemos hoje.

No século XV a escola de Sagres em Portugal desenvolveu projetos de embarcações e técnicas de navegação que se adequavam às necessidades do uso bélico e comercial. Trazendo como resultado barcos que podiam transportar toneladas de carga e dezenas de tripulantes. Como apontado por Leitão (2015) entre outros avanços, nelas tinha sido implementado um novo sistema de velas, no caso, o pano quadrado se mantinha, porém, a estrutura girava entorno do mastro aumentando muito as possibilidades de captação de vento, já que que a embarcação conseguia velejar com a força do vento quase perpendicular ao seu eixo de direção (popa-proa, ou traseira-dianteira).

As velas quadradas eram difíceis de manobrar devido ao tamanho e peso delas, e as embarcações ainda não conseguiam velejar contra a direção do vento. Na busca por embarcações mais ágeis em combate, e velozes nas viagens comerciais, os aprimoramentos levaram às velas em formato triangular (HOLMES, 1906). Já no Galeão espanhol Santa Maria (que participou na expedição de descobrimento da América pelos europeus) encontramos uma vela nesse novo formato (Figura 2). Os dois tipos de velas foram implementados juntos até gradualmente, serem adotadas só velas triangulares, na altura do século XIX com os avanços no estudo da aerodinâmica.

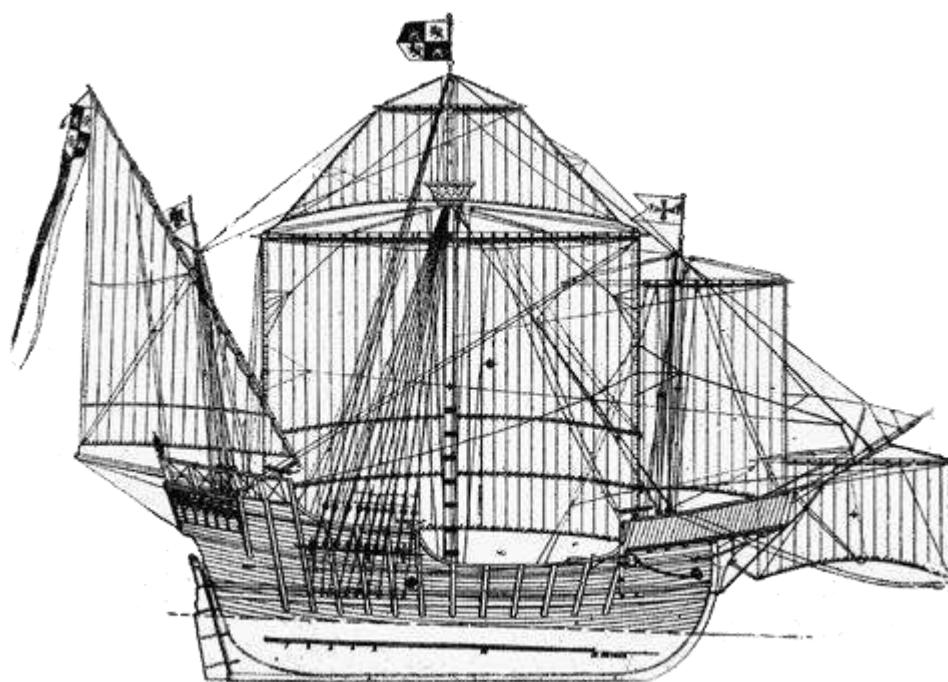


Figura 2. Plano velico Galeão Santa Maria. Fonte: Holmes 1906

2.2 Funcionamento de um barco a vela.

O funcionamento da vela de um barco se dá baseado em princípios da aerodinâmica que é parte da mecânica dos fluidos que estuda os gases em movimento, e em particular o movimento relativo entre o ar e os corpos sólidos, fundamentado pelo Princípio de Bernoulli que estabelece uma relação entre a velocidade do fluxo, com a pressão gerada por este ao longo de uma linha de corrente (SLOOF, 2015).

Na Figura 3 observamos o diagrama do princípio exposto anteriormente. O fluxo do vento se divide ao chegar ao perfil em dois fluxos (verde e laranja) que percorrem distâncias diferentes no mesmo período. Para que isso aconteça, o fluxo que percorre a maior distância (verde) precisa atingir uma velocidade maior que aquele que percorre a menor distância (laranja). A consequência de esta diferença de velocidades, é uma diferença de pressão que gera uma força resultante (azul) no sentido perpendicular à direção do fluxo (LARSSON, 2000).

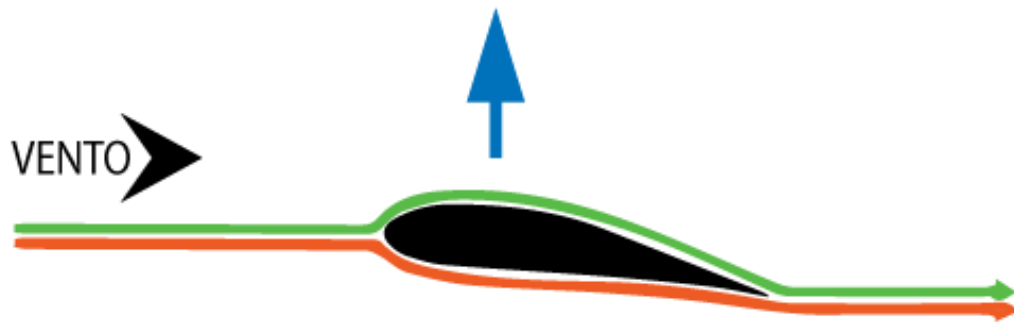


Figura 3. Fluxos de ar a Sotavento(verde) a Barlavento (Laranja) e força resultante (Azul)

No veleiro se aplica o mesmo princípio já que a vela forma um perfil aerodinâmico (Figura 4). O Sotavento (verde) tem uma distância de percurso maior do que o Barlavento (laranja). Portanto, a força resultante (Azul) será no sentido Sotavento e não em direção à proa, ou seja, se dependesse só da vela, o barco seria arrastado lateralmente (LARSSON, 2000). Para compensar o efeito do vento e estabilizar a embarcação, usa-se a bolina ou quilha. Um elemento submerso que por meio de uma força com direção contrária à ação do vento, que acaba gerando uma força resultante (lilás) com direção frontal (SANSORINO, 2018)

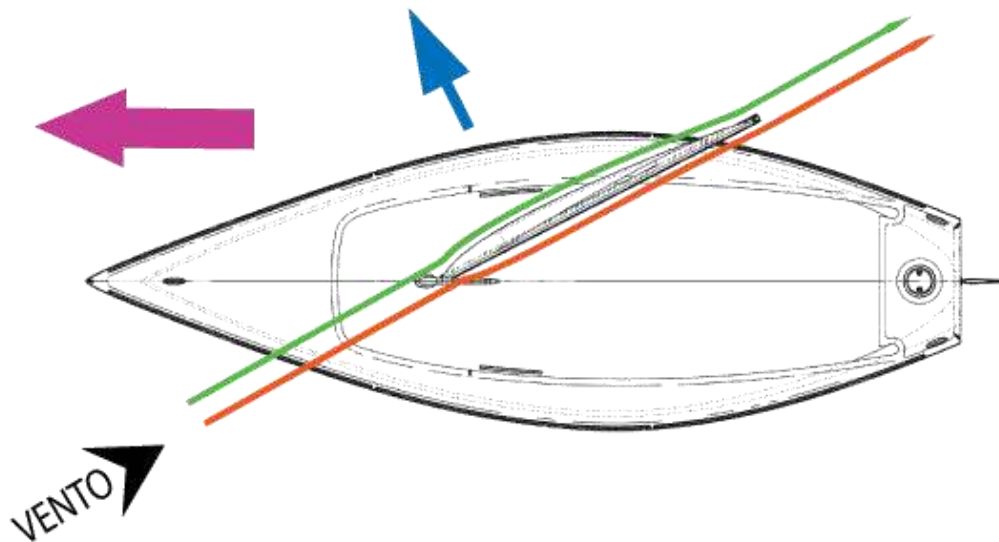


Figura 4. Diagrama de Bernoulli aplicado à embarcação.

De qualquer forma, o barco não consegue velejar tangente à direção do vento, no mínimo entre 30 e 45 graus de inclinação são necessários entre a vela e a direção do vento. Então necessariamente para navegar o percurso é feito em zigzag (VIEIRA, 2006) como pode ser observado na Figura 5.

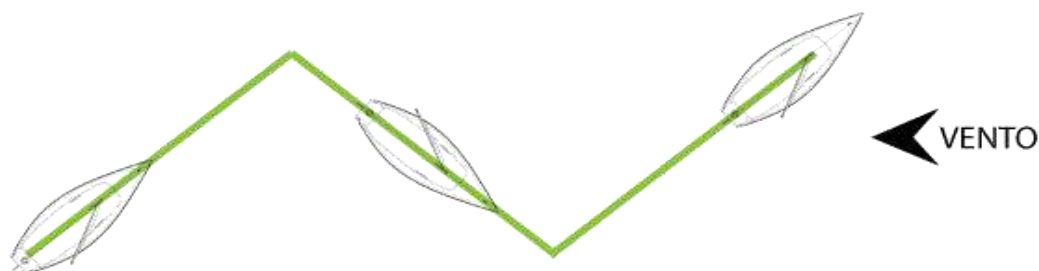


Figura 5. Percurso do barco para ir contra o vento.

2.3 Partes do veleiro.

Dependendo da função para a qual foram projetados, os veleiros irão variar desde a forma do caso até o número e posição das velas. Porém segundo (LARSSON, 2000) há um mínimo de elementos que estão presentes na maioria deles (Figura 6).

Segundo Larsson (2000) podemos definir cada parte do barco da seguinte forma:

Leme: Elemento cuja função é direcionar a embarcação. Realiza um movimento giratório que aproveita o fluxo embaixo do casco, consequentemente só funciona quando o barco está em movimento. Dependendo do porte da embarcação, poderá ser comandado por um timão, por uma roda de leme ou por uma cana de leme.

Popa: Parte de trás da embarcação, área mais afastada da proa que em alguns casos serve como suporte para o leme.

Retranca: Elemento posicionado na direção perpendicular ao mastro. Estrutura e direciona o perfil aerodinâmico formado pela vela a partir de um movimento de rotação que tem o mastro como eixo.

Vela Mestra: Vela principal da embarcação, sua função é captar a força do vento para gerar movimento. Usada para controlar a velocidade do barco.

Mastro: Elemento que estrutura as velas, posicionado na direção perpendicular à linha d'água.

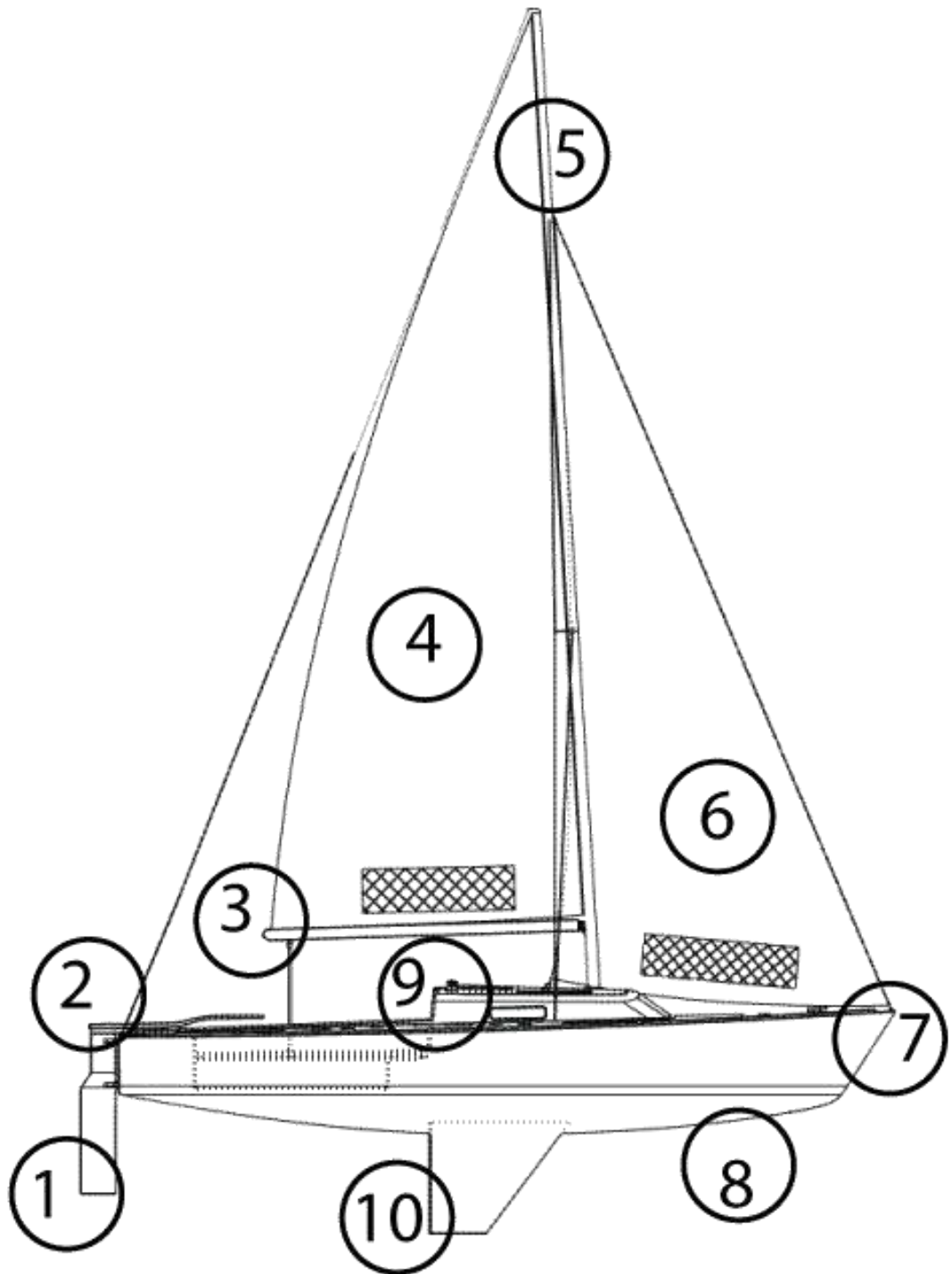
Genoa: Vela situada mais perto da proa. Sua função é captar a força do vento para gerar movimento, porém, dependendo das condições do vento, pode-se prescindir do seu uso.

Proa: Parte mais avante da embarcação.

Casco: Elemento de interação entre a embarcação e a água, sua função é garantir flutuabilidade, e deslocamento da embarcação.

Convés: Elemento de interação entre a embarcação, o usuário e o velame. Sua função é alojar os controles e fixações das velas, assim como garantir segurança e conforto ao usuário.

Quilha: Elemento estabilizador, cuja função principal é gerar uma força com direção contrária a ação do vento, mantendo a embarcação no rumo desejado.



- | | | | |
|-------------|----------------|-----------|------------|
| 1. Leme | 4. Vela Mestra | 7. Proa | 10. Quilha |
| 2. Popa | 5. Mastro | 8. Casco | |
| 3. Retranca | 6. Genoa | 9. Convés | |

Figura 6. Partes de um veleiro

2.4 A vela como esporte.

Apesar de existirem instituições que organizavam as corridas de barco ou regatas desde o início do século XVIII, a primeira aparição da vela no panorama olímpico foi no ano de 1900, nos jogos de verão na França e só voltou aparecer em 1908 em Londres após a criação da International Yacht Racing Union (IYRU) (VIEIRA, 2006). Uma entidade regulamentadora da atividade náutica esportiva, incluindo normas e especificações técnicas dos barcos.

A vela é o quarto esporte em que o Brasil tem mais medalhas de ouro em Pan-americanos (VIEIRA, 2006), e nos passados jogos de Lima 2019, a equipe brasileira alcançou o melhor resultado de todos os tempos, trazendo nove medalhas, sendo cinco de ouro, duas de prata e duas de bronze.

Segundo Martin (2005) dentro do ambiente esportivo, os barcos são divididos em classes. Classe é o nome que recebe o conjunto de normas e especificações referentes à uma única embarcação. Por exemplo, a classe Laser estabelece como os barcos são construídos e equipados, assim como os procedimentos da regata. Já que o funcionamento do barco está completamente atrelado a sua forma, as classes visam criar condições adequadas para cada tipo de embarcação.

2.5 A vela adaptada.

Segundo a Us Sailing (2018) vela adaptada é o termo que define a variação do esporte que atende a pessoas que não possuem todas as capacidades físico, motoras ou cognitivas. Teve a sua primeira aparição em jogos Paralímpicos, em Sydney 2000, e nos jogos de Londres em 2012 um total de 80 velejadores participou das regatas segundo dados do Portal São Francisco (2016).

Já no Brasil, a institucionalização do esporte teve início com o Projeto Água-Viva no ano de 1999, resultado de uma parceria entre a classe Day Sailer, o Clube Paradesportivo Superação, e o Clube Municipal de Iatismo em São Paulo. Atualmente o Ministério do Esporte conta com 5 Polos de desenvolvimento de Vela Adaptada nas cidades de São Paulo/SP, Porto Alegre/RS, Brasília/DF, Florianópolis/SC e Rio de Janeiro/RJ.

A vela adaptada apresenta uma proposta muito favorável à inclusão de novos praticantes, já que atende pessoas com diferentes condições físicas e cognitivas. O sistema de classificação é feito levando em consideração a estabilidade, a mobilidade, a visão e funções motoras das mãos (US SAILING, 2018)

Dentro das três classes participantes das Paraolimpíadas, uma delas (Skud 18) exige que um dos dois tripulantes seja do gênero feminino.

No início desta pesquisa recebemos a notícia de que a vela adaptada sairia do programa dos jogos paralímpicos de Tóquio 2020.

2.6 A classe Dingue

Segundo o Iate Clube De Brasilia (2013) a Dingue é a primeira classe brasileira para um veleiro monocasco de projeto e fabricação nacional. O barco foi projetado em 1978 pelo engenheiro naval

Miguel Pomar para ter um baixo custo e servir para fins recreativos, sem descartar a possibilidade da participação em regatas. O veleiro teve boa aceitação por parte do público e se popularizou por todo o país, já no ano de 1981 teve lugar o primeiro Campeonato Brasileiro da classe.

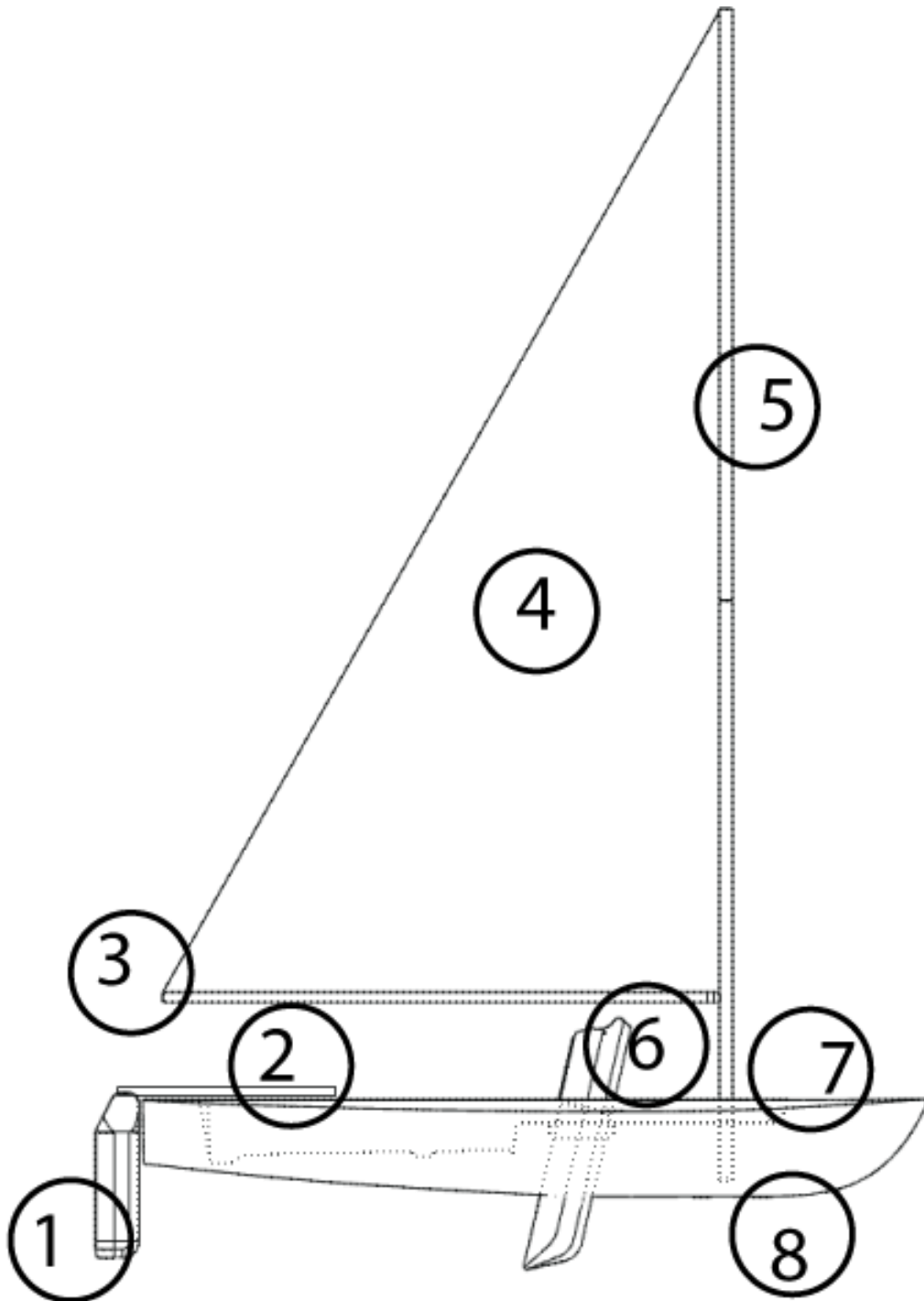
Conforme informações do site da Associação Brasileira da Classe Dingue – ABCD, filiada à Confederação Brasileira de Vela e Motor, a instituição foi fundada em 24 de junho de 2003 para organizar e incentivar as atividades da classe no Brasil, pois durante o ano acontecem vários eventos e competições em todo o país. Atualmente a fabricação do Dingue é responsabilidade da Holos Brasil, uma empresa especializada na fabricação em materiais compósitos com sede na Ilha do Fundão, no Rio de Janeiro.

O Dingue (Figura 7) é uma embarcação cuja principal característica é a versatilidade, é fácil de montar e desmontar e possui uma única vela com controles simplificados. Utiliza um sistema de bolina retrátil e tem uma boa estabilidade, o que o torna um barco ideal para quem está tendo um primeiro contato com o esporte. Caso a intenção seja usá-lo para lazer, consegue transportar até quatro pessoas, isso graças a que possui um grande volume estanque que aumenta a flutuabilidade.



Figura 7. Veleiro Dingue.

Segundo a Associação Brasileira da Classe Dingue (ABCD) o barco possui comprimento total de 4,16 m; pontal de 0,48 m; largura máxima de 1,66 m e uma área velica de 6,5 m². É fabricado em fibra de vidro usando uma estrutura sanduiche com núcleo de PVC e dependendo do cliente, pode ser colocado um suporte para um motor de popa de pequeno porte. Na versão básica, possui oito elementos principais (Figura 8). O peso do barco deve ficar entornho dos 85kg (sem mastreação nem ferragens).



- | | | |
|-----------------|----------------|-----------|
| 1. Leme | 4. Vela Mestra | 7. Casco |
| 2. Cana de leme | 5. Mastro | 8. Convés |
| 3. Retranca | 6. Bolina | |

Figura 8. Elementos principais do Dingue

2.7 Partes do Dingue

2.7.1 Leme

O leme do Dingue (Figura 09) é composto por dois elementos: a saia e a cabeça do leme. A saia é um perfil hidrodinâmico simétrico fabricado em madeira ou fibra de vidro com núcleo de PET. Sua principal função é direcionar o fluxo d'água que passa pelo casco para orientar a embarcação no sentido do rumo desejado (LARSSON, 2000).

A cabeça do leme é um componente fabricado em aço inox, fixado no corpo por meio de um conjunto de porca e parafuso e cujas funções são: fixar o conjunto do leme no eixo de rotação localizado na popa do barco, fixar a cana de leme.



Figura 9. Leme com saia de madeira e cana de leme.

2.7.2 Cana de Leme

No Dingue a cana do leme é o elemento de interação entre o controle direcional da embarcação e o usuário. Pode ser fabricada em materiais compósitos, madeira, ou misturando materiais poliméricos e metálicos. Para direcionar a embarcação, é necessário realizar movimentos de empurrar ou puxar a cana de leme (Figura 10) o que provoca que o barco vire a bombordo ou boreste. Em alguns casos o

comprimento da cana pode não atender as necessidades do usuário, será então instalado um elemento extensor que não modifica seu funcionamento.



Figura 10. Movimentos de controle da cana do Leme.

2.7.3 Retranca

A retranca é um dos componentes que estrutura a única vela do Dingue. É fabricada a partir de um perfil tubular de alumínio e serve como suporte para ferragens do controle da vela. Sua função principal é controlar a amplitude do ângulo de inclinação entre o perfil aerodinâmico da vela e a linha de centro do barco (Figura 11), regulando de esta forma a captação de vento. Para isto, utiliza como eixo de rotação o mastro, ao qual é fixado por um encaixe de pino chamado garlindéu. Navegando com o vento em contra, a retranca estará mais perto da linha de centro, já com o vento de popa, a retranca ficará mais afastada. O usuário do Dingue deve sempre se posicionar de frente para retranca e ficar atento no momento da manobra já que a mesma se desloca de um bordo a outro do barco a alta velocidade e uma colisão com alguma parte do corpo poderia causar graves lesões.



Figura 11. Movimento da retranca.

2.7.4 Vela

O Dingue possui uma única vela e esta é responsável pela locomoção e identificação do barco. A vela é uma superfície flexível de forma triangular, cujo cateto menor fica fixado na retranca, o cateto maior fixado no mastro, e a hipotenusa fica estruturada pela tensão entre as duas anteriores. Há bastante variação nos materiais em que são fabricadas, desde materiais nobres como fibra de carbono e fibra de aramida (Kevlar) sendo fibra de poliéster a mais comum. Em todos os casos busca-se ter um material com baixa elasticidade para evitar deformação do perfil aerodinâmico, resistência a raios UV, água e maresia.

2.7.5 Mastro

O mastro é a estrutura que conduz a força do vento da vela até o convés e posteriormente ao casco da embarcação. Fabricado a partir de um perfil tubular de alumínio, suporta as fixações da retranca e da vela. O mastro do Dingue é bipartido, ou seja, o comprimento total do perfil foi dividido em duas partes, e estas se encaixam por um sistema de pino (Figura 12). Isto permite que seja transportado sem muito esforço.

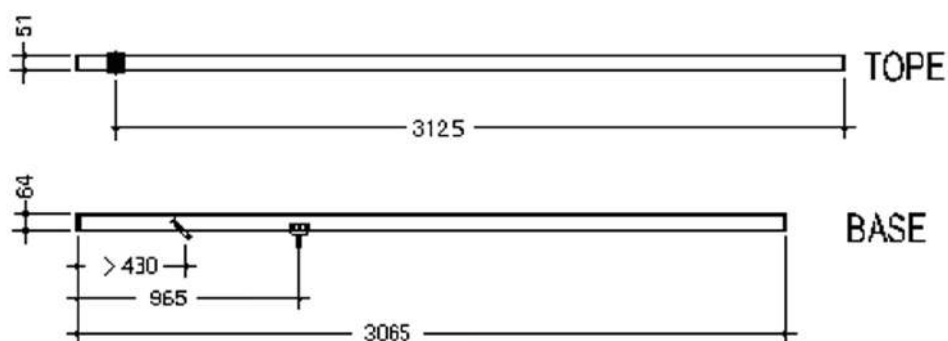


Figura 12. Mastro bipartido. Fonte medidas oficiais e regras de medição da classe Dingue

2.7.6 Bolina

A bolina é um elemento estabilizador que fica parcialmente submerso (Figura 13), cuja função é gerar uma força contrária a ação do vento para permitir o veleiro se movimentar com um curso controlado. Sua forma é originada a partir de um perfil hidrodinâmico simétrico, e é fabricada pelo mesmo método que o leme. Dependendo das condições da velejada, é possível diminuir o comprimento do perfil submerso já que o sistema é retrátil. Isto pode ser útil em caso de águas pouco profundas, ou na intenção de diminuir o arrasto para ganhar velocidade.

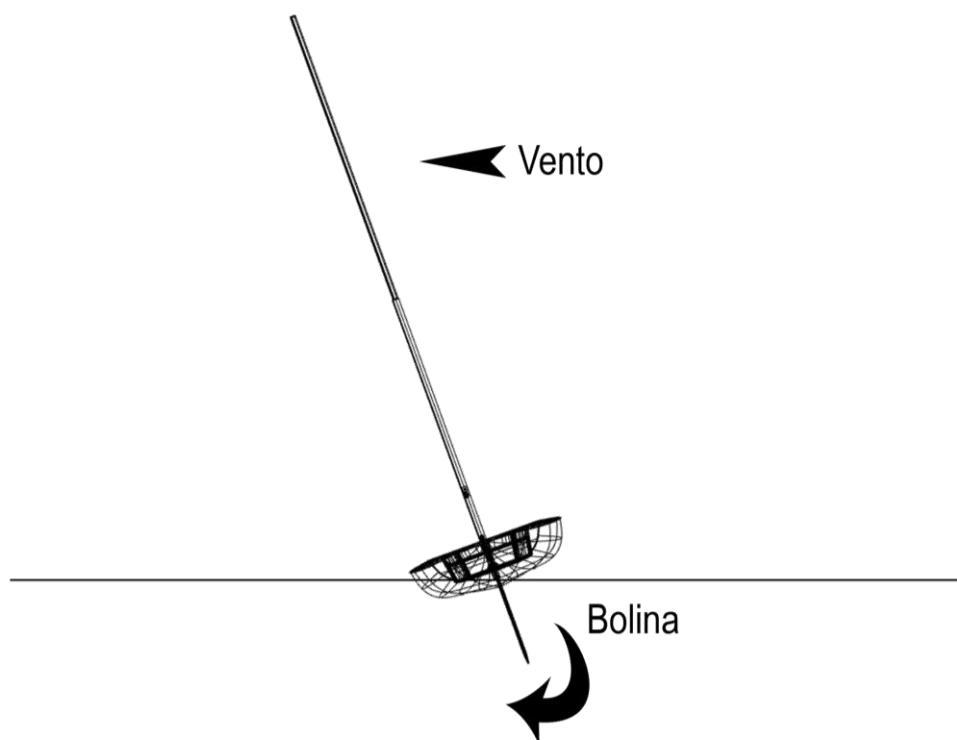


Figura 13. Direção da força da bolina

2.7.7 Casco

O casco é o elemento de interação da embarcação com a água. No Dingue, o casco é fabricado pelo método de laminação manual, usando fibra de vidro e resina poliéster. Observando sua forma, percebemos que é largo e volumoso quando comparado com um veleiro da classe Laser que tem quase o mesmo comprimento. Consequentemente, o Dingue é mais estável, o que se traduz como segurança para o velejador. Um outro fator que favorece muito a segurança é o volume vedado (estanque) que fica entre o casco e o convés (Figura 14). Este espaço é parcialmente preenchido com EPS e funciona como uma espécie de flutuador interno que torna o barco quase impossível de afundar em caso de virar.

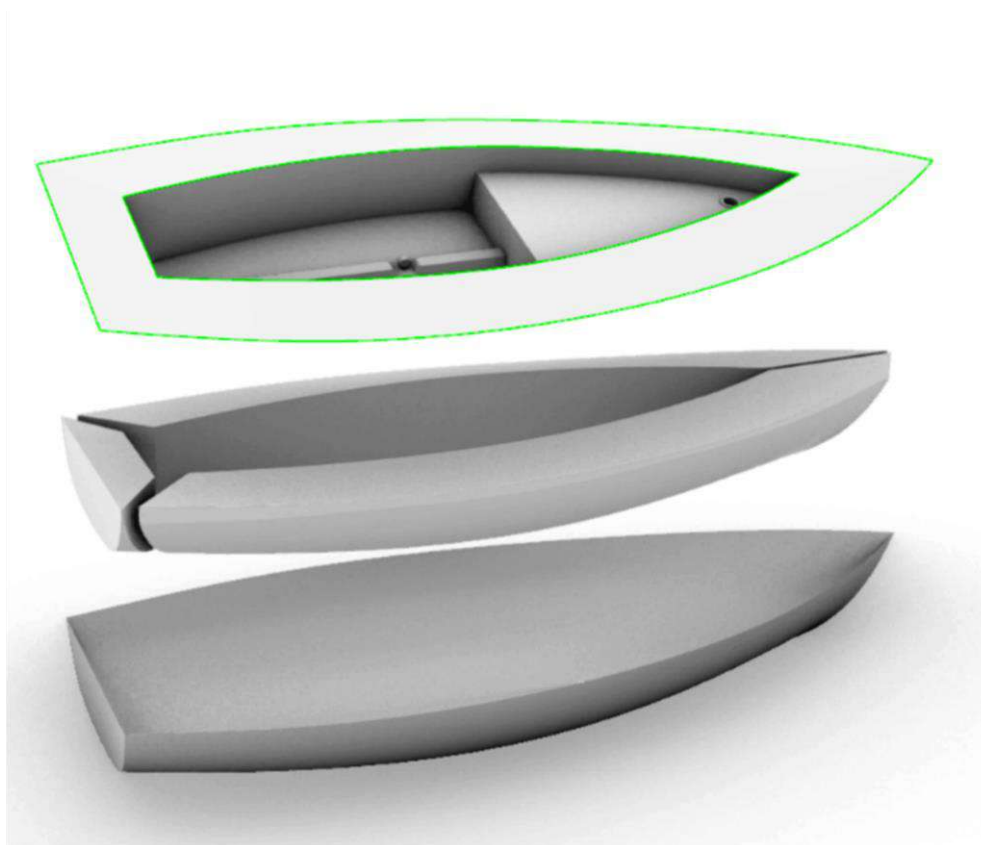


Figura 14. Convés (cima), volume estaque (meio), casco (baixo).

2.7.8 Convés

O convés é dos elementos o que mais funções desempenha, é fabricado pelo mesmo método que o casco e recebe reforços estruturais nas áreas de maior esforço. É responsável por transmitir ao casco a força exercida pelo mastro. Recebe as fixações das ferragens responsáveis pela navegação (moitões e mordedores). É o suporte da interação entre a bolina e o mar. E por último e mais importante para nosso projeto, acomoda ao ser humano que irá usar a embarcação, criando para ele, um espaço seguro e funcional.

Apesar da estreita relação entre estes elementos, a área de atuação deste projeto está concentrada no convés, isto por ser este o elemento de interação entre o usuário e o barco. Além do exposto, há também uma questão de viabilidade uma vez que a disposição dos elementos do convés não está discriminada nas regras da classe onde as restrições e limitam aos elementos de navegação.

2.8 Velejar

Velejar é uma atividade que pode ser considerada complexa já que a mudança do ambiente terrestre para o aquático, traz consigo alguns efeitos que requerem de adaptação sensorial por parte do usuário. Além das informações próprias da tarefa que podem ser aprendidas através de material didático, existem algumas sensações que influenciam o desempenho do atleta iniciante.

Durante a pesquisa foi mantido contato com atletas iniciantes da classe Dingue e identificamos duas destas sensações, uma delas é a estabilidade. No meio terrestre os corpos se equilibram em relação a uma base que permanece estática, ou seja, nosso chão não se move assim como não se move a estrada pela que transita o carro. Já no caso do mar é diferente. Segundo Mandelli (1960) uma embarcação parada está sob o efeito das forças da maré, estas forças provocam seis movimentos que acontecem quase simultaneamente na embarcação conforme Figura 15. O principal e mais conhecido efeito desta variação na base de equilíbrio, é o enjoo e mal-estar que os barcos provocam para muitas pessoas não acostumadas com a atividade.

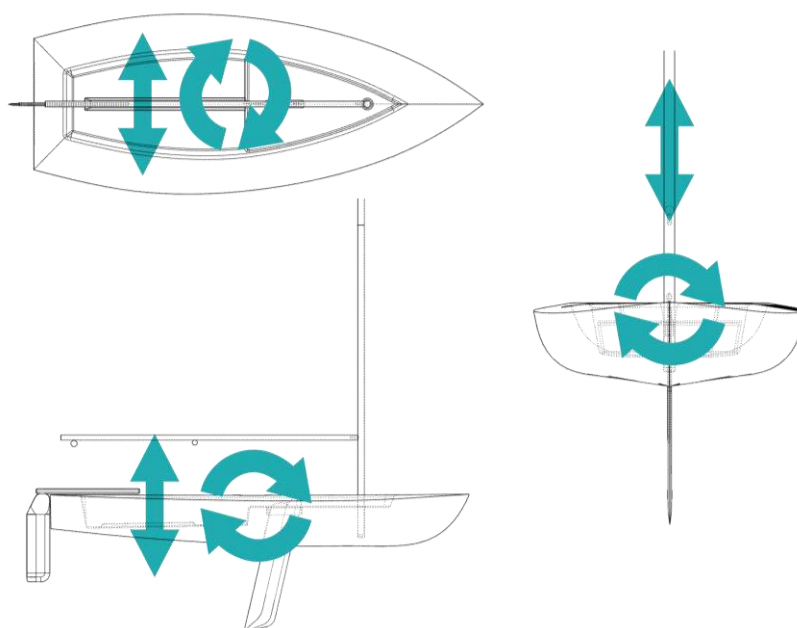


Figura 15. Movimentos da embarcação

A segunda é a orientação, em terra somos guiados por caminhos predefinidos e normalmente lineares, sejam estradas, corredores ou túneis. E contamos com a referência visual de elementos físicos, sólidos e visíveis como montanhas, sinalizações ou prédios. Já no mar o percurso é traçado e seguido mentalmente, e está sujeito a variações constantes já que é influenciado pela força e direção do vento, que dá sinais de mudança, porém não pode ser controlado (VIEIRA, 2006). O Dingue é um barco de navegação costeira, então o usuário conserva a localização por pontos de referências físicos, sólidos e visíveis; no caso o litoral.

2.8.1 Controle do Leme

As manobras no Dingue se dão pela coordenação de movimentos entre o leme e a escota (cabo que regula a vela mestra). Para controlar o leme, o usuário fica sentado na borda do barco e usa a mão que estiver posicionada mais perto da popa para segurar a cana, transmitindo a ela o movimento de flexão ou extensão das articulações do cotovelo e ombro para assim regular a amplitude da rotação do perfil hidrodinâmico em relação à linha de centro da embarcação.

2.8.2 Controle da Vela

Para controlar a vela o usuário deverá usar a mão que estiver posicionada mais perto da proa para segurar a escota, e realizar movimentos de flexão da articulação do cotovelo combinados com movimentos de flexão e extensão da mão, com a intenção de puxar, manter a posição ou soltar o cabo para regular a amplitude do ângulo entre a retranca e a linha de centro do barco, controlando assim a captação de vento.

2.8.3 Manobras

Dependendo da direção do vento em relação ao percurso traçado, o barco poderá realizar dois tipos de manobra. A primeira se conhece como cambiar e é a mudança de rumo quando o barco está velejando contra o vento. Para realizar esta manobra, o usuário precisa controlar simultaneamente a vela e o leme e mudar a sua posição no veleiro para fazer contrapeso conforme Figura 16. Durante a manobra, os controles de navegação alternarão de mão, ou seja, se o velejador vinha segurando a cana de leme com a mão direita, após a manobra, ele deverá controlar o mesmo elemento, com a mão esquerda.

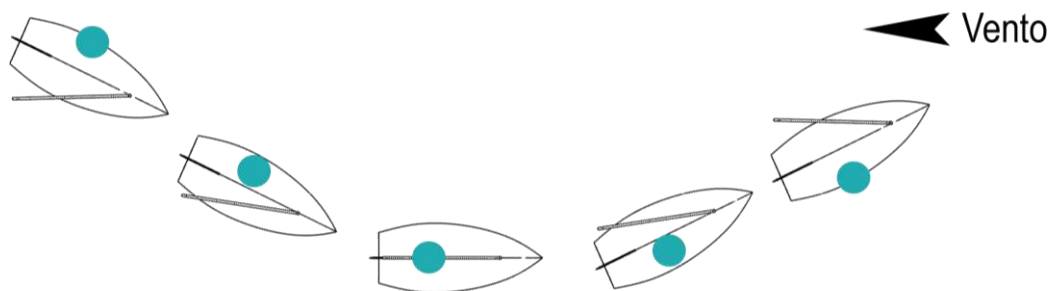


Figura 16. Posição do barco e do velejador (azul) durante a manobra cambiar.

A segunda manobra (Figura 17) se conhece como Jibe e funciona da mesma forma, porém, nos momentos em que o vento está a favor do percurso do barco. Durante as manobras as pernas do velejador tem um papel fundamental já que este irá soltar o pé da alça de escora, se agachar para evitar colidir com a retranca, mudar de posição, sentar na borda contrária e voltar a prender o pé na alça de escora para fazer contrapeso.

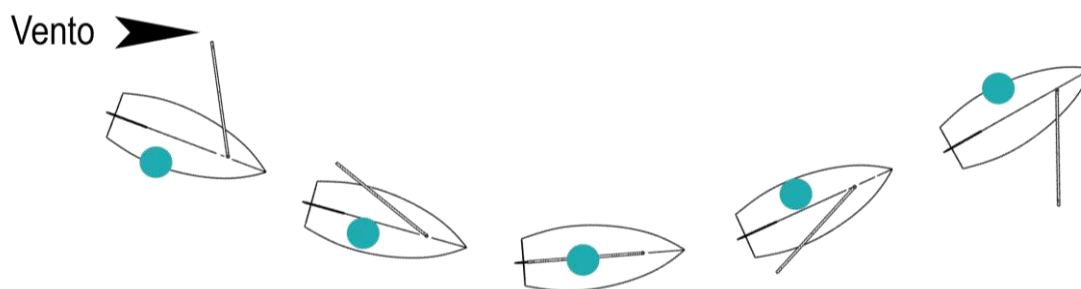


Figura 17. Manobra Jibe e posição do usuário (azul).

2.9 Fatores de risco da atividade

Considerando as necessidades e características do nosso público alvo foram identificados pelo autor dois momentos da velejada onde a integridade física do usuário poderia ser comprometida. Neste ponto, não foram encontradas referências bibliográficas que contribuíssem à pesquisa.

2.9.1 Risco durante as manobras

Durante as manobras, há um momento em que a retranca realiza um movimento de rotação e muda de sentido em relação à linha de centro do barco (Figura 18). Este momento é crítico já que o usuário precisa evadir um perfil de alumínio que se movimenta a alta velocidade na direção dele. Ao longo do desenvolvimento este momento da velejada foi considerado como uma das principais condicionantes já que definimos como altamente perigoso usar o espaço perto de onde este movimento acontece. A retranca se movimenta numa altura que corresponde à posição da cabeça do usuário no Dingue, e a velocidade do movimento é condicionada pela força do vento que pode ser alta, uma colisão causaria lesões graves no usuário, podendo ocasionar a morte.

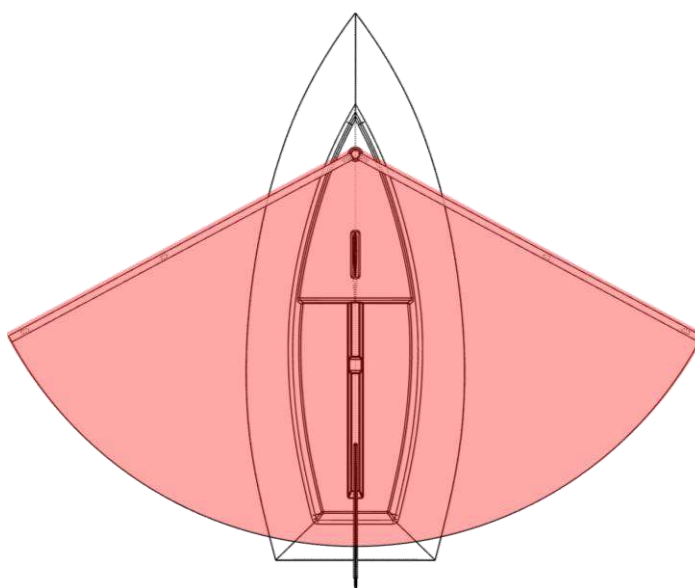


Figura 18. Amplitude do movimento da retranca

2.9.2 Desvirar o barco

Se em algum momento a força exercida pelo vento na vela for superior à força de resistência da bolina, o barco poderá virar (LARSSON, 2000). Isto é, os elementos submersos (leme, bolina e casco) passarão a estar acima da superfície, enquanto o convés, cana de leme, mastro, retranca e vela ficarão submersos. Existe uma manobra a ser realizada pelo velejador para retornar o barco à posição inicial (VIEIRA, 2006), porém, ela assume que o usuário possui plena capacidade física e cognitiva. Ao longo da pesquisa não foi encontrada nenhuma referência sobre método a ser implementado por atletas de vela adaptada para desvirar o barco.

2.10 Exigências cognitivas da vela

Durante o levantamento de dados tivemos a oportunidade de entrevistar o atleta federado da classe 2.4mR Antônio Nuno Santa Rosa, as suas opiniões, junto à aplicação do método de observação participante mencionado por Silva (2013) permitiram maior entendimento dos elementos que requerem atenção constante.

A vela é um esporte que por estar ligado ao mar, as vezes é relacionado ao relaxamento e lazer, porém, a atividade de velejar tem uma forte exigência cognitiva. O velejador precisa estar atento, quase constantemente às condições do vento, sua força, direção e possíveis mudanças. Para medir a direção, no Dingue normalmente se usa um indicador de vento (biruta). Já para medir a força pode ser usado um anemômetro, porém esses equipamentos não são usados comumente pelos usuários do Dingue. Já a predição de possíveis mudanças no vento vai depender da experiência do velejador pois envolve questões empíricas e de conhecimento do local.

O velejador também precisa se assegurar de que o perfil formado pela vela é adequado para o aproveitamento do vento, para isto utiliza-se um instrumento chamado Biruta da vela. São duas tiras de tecido com cores diferentes que se colocam coladas na vela, muito perto uma da outra, porém, em faces diferentes. Se as duas tiras ficarem paralelas, o fluxo de vento está passando de igual forma nas duas faces da vela, o que é o ideal. Caso alguma das tiras esteja se movimentando diferente da outra, é sinal de que o perfil não está tendo um desempenho ótimo.

Um outro fator importante que requer atenção do velejador são as condições do tempo. Normalmente as mudanças acontecem em períodos longos o suficiente para o velejador tomar providencias, porém, quanto antes for identificada uma variação desfavorável do tempo, mais chances terá o atleta de se manter seguro.

Já que o rumo é traçado e seguido mentalmente, é de suma importância que o velejador verifique que a embarcação está no curso desejado, lembrando que não há caminhos predefinidos na água, o velejador deverá triangular a sua posição, o seu ponto de referência e o seu ponto de chegada para conferir se está indo na direção certa.

Por último, o velejador deverá se assegurar que não está em rota de colisão com outros barcos, e caso esteja, tomar providências imediatas para evitar acidentes. As manobras para evasão e normas sobre preferência são discriminadas no regulamento da regata.

2.11 Público Alvo

Como já definido anteriormente, este projeto visa permitir a usuários portadores de alguma deficiência motora dos membros inferiores, o uso confortável e autônomo do veleiro Dingue. Ao longo do desenvolvimento iremos assumir que este usuário possui plena capacidade física dos membros superiores e cognitivas. Este critério foi estabelecido para diminuir a complexidade do projeto, devido ao seu prazo de finalização e à ampla variação entre as patologias que causam perda da mobilidade dos membros inferiores. Definimos também que o controle do barco deverá ser alternado de posição seguindo as preferências do usuário, isto visando a atender destros e canhotos de forma confortável. Ao longo da pesquisa e desenvolvimento utilizamos valores de referência apontados por Iida (2005 *apud* COUTO, 1995, p.122) e NBR 9050 (ABNT, 2004).

Devido à falta de contato com atletas de Vela adaptada se fez necessário recorrer à pesquisa bibliográfica para conhecer melhor a relação entre o usuário e a atividade. Para isto foi de vital importância a consulta ao material disponibilizado pela Us Sailing (2018), o estudo desenvolvido por Callenfels et al. (2016) sobre assento para barco adaptado e recorrentes visitas à plataforma Youtube onde foram encontrados vídeos sobre montagem e desmontagem dos equipamentos, acesso e características da velejada.

2.11.1 Cinto de segurança

Como apontado por Callenfels et al. (2016) durante a velejada o corpo do usuário sofre uma inclinação correspondente à inclinação do barco. No caso do Dingue, existe a possibilidade de esta inclinação, ou movimentos súbitos, projetarem o corpo do usuário para fora do cockpit. Portanto consideramos muito necessário o uso de cinto de segurança.

Para entender as principais características e aplicações do cinto de segurança para usuários de cadeira de rodas foi consultado Rehabilitation Engineering Research Center (2006) e encontramos que os cintos estão divididos em dois grupos. Os cintos que prendem as extremidades superiores conforme Figura 19, estes são indicados para usuários que não possuem total controle dos membros superiores já que estabilizam todo o movimento do tronco e extremidades, a desvantagem deles neste projeto é que limitam o movimento do usuário, podendo impedir a realização da tarefa.



Figura 19. Cinto de segurança Torácico. Fonte: <https://a-static.mlcdn.com.br/1500x1500/cinto-de-seguranca-toracico-para-cadeirante-jaguaribe/sunnype/910/9c9783d77d6e1149c8e1b0216f96e040.jpg>

Temos então o segundo grupo: cintos que prendem a lombar e extremidades inferiores. Dentro de este conjunto encontramos o cinto pélvico (figura 20) que tem três pontos de fixação, dois na lateral da bacia e um entre as pernas, e o cinto subabdominal que é o mais simples tendo dois pontos de fixação da lateral da bacia. Já que o usuário precisa ter plena mobilidade nos membros superiores optamos utilizar por este segundo grupo no desenvolvimento do projeto.



Figura 20. Cinto de Segurança Pélvico. Fonte: https://images-americanas.b2w.io/produtos/01/00/sku/26000/2/26000257_1GG.jpg

2.11.2 Métodos de transferência

Segundo Us Sailing (2018) o acesso do usuário ao barco adaptado é um ponto crítico da atividade. Isto se deve a que existem vários elementos que dificultam o embarque e desembarque, entre eles a relação entre o píer e a borda do barco. Também o grau de limitações de movimentos do usuário vai influenciar no método utilizado. Para adequar as informações ao nosso cenário de projeto, foi consultada a NBR 9050 (ABNT, 2004)

O primeiro método e talvez o mais comum dos encontrados é transferir o usuário carregado nos braços conforme a Figura 21. Este método é recomendado para casos em que o usuário possui pouco controle dos membros superiores ou não tem acesso a equipamento auxiliar. Este método não oferece

autonomia ao usuário e apresenta vários riscos já que a estabilidade dos ajudantes poderia falhar devido ao peso que estão carregando, ou poderia faltar força nos braços momentaneamente, provocando em qualquer caso uma queda do usuário.



Figura 21. Transferência do usuário em braços. Fonte: US Sailing 2018

Nos casos em que a borda do barco ficar nivelada ao píer e o usuário possuir plena capacidade física dos membros superiores, ele poderá de forma autônoma acessar à embarcação conforme Figura 22, precisando de ajuda só para manter a posição do barco e da cadeira. Esta opção, porém, não é recomendada para usuários iniciantes.



Figura 22. Usuário acessando de forma autônoma ao barco. Fonte: Us Sailing, 2018

Em casos em que o barco não esteja nivelado com o píer, o usuário poderá usar uma rampa como elemento auxiliar da transferência (Figura 23). Recomenda-se o uso deste método sempre que possível já que oferece autonomia sem colocar em risco a integridade física.



Figura 23. Rampa de transferência. Fonte: Us Sailing, 2018

2.11.3 Necessidades gerais

Ao longo da pesquisa observamos que há alguns fatores em comum entre os barcos de vela adaptada que revelam as necessidades gerais dos usuários. A primeira necessidade detectada foi o acomodamento do usuário no convés da embarcação. No caso do Dingue, o convés é projetado para acomodar uma pessoa que consegue, sem auxílio de terceiros ou equipamentos, sentar-se na borda, fazer contrapeso e evadir a retranca se agachando enquanto muda de lado no barco. Já um atleta de vela adaptada precisa de um espaço, preferencialmente fixo, que possa acomodá-lo de forma confortável e que permita que todas as atividades referentes à velejada, sejam executadas de forma fácil e efetiva sem grandes mudanças de posição.

Uma segunda necessidade geral detectada foi na localização dos elementos de controle da embarcação. Os controles do Dingue estão dispostos de forma que só podem ser eficientemente utilizados se o usuário estiver posicionado de frente para a linha de centro, precisando este mudar de bordo dependendo da posição da vela. Para olhar no sentido da proa é necessário um movimento de rotação do pescoço.

No caso do público alvo desde projeto, as limitações de movimento dentro da embarcação trazem a necessidade de dispor os controles de forma a que sejam acessíveis desde uma posição fixa e que não obrigue a realizar movimentos que possam causar fadiga ou desconforto.

2.11.4 Necessidades específicas

A partir das informações obtidas através das entrevistas, leituras e material audiovisual foi gerada uma lista de necessidades específicas que deverão ser atendidas por este projeto. Dita lista foi dividida em três grupos, sendo o primeiro de necessidades físicas, o segundo de necessidades cognitivas e o terceiro de necessidades do esporte.

Necessidades físicas

- Acomodar-se na embarcação
- Apoio para cabeça, costas, coxas e pernas
- Impedir que os membros sem mobilidade controlada pelo usuário balancem conforme o movimento do barco.
- Controlar a embarcação por meio de movimentos que possam ser realizados por longos períodos.
- Oferecer ao usuário a maior amplitude possível do campo de visão.
- Permitir que uma das mãos possa ficar livre da sua função por alguns instantes.
- Impedir que a retranca colida com o corpo do atleta.
- Impedir que o usuário saia acidentalmente do espaço destinado a sua acomodação.
- Facilitar o embarque e desembarque.

- Poder variar a posição dos controles dos elementos de navegação para atender usuários destros e canhotos.

Necessidades cognitivas

- Manter o sistema de controle da embarcação reconhecível.
- Tornar os movimentos de controle do leme congruentes com a direção em que se deseja navegar
- Permitir checagem visual do funcionamento da embarcação.
- Transmitir a sensação de conforto e segurança.
- Conferir autonomia para realizar as atividades de navegação.
- Permitir a identificação dos cabos e suas funções no barco.
- Evitar que hajam ruídos ocasionado por atrito entre partes do barco e do cockpit.

Necessidades do esporte

- Permitir a mudança do curso da embarcação através do leme.
- Permitir a regulação da captação de vento através da escota.
- Permitir a visualização dos elementos auxiliares à navegação (birutas)
- Permitir a checagem visual do perfil da vela.
- Permitir a orientação visual sem que seja necessária uma mudança posição no barco.

2.12 Pesquisa de Similares.

A pesquisa de similares aconteceu em quatro momentos analisando separadamente aspectos que posteriormente se uniriam para dar forma ao produto. Em um primeiro momento foram analisadas as adaptações projetadas e implementadas por pessoas não vinculadas à empresas fabricantes de barcos. Este foi o ponto de partida pois permitiu conhecer as necessidades mais básicas do usuário. O segundo momento da pesquisa teve como objeto dois barcos adaptados com características similares ao Dingle trazendo grande aprendizado sobre princípios de solução aplicados ao controle do leme e vela. O terceiro momento teve seu foco na postura a ser assumida pelo corpo durante a velejada, foram levantados e analisados simuladores de Fórmula 1 e Handbikes para entender como manter o corpo em uma posição semideitado. Por último analisamos só assentos para identificar formas e perfis compatíveis interessantes ao projeto.

2.12.1 Soluções implementadas pelos usuários

Quando o princípio de solução é projetado e implementado pelo próprio usuário, ou alguém próximo dele, vemos refletida no resultado uma necessidade muito latente daquela pessoa para quem está sendo feita a adaptação. Apesar das adaptações feitas por usuários na maioria dos casos não tentarem solucionar um problema coletivo, observamos que há pontos de convergência. A pesquisa de similares, teve como ponto de partida um destes pontos, o assento.

É um fator determinante no projeto a necessidade do usuário se acomodar na embarcação sem precisar usar a força dos membros inferiores do corpo. Pensando nisso começamos nossa pesquisa analisando assentos adaptados por pessoas não vinculadas a empresas fabricantes de barcos, para assim conhecer as necessidades mais básicas do usuário.

Na Figura 24 e Figura 25 observamos que há uma preocupação com o revestimento das superfícies do assento, sendo estas antiderrapantes. Este cuidado evita que o usuário escorregue quando o barco adernar e aumenta a sensação de conforto e segurança.



Figura 24. Assento com revestimento antiderrapante 1. Fonte: Us Sailing (2018)



Figura 25. Assentos com revestimento antiderrapante 2. Fonte: Us Sailing (2018).

Também observamos que os assentos nem sempre são posicionados no sentido da proa (Figura 26), e alguns sistemas tentam compensar a inclinação do barco permitindo que o usuário mude de bordo por meio do movimento do assento conforme a figura 27.



Figura 26. Assento posicionado de frente para um bordo. Fonte: Us Sailing (2018)



Figura 27. Assento móvel. Fonte US SAILING 2018

Também notamos a necessidade de ter cinto de segurança e abas laterais no assento conforme a Figura 28 isto permite conter os movimentos involuntários dos membros do corpo quando o barco estiver inclinado. Em alguns casos há inclusive apoio para as pernas o que reflete uma das necessidades específicas apontadas anteriormente.

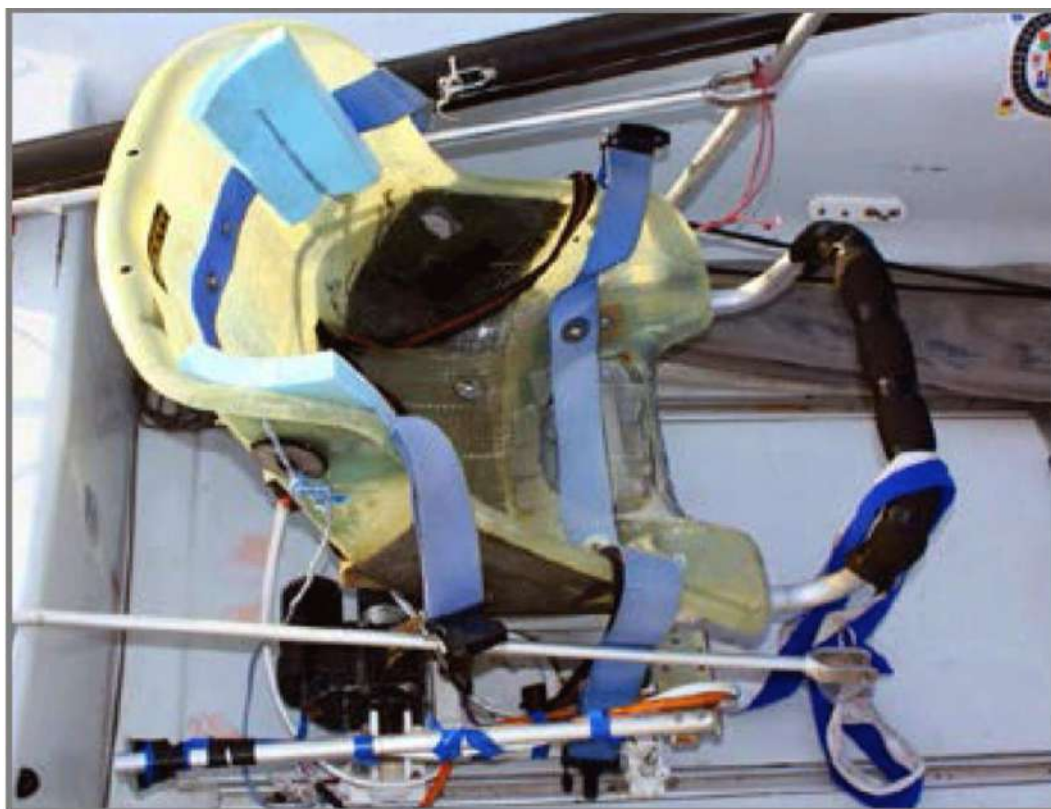


Figura 28. Assento com cinto de segurança. Fonte: Us Sailing (2018)

Apesar de ter resultado em conclusões importantes para o entendimento do problema de projeto, os similares anteriormente analisados têm um ponto em comum que os afasta do Dingue. São soluções implementadas em veleiros de maior porte onde, além das restrições de espaço serem diferentes, também há diferenças nos sistemas de controles e comportamento da embarcação. Ademais nesse tipo de barcos normalmente há mais de um tripulante, e este poderá assumir o controle da embarcação caso necessário.

2.12.2 Barcos adaptados de pequeno porte.

Para ter uma melhor noção dos princípios de solução aplicados em barcos mais próximos do Dingue foi realizada uma segunda pesquisa de similares atendendo aos critérios seguintes:

- Barcos adaptados fabricados por empresas ou com classe definida.
- Máximo de dois tripulantes.
- O velejador tem total autonomia para controle da embarcação.
- A adaptação no barco inclui um assento.

Nesta pesquisa se destacaram dois barcos, o Hansa Liberty (Figura 29) e o 2.4mR (Figura 30) cuja classe participa de eventos paralímpicos . Hansa é uma empresa de origem australiana que fabrica barcos adaptados entre eles o Skud 18 que também é uma classe paralímpica. A escolha do modelo Liberty se deu porque acreditamos ser o modelo que mais se assemelha ao Dingue em termos dimensionais, além de reunir os mais relevantes princípios de solução para montagem, desmontagem e navegação.



Figura 29. Veleiro Hansa Liberty. Fonte: www.baads.org



Figura 30. Veleiro 2.4mR. Fonte: cortesia Antônio Nuno Santa Rosa

2.12.3 Classe 2.4 mR

Segundo o Antônio Nuno Santa Rosa atleta federado da classe 2.4mR e representante do Brasil nas paraolimpíadas do Rio 2016, a navegação deste barco pode ser considerada de alta complexidade quando comparada com o Dingue pois o barco possui duas velas e múltiplas regulagens. Porém, assumimos que se um princípio de solução aplicado em um sistema complexo funciona satisfatoriamente, ele tem possibilidades de se adequar a um sistema mais simples.

2.12.4 Controle do Leme

No 2.4mR o leme pode ser acionado tanto com os pés quanto com as mãos. Para o nosso projeto o controle com os pés não é relevante, então focaremos no sistema de controle manual. Nesse caso o barco é controlado por um sistema de alavanca (joystick) que fica posicionado no meio do painel de controle, na linha de centro do barco (figura 31). Os movimentos do manípulo são transmitidos por um sistema de cordame ligado ao corpo do leme. Uma particularidade sobre o controle direcional do 2.4mR é a incongruência entre o movimento realizado pelo usuário e o movimento resultante da embarcação. Ou seja, se o velejador mexer o manípulo à bombordo, o barco inclinará na direção de boreste.



Figura 31. Controle do Leme no veleiro 2.4. Fonte: cortesia Antônio Nuno Santa Rosa

Na entrevista tomamos conhecimento de que não há nenhuma regra que discrimine o uso de revestimento no controle, porém, em todos os barcos observado há presença de materiais antiderrapantes cobrindo o eixo do joystick.

2.12.5 Controle da Vela

O controle da vela se dá da mesma forma que em embarcações convencionais, através de moitões e mordedores que direcionam a passagem dos cabos. Com este sistema, o usuário puxa ou solta cabos para regular os componentes. As ferragens da escota da vela mestra são posicionadas na retranca o mais longe do mastro possível, aumentando o momento da força realizada e reduzindo esforço necessário para seu controle. Um detalhe interessante sobre o painel de controle, é que os elementos estão espelhados a partir da linha de centro, ficando assim acessíveis ao usuário quando o barco está muito adernado e atendendo as preferências da mão dominante.

2.12.6 Postura.

No 2.4mR o usuário ocupa o espaço que existe entre o casco e o convés (Figura 32) permanece sentado com as pernas estendidas e as costas retas perpendiculares à linha d'água do barco. Os elementos de controle da navegação ficam na altura aproximada dos ombros, e a parte frontal do corpo fica orientado na direção da proa. Só a cabeça aparece acima da linha do convés, ficando próxima da passagem da retranca.



Figura 32. Vista lateral do cockpit do veleiro 2.4mR. Fonte:

<http://www.gaviayachts.com/Gavia-Images/boatwithman.jpg>

2.12.7 Segurança.

Para evitar que o barco pudesse virar causando lesões ao usuário, foi colocado um peso superdimensionado na quilha. O peso do casco com mastreação e ferragens, fica em torno dos 250kg e só comporta um tripulante. Isto permite o atleta aproveitar condições de vento forte, sem o risco de virar. Caso a força do vento for além do comportado pelo barco, o usuário conta com sistema de regulagem da área velica, podendo reduzir drasticamente o efeito sobre a embarcação. Durante a pesquisa observamos a implementação de cinto de segurança, porém, em todos os casos, esta modificação fica por conta do usuário e não do fabricante.

2.12.8 Classe Hansa Liberty

O Hansa Liberty é um barco que comporta um tripulante. Não tivemos contato com o barco físico, porém consideramos sua navegação mais complexa do que a do Dingue já que possui duas velas. Por ter uma proposta de Design Universal, os sistemas de controles são simplificados e não há tantas possibilidades de regulagem quanto no 24mR.

2.12.9 Controle do leme

O controle do leme acontece por meio de um sistema de alavanca (joystick) que fica posicionado entre as pernas do usuário, na linha de centro e fixado na parede da caixa de bolina (figura 33). O movimento realizado pelo usuário é congruente com o movimento resultante da embarcação, ou seja, se o leme é movido para boreste, o barco irá girar na direção de boreste. Diferente do Dingue, o Hansa Lyberty possui dois lemes, o que permite que o usuário tenha maior controle da embarcação nos momentos em que esta se encontra adernada pela ação do vento. O controle se dá por um sistema de passagem de cabos similar ao 2.4mR.



Figura 33. Controle do leme no Hansa Liberty. Fonte <https://hansasailing.com>

2.12.10 Controle da vela

O controle da vela é feito da mesma forma que no 2.4, puxando e soltando cabos regulados e direcionados por moitões e mordedores. Porém as ferragens da escota da vela mestra são posicionadas ao contrário, ficando o ponto de carga mais perto do mastro. Porém pelo diâmetro e espessura do perfil da retranca, e o método de fixação da mesma no barco, podemos assumir que está projetada para receber menos esforço mecânico do que no Dingue e no 2.4mR.

2.12.11 Postura

O convés do Hansa Liberty acomoda o tripulante de forma similar ao 2.4mR, sentado com as costas retas, perpendicular à linha d'água do barco (Figura 34). Ele precisará ficar com as pernas estendidas e abertas passando ao redor do controle do leme e a caixa de bolina que ficam tangentes à linha de centro. O espaço é aberto e seu corpo fica acima da linha do convés a partir da altura do peito aproximadamente. Os elementos de controle da navegação encontram-se embaixo da linha dos ombros.



Figura 34. Postura no Hansa Liberty. Fonte <https://degrouster.nl/sport>

2.12.12 Segurança.

Para evitar ter problemas de estabilidade, o barco é equipado com uma bolina retrátil cujo peso junto ao casco é de 150kg, além de um sistema de regulação da área velica, podendo reduzir drasticamente a captação de vento em casos em que força do mesmo for além do comportado pelo barco.

À venda no site do fabricante, encontramos algumas implementações de cinto de segurança usando tiras de velcro fixada no próprio assento (figura 35). Isto confirma a necessidade de evitar movimentos involuntários no corpo do usuário durante a velejada.



Figura 35. Cintos de segurança disponíveis para o Hansa Liberty. Fonte: <https://hansasailing.com>

A análise destes similares apontou princípios de solução muito eficientes que serviram de referência para o posterior desenvolvimento do produto. Principalmente nos sistemas de controle do leme e vela. Já na postura, as restrições dimensionais no Dingue não permitem que o usuário fique sentado do jeito convencional e nos obriga a realizar uma terceira pesquisa de similares, para identificar produtos que acomodem o corpo em uma postura compatível com as necessidades do projeto. Em termos de segurança, os dois barcos são projetados visando eliminar o risco de virar e vale lembrar que no Dingue, virar é parte normal da velejada. Consequentemente, se faz muito difícil aproveitar, no contexto deste projeto, os princípios de solução encontrados nos aspectos referentes à estabilidade. Porém a implementação do cinto de segurança confirma a necessidade deste tipo de elementos.

2.12.13 Posturas similares

Antes de procurar por produtos similares, foi necessário definir uma possível postura a ser adotada como referência. Como resultado da busca por esta postura foi criada uma relação entre três elementos que estabeleceram as diretrizes da pesquisa posterior.

O primeiro deles é o cockpit do barco 2.4mR analisado anteriormente (Figura 36). O segundo é uma postura indicada por (LEHMANN apud IIDA, 2005, p.151) como de máximo relaxamento de um corpo flutuando na água (figura 37). E o terceiro é o cockpit dos carros de Fórmula 1 (Figura 38). A postura do corpo semideitado permitiria que o usuário controlasse a embarcação com os braços mantendo o rosto orientado na direção da proa, e longe da passagem da retranca.

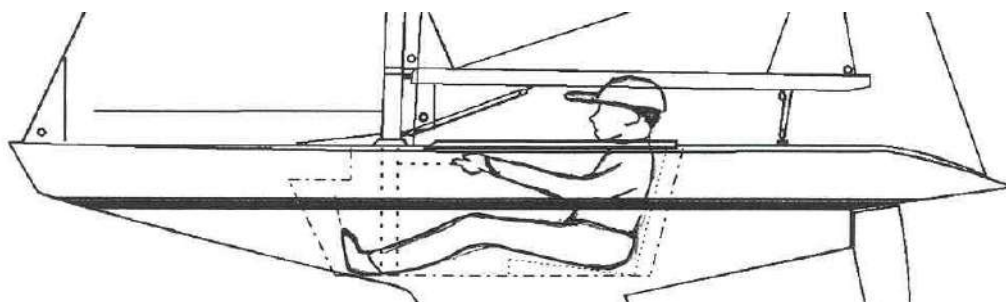


Figura 36. Postura no cockpit do veleiro 2.4. fonte Regra da classe

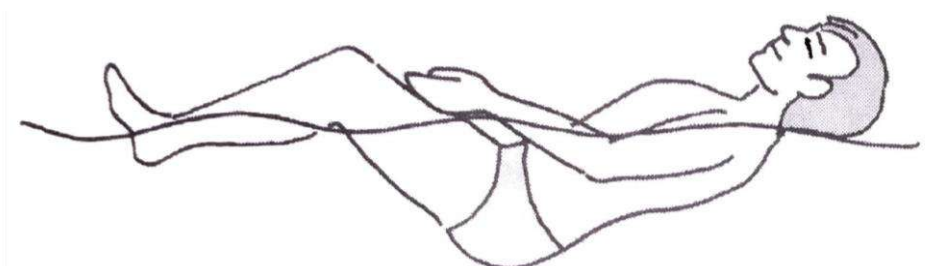


Figura 37. Postura de relaxamento máximo. Fonte Iida (2005)

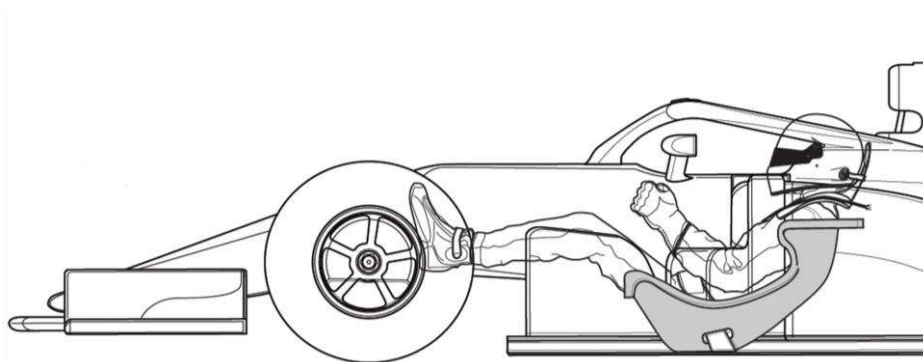


Figura 38. Postura condutor formula 1. Fonte <https://motorsport.tech/formula-1>

A partir desta relação foram procurados produtos que comportassem as pessoas em uma postura similar aos pilotos de Fórmula 1. Dentro de esta nova restrição enquadramos:

- Handbike.
- Cockpit Gamer.

2.12.14 Handbike

Procurando entre os esportes praticados por atletas sem mobilidade nos membros inferiores encontramos o Handbike, um triciclo com duas rodas traseiras onde o usuário realiza a propulsão da bicicleta pelo acionamento manual de um sistema de manivela. Analisamos o modelo Racebike 2017 da fabricante Wolturnus e observamos que para evitar o atrito aerodinâmico, o atleta fica quase deitado, com uma inclinação na articulação do pescoço que possibilita enxergar o caminho à frente. A Figura 35 apresenta uma análise visual dos princípios de solução apontados como interessantes ao projeto. Entre eles estão:

- Revestimento acolchoado para apoio de cabeça
- Regulagem de inclinação para apoio de cabeça
- Cinto de segurança usando fitas de velcro
- Apoio para os pés com posição regulável

Apesar de apresentar soluções interessantes, a postura do corpo na Handbike se distancia do parâmetro estabelecido como referência neste projeto.

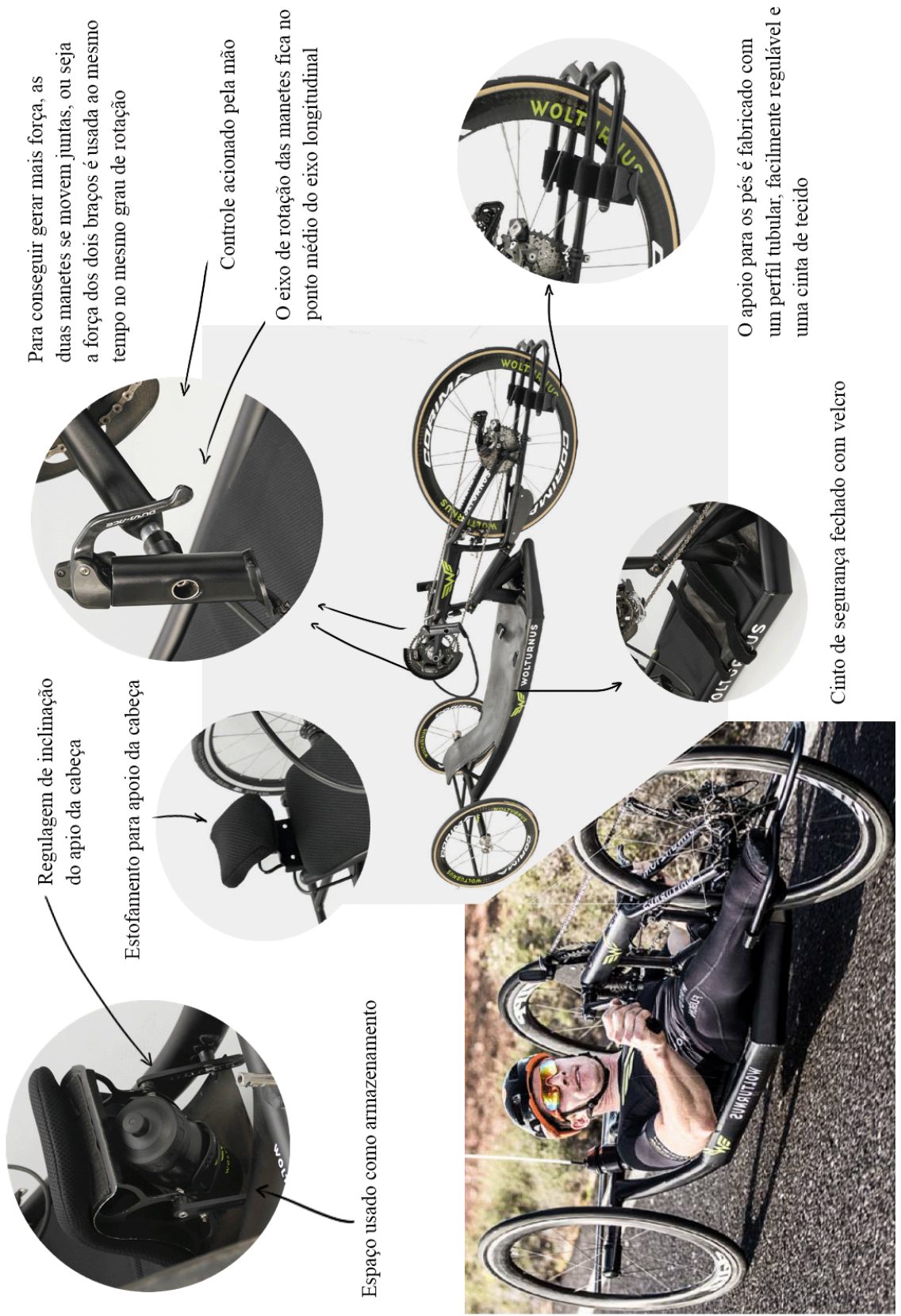


Figura 39. Análise visual de princípios de solução HandBike. Fonte: <https://wolturnus.dk/en/products/sports-wheelchairs/racebike/>

2.12.15 Cockpit Gamer

Os assentos de carros de Fórmula 1 são peças personalizadas e as características do seu Design não ficam disponíveis para consulta. Porém, há simuladores de esta atividade que tentam recriar o ambiente das corridas e as sensações do piloto. Esses simuladores apresentam ajustes são de grande interesse para nosso projeto, assim como as curvas do perfil das cadeiras no plano sagital de simetria (IIDA, 2005).

2.12.16 Playseat F1 modelo Aston Martin.

O primeiro simulador analisado é fabricado pela empresa Playseat. No modelo Aston Martin (Figura 40) encontramos regulagens na inclinação e altura do painel de controle, e na inclinação e posição do apoio para os pés. Observamos um revestimento acolchoado em toda a superfície de apoio das coxas, costas e pescoço. Também foi extraída uma aproximação da curva de perfil.

2.12.17 Rseat modelo V2

Neste simulador (Figura 41) chama a atenção a configuração do assento. Conhecido como formato de balde, este tipo de assento satisfaz muitas das necessidades de projeto referentes à conforto e segurança, já que sua forma é propensa a conter os movimentos involuntários do corpo sem causar desconforto.

Na configuração deste cockpit observamos, além das regulagens de painel de controle e apoio para pés, uma regulagem do posicionamento do assento

2.12.18 Vesaro 1

O cockpit Vesaro (Figura 42) apresenta princípios de solução mais adequados ao nosso projeto em termos de forma e processo de fabricação. O assento tipo balde responde as exigências de segurança, e a fabricação do produto usando métodos e materiais próprios da indústria náutica favorece a sua viabilidade de produção. Neste modelo observamos um apoio acolchoado para cabeça e furações no corpo do assento que servem como passagem para os cintos de segurança. A base do assento permite a regulagem da inclinação e altura dele.

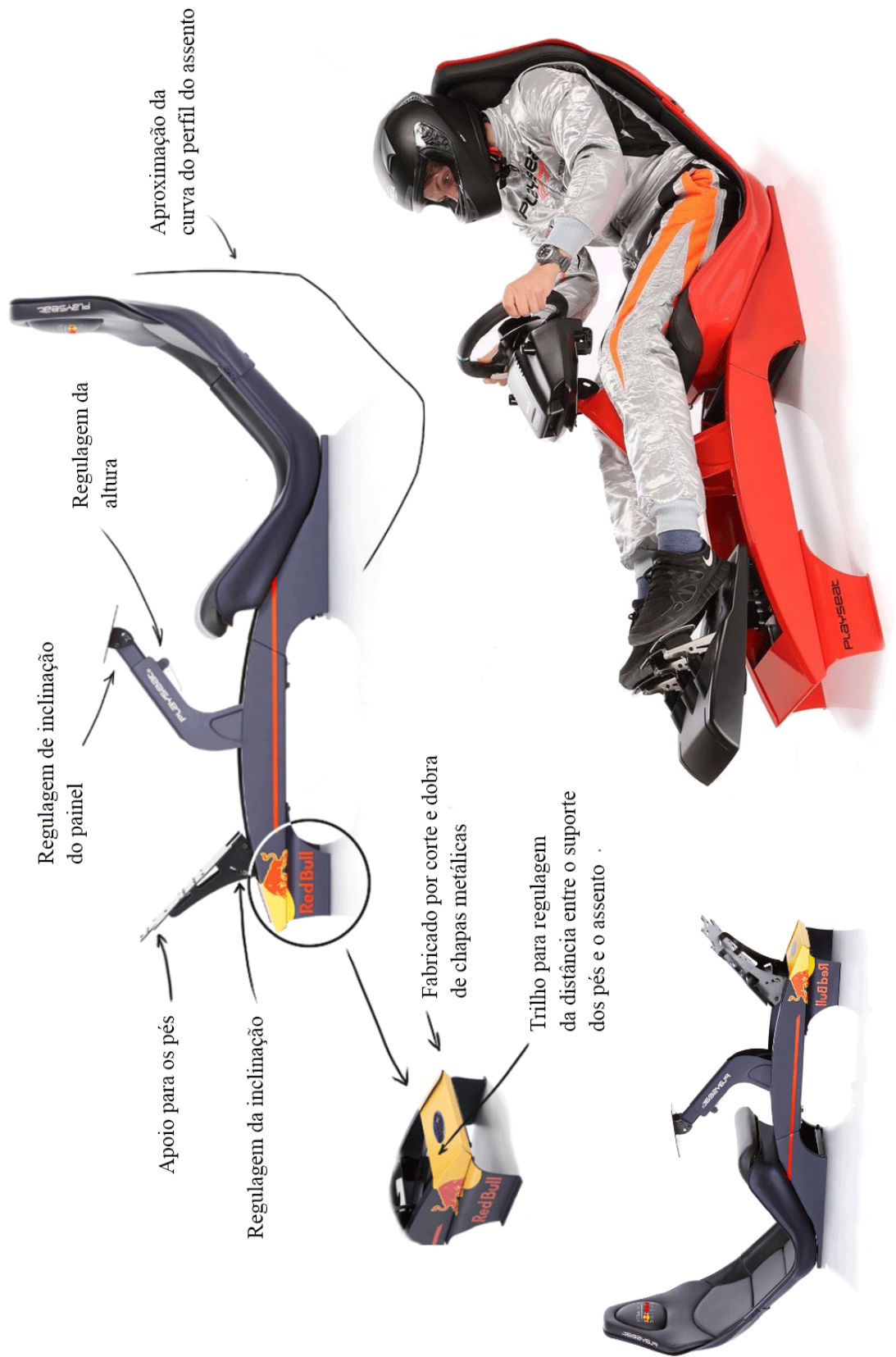


Figura 40. Análise visual de princípios de solução Simulador de Fórmula 1 Playseat. Fonte: <https://www.playseatstore.com/f1-aston-martin-red-bull-racing-new.htm>



Figura 41. Análise visual de princípios de solução cockpit Gamer Rseat. Fonte: <http://www.rseat.net/formula-cockpit/rs-formula-v2-red/>

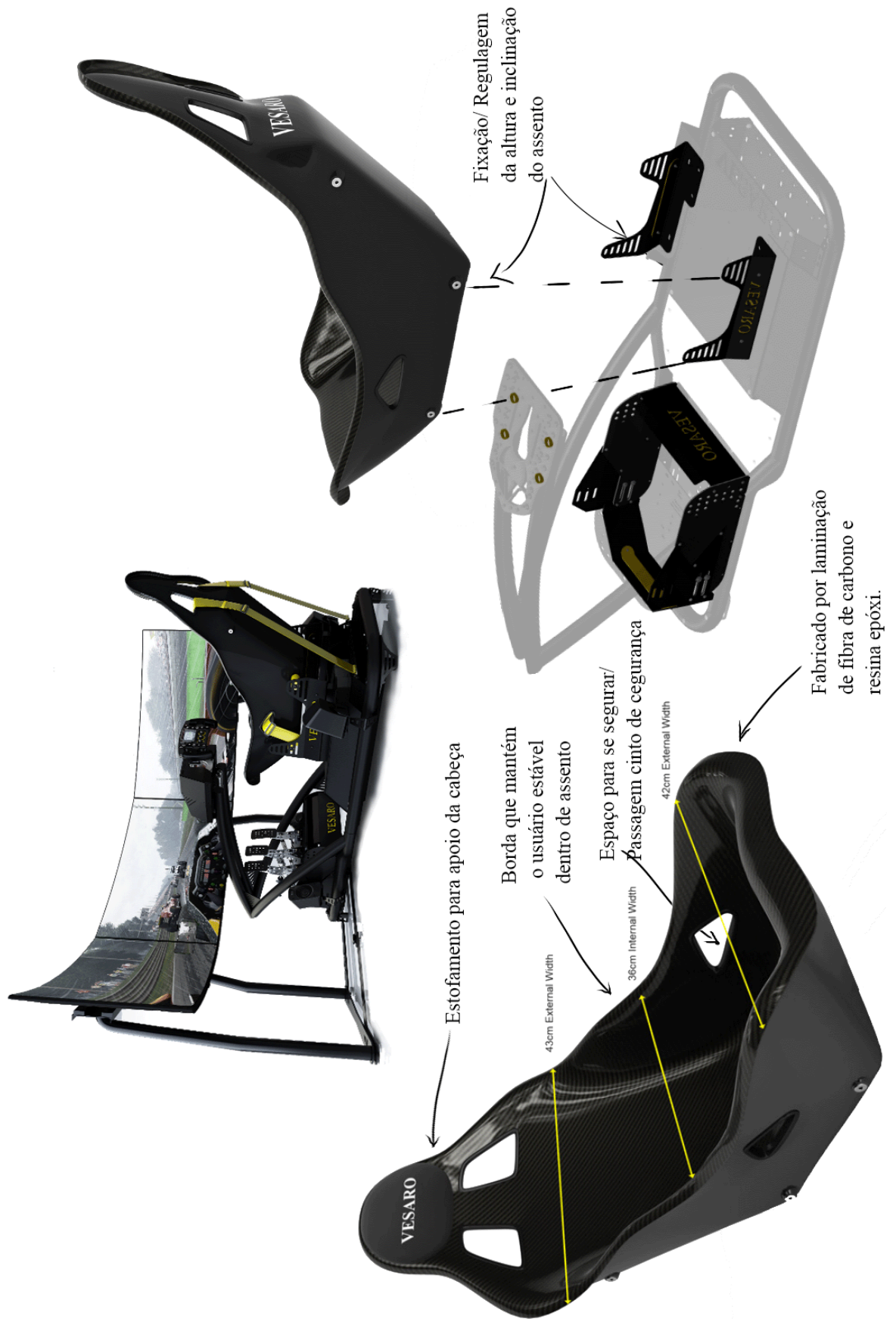


Figura 42. Análise visual de princípios de solução cockpit Vesaro. Fonte: <https://www.vesaro.com/store/pc/configurePrd.asp?idproduct=360&qty=1>

2.12.19 Similares de forma

Apesar da necessidade de elementos de controle da navegação, o último momento da pesquisa de similares foca no assento, pois é o elemento de maior interação com o usuário. Seguindo a linha do cockpit Vesaro 1 procuramos assentos com formato de balde que se ajustassem formalmente aos processos de fabricação da indústria náutica. Assim analisamos em primeiro lugar alguns modelos da empresa Tillet, fabricante de assentos para carros de corrida. E posteriormente, na cadeira Eames Lounge Chair classificada como mobiliário doméstico.

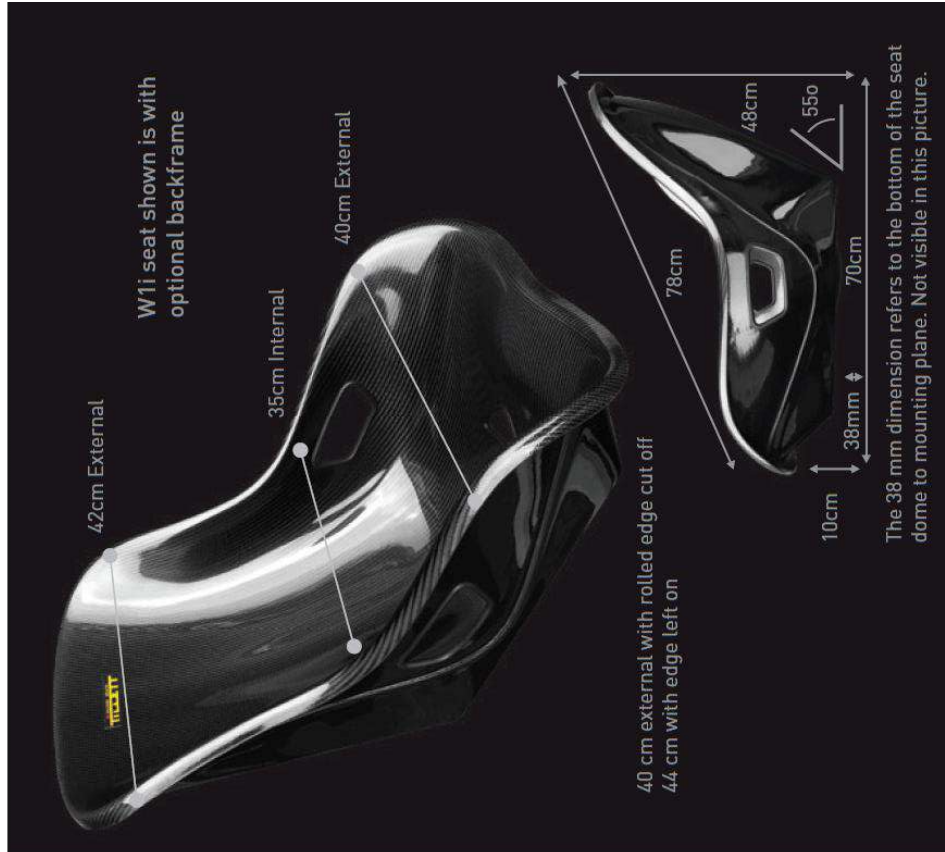
2.12.20 Assentos Tillet B4, TR1 e W1K.

Neste último momento da pesquisa o interesse principal é entender e testar as relações dimensionais dos perfis. Nos modelos analisados (figura 43) observamos como variações de grau e distância influenciam na forma do assento e a postura do usuário. A análise destes modelos foi de grande ajuda como referência visual já que sua forma é resultante de um processo de fabricação da indústria náutica.

2.12.21 Protótipo Eames Lounge Chair.

O último produto a ser analisado na pesquisa de similares é um protótipo da cadeira Eames Lounge Chair (Figura 44). A cadeira é fabricada a partir de três chapas moldadas de compensado, o que nos incitou a pensar na possibilidade de dividir o assento em vários elementos. O jeito como as chapas são conformadas no espaço para criar apoio para o corpo, confere à composição uma beleza e harmonia formal inspiradora para nosso projeto, já que os processos de fabricação da indústria náutica conseguem com facilidade produzir superfícies com curvaturas similares.

Outros princípios de solução que chamam a atenção são, a base fabricada a partir de perfis tubulares de aço, o sistema de fixação das chapas de compensado e o perfil do assento, usado posteriormente como ponto de partida para testes ergonômicos.



Tillet B4
Tillet TR1

Tillet W1K



Figura 43. Análise assentos de corrida Tillet. Fonte: <https://www.tillett.co.uk/>



Figura 44. Análise visual do protótipo da cadeira Eames Lounge Chair. Fontes: (1) <https://www.eamesoffice.com/blog/celebrating-ray-eames-birthday/ray-eames-in-eames-lounge-chair-prototype-web/> (2) <https://designobserver.com/feature/how-do-you-solve-a-problem-like-the-eameses/24008/>

2.13 Análise de dados.

Ao longo da pesquisa conseguimos um volume de dados que sustentaria o posterior desenvolvimento do produto. O problema é que esses dados não chegaram de forma organizada e estruturar a informação afim de definir oportunidades de projeto é uma tarefa árdua e que pode ser comprometida pela parcialidade do pesquisador. Para evitar isto foi realizada uma dinâmica de grupo coordenada pelo orientador do projeto e com participantes ligados à área de Design. Em um primeiro momento foi apresentada a pesquisa por meio de slides, paralelamente, os participantes fizeram anotações dos pontos que acharam mais relevantes.

Num segundo momento da dinâmica (Figura 45) todas as anotações foram colocadas juntas para de que pudéssemos filtrar as informações repetidas.



Figura 45. Análise de dados

Após o primeiro filtro, as informações foram sintetizadas ou reformuladas seguindo o entendimento comum e posteriormente organizadas em grupos atendendo à sua atuação no projeto.

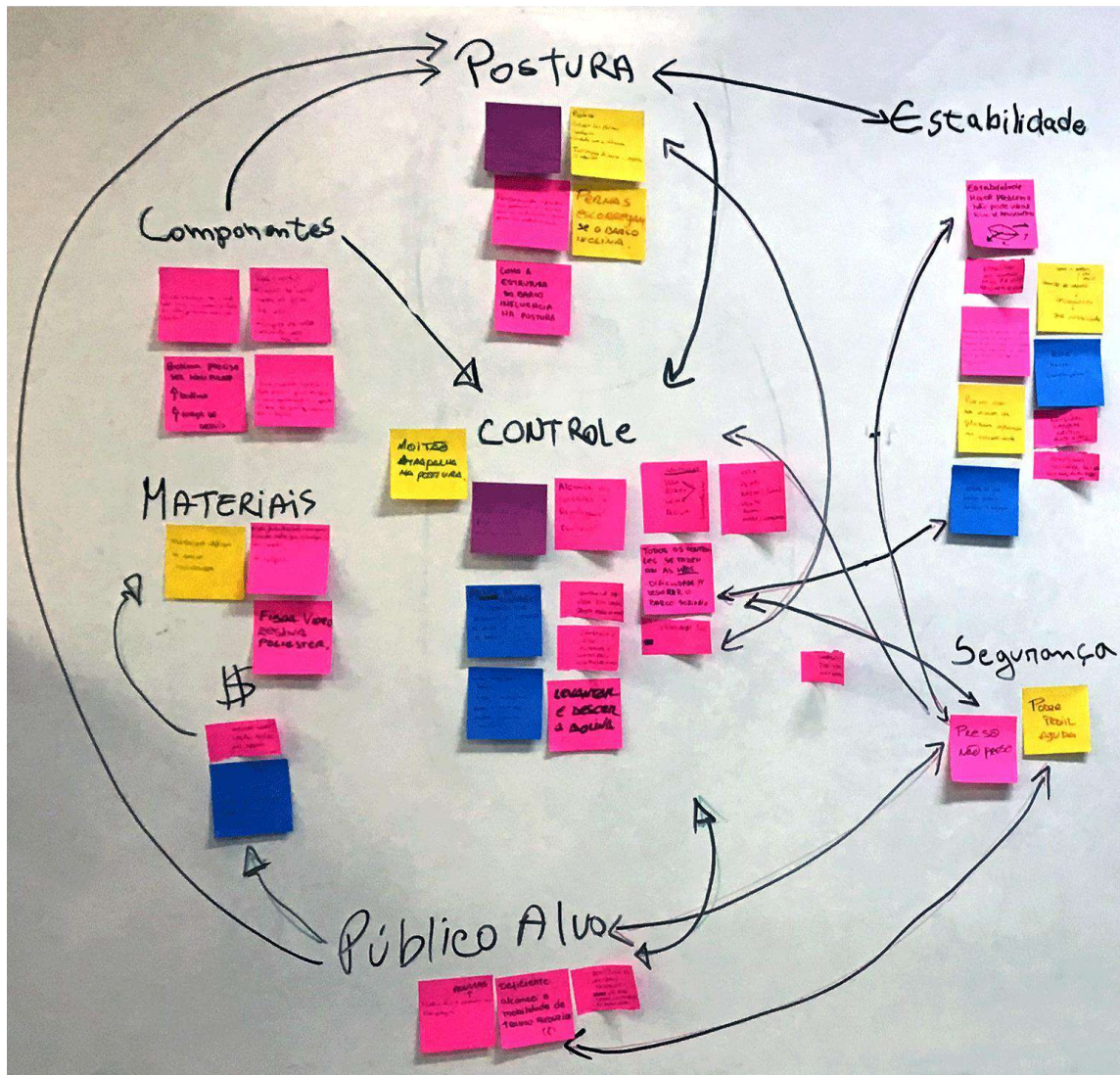


Figura 46. Conjuntos de informação e suas relações.

Com as informações sintetizadas e organizadas em conjuntos, passamos então a representar as relações existentes entre elas de forma individual gerando assim uma representação visual da relação entre os conjuntos.

No último momento, aprofundamos na relação entre os conjuntos usando critério de influência para determinar quais ações teriam mais impacto e quais conjuntos seriam afetados. O resultado desta análise está representado pelo diagrama a seguir na Figura 47.

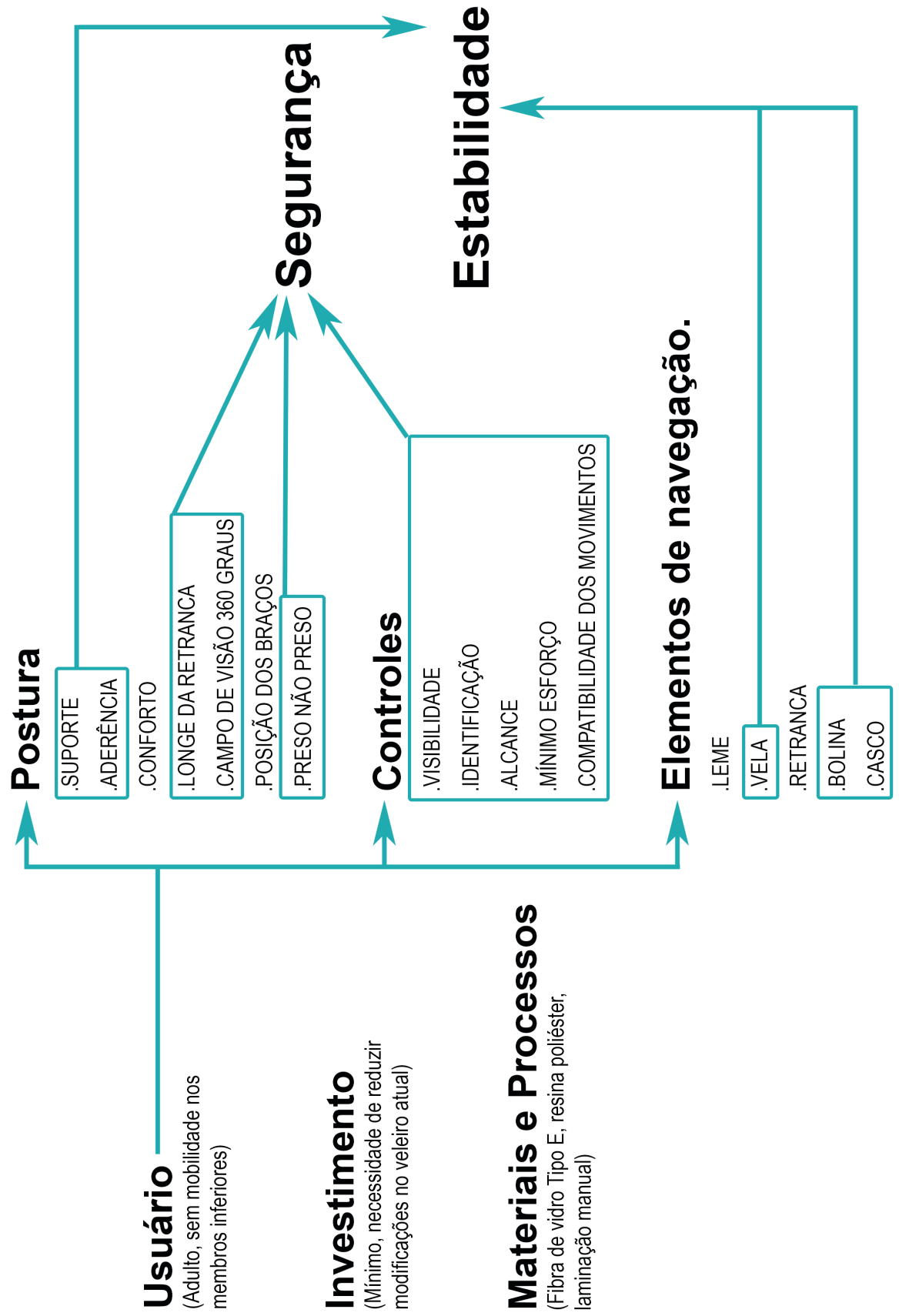


Figura 47. Diagrama de relações resultante da análise de dados.

2.14 Oportunidades de projeto

A partir da identificação dos conjuntos e suas deficiências foi formulada uma lista de perguntas no formato de “Como poderíamos?” Este método é usado para esclarecer possíveis áreas de atuação do projeto (IDEO, 2015) e foi de grande ajuda na tarefa de sintetizar as informações.

Como poderíamos posicionar no convés do Dingue, de forma estável e confortável o corpo de um atleta sem mobilidade nos membros inferiores?

Como poderíamos garantir por meio de superfícies aderentes que o usuário tenha controle da sua posição no assento?

Como poderíamos manter o corpo do usuário longe do percurso da retranca, sem sacrificar o conforto da postura e no controle da embarcação?

Como poderíamos disponibilizar ao usuário o maior campo de visão possível?

Como poderíamos posicionar os controles da embarcação para que estejam sempre visíveis e dentro da zona de conforto?

Como poderíamos configurar os controles para que seu uso seja intuitivo?

Como poderíamos conseguir que o usuário realize as tarefas da navegação aplicando o menor esforço possível?

Como poderíamos evitar que o usuário saia acidentalmente do cockpit?

Como poderíamos intervir nos elementos de navegação para tornar a embarcação mais estável?

Respondendo estas perguntas foi gerada uma lista de possíveis áreas de atuação deste projeto:

- Posicionar os controles para que estejam sempre visíveis
- Posicionar de forma estável e confortável o corpo de uma atleta sem mobilidade nos membros inferiores
- Manter o corpo do usuário longe do percurso da retranca
- Manter o usuário no assento, mas oferecer a possibilidade de sair deste rapidamente em caso de perigo
- Posicionar os controles para que estejam sempre dentro da zona de conforto do alcance
- Configurar os controles para que seu uso seja intuitivo e sua identificação seja fácil
- Permitir que o usuário consiga ter um ângulo de visão de 360 graus
- Garantir por meio de superfícies aderentes que o usuário tenha controle da sua posição no assento
- Garantir comunicação, caso necessário
- Realizar as tarefas de manobrabilidade do barco aplicando o menos esforço possível
- Intervir na configuração do Mastro da embarcação para torná-la mais estável
- Intervir na configuração da vela da embarcação para torná-la mais estável
- Intervir na configuração da bolina da embarcação para torná-la mais estável

2.15 Definição de objetivos do desenvolvimento.

A partir da análise do levantamento de dados foi gerada uma lista de possíveis áreas de atuação para o projeto, porém, por questões de prazo, não é viável tentar resolver todas. Torna-se então necessário definir quais serão as ações tomadas usando critérios de viabilidade, inclusão, custo, consumo de tempo, impacto, urgência e necessidade

Para isto, o primeiro passo foi definir os parâmetros de avaliação a serem implementados e um domínio numérico para monitorar seu comportamento. Foi importante a fim de obter um resultado coerente usar o mesmo domínio para todos, neste caso usaremos os valores inteiros que estão entre 0 e 9. Foi escolhido começar no 0 para ter a possibilidade de ignorar algum aspecto caso necessário. A continuação serão apresentados os parâmetros e suas variações nos extremos do domínio (Quadro 1).

Critério de avaliação	Classificação 0	Classificação 9
Viabilidade	Impossível de implementar, resolver ou fabricar	Completamente possível, temos todos os recursos para resolver
Inclusão	A solução deste problema exclui ou não faz diferença para o usuário	A solução deste problema torna possível e plena a usabilidade para o usuário
Custo	Caro demais para ser implementado	Barato e completamente acessível
Consumo de tempo	Solucionar este problema coloca em risco o seguimento do cronograma	A solução desde problema deixará tempo para atender outros.
Impacto	Sem diferenças significativas para o produto ou usuário.	Sem solucionar este problema, não deveríamos chegar a um resultado
Urgência	Pode ser resolvido por último pois não interfere em outras questões.	Este problema impede que os outros sejam resolvidos.
Necessidade	É possível concluir o projeto sem resolver	A solução precisa ser parte do resultado do projeto.

Quadro 1. Critérios de avaliação e suas variações nos extremos do domínio numérico.

Os parâmetros foram organizados em três grupos usando critério de influência, ou seja, cada grupo contém àqueles aspectos que influenciam diretamente ao conjunto (Quadro 2). A cada grupo foi assignado um valor adicional, dependendo da sua importância no projeto. Este valor será adicionado à

avaliação do parâmetro. Por exemplo, se o problema x obteve avaliação cinco no quesito necessidade, será adicionado o valor do grupo (três) ao valor da avaliação (cinco) tendo como resultado uma avaliação de oito.

Vale ressaltar que pelo fato de o presente projeto acontecer no âmbito acadêmico, as questões referentes à fabricação passaram a ter peso menor perante o processo de desenvolvimento do produto e fatores relacionados ao usuário.

Grupo	Critério de avaliação	Valor adicional
Produção	Viabilidade, Custo	1
Desenvolvimento	Inclusão, Impacto, Consumo de tempo	2
Usuário	Urgência, Necessidade	3

Quadro 2. Agrupamento dos critérios de avaliação e seu valor adicional.

Após definidos os critérios de avaliação e seus valores adicionais, foi realizada a priorização das oportunidades de projeto (Tabela 1) onde a cada possível área de intervenção foi assignado um valor numérico avaliando de que forma atendia cada um dos critérios preestabelecidos.

Tabela 1. Priorização das oportunidades de projeto

OPORTUNIDADES DE PROJETO	Viabilidade (+1)	Inclusão (+2)	Custo (+1)	Consumo de tempo (+2)	Impacto (+2)	Urgência (+3)	Necessidade (+3)	Total
Posicionar os controles para que estejam sempre visíveis	9.0	9.0	4.0	4.0	9.0	9.0	9.0	66.0
Posicionar de forma estável e confortável o corpo de uma atleta sem mobilidade nos membros inferiores	8.0	9.0	4.0	4.0	9.0	9.0	9.0	65.0
Manter o corpo da usuária longe do percurso da retranca	8.0	9.0	4.0	4.0	9.0	9.0	9.0	65.0
Manter a usuária presa/ não presa dentro da embarcação	9.0	9.0	5.0	4.0	9.0	7.0	9.0	65.0
Posicionar os controles para que estejam sempre dentro da zona de conforto do alcance	9.0	9.0	4.0	6.0	7.0	7.0	8.0	63.0
Configurar os controles para que seu uso seja intuitivo e sua identificação seja fácil	9.0	9.0	7.0	6.0	7.0	5.0	7.0	63.0
Permitir que a usuária consiga ter um ângulo de visão de 360 graus	8.0	7.0	7.0	5.0	7.0	4.0	7.0	58.0
Garantir por meio de superfícies aderentes que o usuário tenha controle da sua posição no assento	9.0	9.0	7.0	7.0	5.0	3.0	4.0	57.0
Garantir comunicação, caso necessário	5.0	9.0	2.0	4.0	4.0	4.0	5.0	46.0
Realizar as tarefas de manobrabilidade do barco aplicando o menos esforço possível	5.0	9.0	1.0	3.0	4.0	5.0	5.0	45.0
Intervir na configuração do Mastro da embarcação para torná-la mais estável	2.0	4.0	5.0	3.0	3.0	3.0	5.0	38.0
Intervir na configuração da vela da embarcação para torná-la mais estável	2.0	4.0	3.0	2.0	3.0	3.0	5.0	35.0
Intervir na configuração da bolina da embarcação para torná-la mais estável	0.0	4.0	0.0	0.0	3.0	3.0	5.0	28.0
Total (Parâmetro)	43.0	45.0	21.0	22.0	43.0	41.0	44.0	

As avaliações individuais de cada parâmetro das oportunidades foram somadas, e os resultados foram colocados em ordem decrescente (Quadro 3), de esta forma, os problemas mais relevantes passaram ao topo da lista.

Oportunidades de projeto com maiores avaliações	Pontuação
Posicionar os controles para que estejam sempre visíveis.	66.00
Posicionar de forma estável e confortável o corpo de uma atleta sem mobilidade nos membros inferiores.	65.00
Manter o corpo do usuário longe do percurso da retranca.	65.00
Manter a usuária presa/ não presa dentro da embarcação.	65.00
Posicionar os controles para que estejam sempre dentro da zona de conforto do alcance.	63.00

Quadro 3. Oportunidades de projeto com maiores avaliações

Para entender de que forma a solução aos problemas priorizados afetaria o projeto, foi necessário realizar uma análise mais aprofundada dos problemas, desta vez focando nos parâmetros pelos quais foram avaliados.

Comparando o resultado da soma das avaliações de cada parâmetro, sem o valor adicional, conseguimos ter uma noção da direção do foco de desenvolvimento deste projeto. Já que se a maioria dos problemas priorizados atende um mesmo quesito de forma satisfatória, isto indica que há, a nível geral, uma maior preocupação para resolver questões referentes a este parâmetro. Os resultados desta análise apontaram como questões melhor atendidas as referentes a Inclusão, Necessidade, Viabilidade e Impacto. Como mostra o Quadro 4.

Critérios mais atendidos pelos problemas priorizados	Pontuação
Inclusão	45.00
Necessidade	44.00
Viabilidade	43.00
Impacto	43.00

Quadro 4. Critérios de avaliação mais atendidos pelas oportunidades levantadas

3 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

O presente capítulo abordará a etapa de desenvolvimento dos componentes do cockpit adaptado seguindo os resultados da priorização realizada anteriormente. Eles são fisicamente independentes, porém estão funcionalmente interligados como um conjunto. O processo de geração e desenvolvimento das alternativas não aconteceu linearmente já que os componentes têm entre si relações dimensionais e de funcionamento que impedem chegar a uma conclusão final de um único elemento, antes de saber como serão configurados os elementos relacionados a ele.

Consequentemente se fez necessário dividir o processo em grupos e subgrupos de elementos a serem desenvolvidos (Figura 49). Segue a continuação o diagrama da organização desta fase.

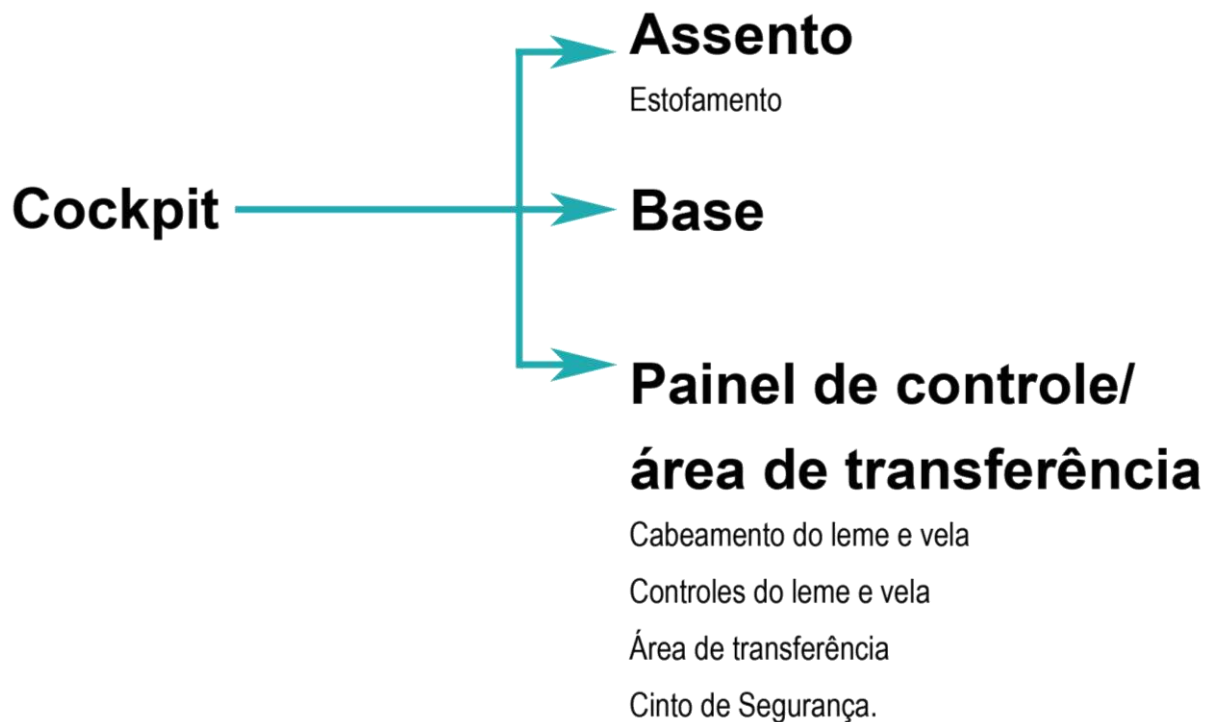


Figura 48. Diagrama de conjuntos e subconjuntos a serem desenvolvidos.

Durante a fase de desenvolvimento o nosso principal objetivo foi atender a um conjunto de necessidades por meio da geração de formas, no caso, elementos físicos. Para isso foi necessário tomar decisões em relação à estética das formas exploradas, e resultantes deste processo de exploração. A continuação será apresentada um painel que contém as principais referências visuais usadas no projeto (Figura50). Apesar de contextos diversos, nas imagens observamos um ponto em comum. Não há linhas retas predominantes.



Figura 49. Painel de referências visuais. Fonte: (1) <https://www.archdaily.com.br/01-149776/feliz-aniversario-zaha-hadid> (2) https://www.razaoautomovel.com/wp-content/uploads/2017/08/2017_vision-mercedes-maybach-6-cabriolet_4-1400x788.jpg (3) <https://www.designartmagazine.com/2018/04/master-of-light-victor-horta-in-brussels.html> (4) <http://atmos.it/product/kusch-poltrone-1968/?lang=en> (5) <https://tellus.org.br/instituto/10-principios-bom-design-dieter-rams/>

3.1 Desenvolvimento do Assento.

O assento é o principal elemento de interação entre o usuário e o barco, portanto, precisa satisfazer as mais exigentes necessidades de projeto em termos de conforto e segurança. Para isso focamos muito esforço no desenvolvimento utilizando técnicas de fabricação digital e modelagem algorítmica, aliadas à modelos volumétricos em tamanho real e rascunhos bi e tridimensionais. No desenvolvimento, foi utilizada como referência para dimensões antropométricas uma tabela (Figura 50) que recolhe medidas de quatrocentos trabalhadores em fábricas e cem trabalhadores de escritório na região paulista do ABC, no ano de 1995.

Medidas antropométricas estática (cm)	Mulheres					Homens				
	5%	50%	95%	Média	D.P.	5%	50%	95%	Média	D.P.
1.1 Estatura	149	159	169	158,8	6,13	160	171,5	183,5	171,5	6,79
1.2 Altura dos olhos	138,5	147,5	157,5	147,6	5,98	149	159,5	172	160	6,61
1.3 Altura dos ombros	122	131	139,5	131	5,45	133	143	154,5	143,2	6,46
1.4 Altura dos cotovelos	92,5	99,5	107	99,5	4,29	100,5	109	118	109,1	5,31
1.5 Altura das mãos	56,5	61,5	67	61,8	3,31	59,5	66	73	66,1	4,31
1.9 Largura do tronco	34	38	44	38,9	3,27	36	43	49	42,8	4,70
1.10 Largura do quadril	33	39	45	39,1	4,03	29	36	42	35,5	3,63
2.6 Altura poplítea.	36,5	40,5	45,5	40,9	2,56	44	48,5	53	48,8	2,75
2.9 Compr. poplítea-nádegas	41,6	45,5	49	45,3	2,62	42,5	47	51	46,9	2,67
4.1 Tamanho da mão	15	16,5	17,5	16,6	1,06	16	18	20	18,2	1,17

Figura 50. Tabela de referência para dimensões antropométricas. Fonte IIDA, 2005 p.122

3.1.1 Manequins.

No início do desenvolvimento foi reconhecida como uma necessidade o uso de manequins virtuais para auxiliar nos testes antropométricos. Os manequins utilizados são modelos disponíveis gratuitamente no site Grabcad (2019). Por não conhecer a referência das dimensões usadas para modelar eles, foram realizadas duas modificações para ajustá-los as condições do projeto. O primeiro passo foi ajustar as dimensões dos corpos à tabela de medidas que estava sendo usada como referência no projeto (Figura 50). Observa-se na Figura 51, que existe uma grande variação entre o modelo original(esquerda), e os modelos dimensionados seguindo o percentil descrito na tabela (direita). Esta modificação permitiu ter maior proximidade entre os resultados dos testes virtuais e os testes físicos, já que as dimensões dos manequins editados provem de uma amostra de brasileiros.

O modelo original permitia movimentar as partes do corpo sem nenhuma das restrições naturais de sentido e amplitude de movimento Apontadas por Iida (2005 p.128). Para solucionar este problema, utilizando o software Rhinoceros 3d e o plugin de programação visual Grasshopper 3D, foi criado um algoritmo que restringiu o movimento das extremidades do corpo do manequim aos parâmetros do corpo humano. Evitando assim, usarmos como referência durante os testes virtuais, algumas posturas que não correspondem aos movimentos realizados pelos usuários reais. Também foi parametrizado o cone de

visão, isso permitiu analisar a posição da cabeça e pescoço, quando o manequim olhava para os pontos-chaves na navegação do Dingue.

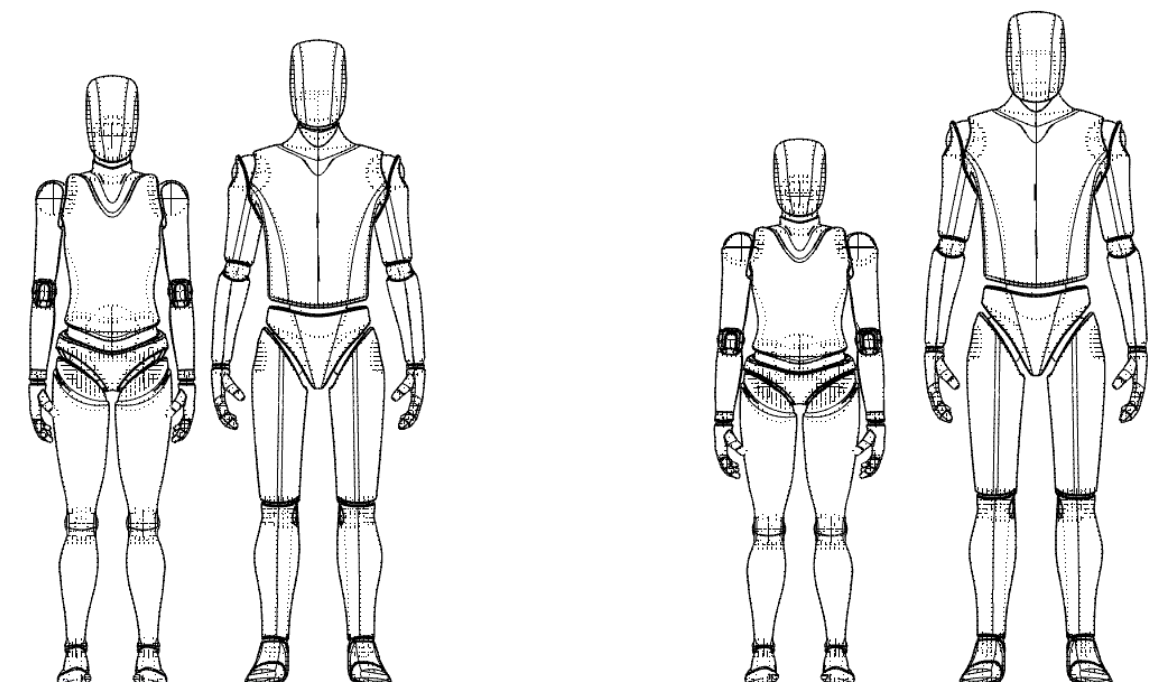


Figura 51. Manequins originais (esquerda) junto a manequins ajustados pela tabela de referência (Direita)

3.1.2 Perfil do assento no plano sagital de simetria.

Feitas as modificações nos manequins virtuais, passamos à fase de desenvolvimento do perfil do assento, onde será determinada a posição do corpo a partir de uma vista lateral. Dado que este perfil é o principal elemento de conforto no desenvolvimento do assento, foram realizados muitos testes, tanto no ambiente digital, quanto no ambiente físico para determiná-lo.

3.1.3 Estudos virtuais.

Em termos de acessibilidade, os estudos virtuais mostraram-se mais vantajosos em relação aos físicos, já que poderiam ser executados em qualquer momento do dia, com um custo muito baixo. Por este motivo, foram escolhidos como ponto de partida do desenvolvimento.

Para os testes foi gerada uma cena tridimensional com o modelo do veleiro Dingue, cujas dimensões foram fornecidas pelo fabricante. Na Figura 53 observamos um plano situado na linha de centro do barco contendo uma imagem da cadeira Eames aproximadamente na posição onde deveria ficar o usuário do Dingue afim não afetar a estabilidade do barco. Nesta imagem foram indentificados alguns pontos (vermelho) e a partir destes traçada uma linha (azul). Esta linha é uma aproximação do perfil do assento no plano sagital de simetria.

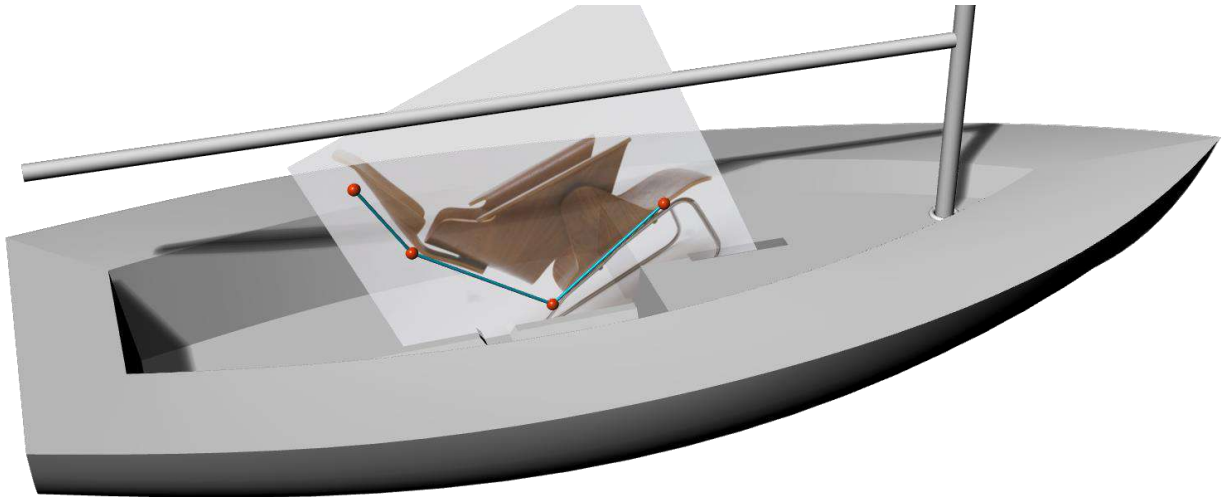


Figura 52. Aproximação do perfil da cadeira Eames no convés do Dingue.

Este exercício foi repetido com todos os similares analisados e deu origem ao primeiro grupo de estudos virtuais. Em todos os casos para representar a posição do usuário no convés foi utilizado um manequim correspondente ao percentil 95% masculino apontado pela tabela de referência pois um usuário com maior altura teria mais chances de colidir com a retranca.

Mesmo usando aproximações grosseiras do dimensionamento e amplitude dos ângulos reais dos produtos analisados, os estudos ajudaram a ter um maior entendimento sobre o comportamento do corpo em relação aos elementos do barco, número de seções em que o perfil deveria ser dividido e proporções do espaço ocupado pelo usuário com cada parte do corpo. Neste primeiro grupo, observamos que os perfis que mais atendiam as nossas necessidades de projeto eram compostos por mais pontos, adaptando-se melhor ao corpo já que cada ponto fica situado perto de uma articulação. Para validar esta observação, organizamos outros dois grupos de estudos (Quadro 5) cujos perfis foram traçados a partir de diferentes números de pontos.

Grupo de Estudo	Pontos no perfil
1	Vários
2	5
3	6

Quadro 5. Grupos de estudos virtuais e pontos do perfil

No segundo grupo de estudos o perfil conta com quatro seções, considerando além da articulação lombar, a cervical e a articulação do joelho. Durante estes estudos confirmamos que um perfil com mais seções oferecia mais possibilidades de ajustes, mantendo o usuário longe da passagem da retranca. Mesmo com alguns avanços em relação ao grupo anterior, consideramos que o perfil final precisaria se ajustar melhor ao usuário na parte do pescoço e cabeça, assim como na região lombar da coluna. A partir destas observações foi organizado mais um grupo de estudos, adicionando mais uma

seção ao perfil com a finalidade de criar um apoio para a cabeça, e continuar explorando as áreas de apoio da coluna.

No terceiro grupo de estudos foi adicionada ao perfil uma seção específica para o apoio da cabeça, isto trouxe resultados positivos na relação entre o usuário e a retranca e entre o cone de visão e a inclinação do pescoço. Também foram testadas diferentes dimensões na seção da coluna, buscando aproximar os pontos do perfil às articulações para garantir uma acomodação mais confortável para o usuário.

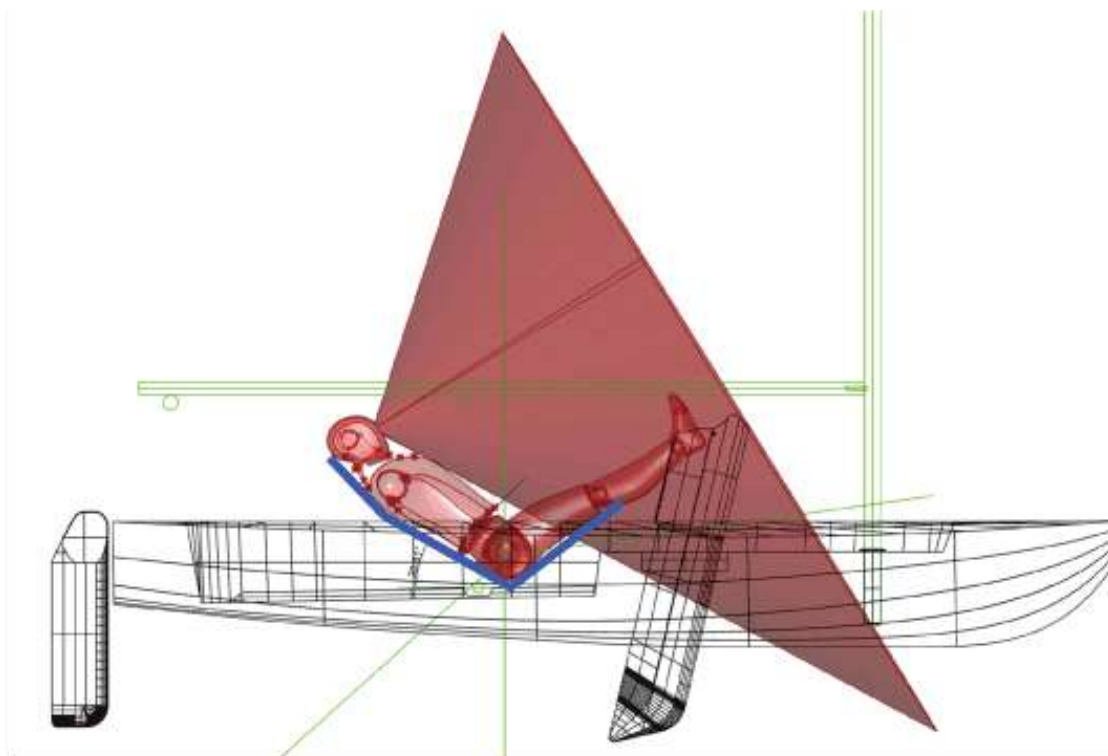


Figura 53. Grupo 1, iteração 1. Perfil Eames Lounge Chair

Na primeira iteração do grupo 1 (Figura 54) foi usada como referência a cadeira Eames Lounge Chair. Podemos observar que o perfil resultante é composto por quatro seções que se ajustam na articulação lombar, cervical e parte da cabeça, porém não oferece apoio para as pernas.

Na segunda iteração do mesmo grupo (Figura 55) foi usado como referência a aproximação do perfil do cockpit gamer Playseat. Podemos observar que o pontos do perfil correspondente à articulação lombar está afastado do corpo, isto cria um vão entre a coluna e o assento que pode induzir o usuário a assumir uma postura desconfortável. Também vemos que apesar de ter um apoio para cabeça, a mesma fica muito perto da passagem da retranca.

Na terceira iteração (Figura 56) foi usado o perfil do assento de corrida Tillet 40, podemos observar que a cabeça do usuário fica muito perto da passagem da retranca e que neste perfil só é considerada a articulação lombar, deixando as pernas e cabeça sem apoio.

Ao observar a quarta e quinta iteração percebemos que existe uma relação entre a posição da cabeça, a retranca, e a inclinação do encosto em relação ao chão do barco. Na Figura 57 observamos como o perfil do assento Tillet 38 com aproximadamente 38° de inclinação mantém a cabeça afastada da retranca, enquanto o perfil do assento Tillet 55 (figura 58) coloca ao usuário na área de colisão com a retranca.

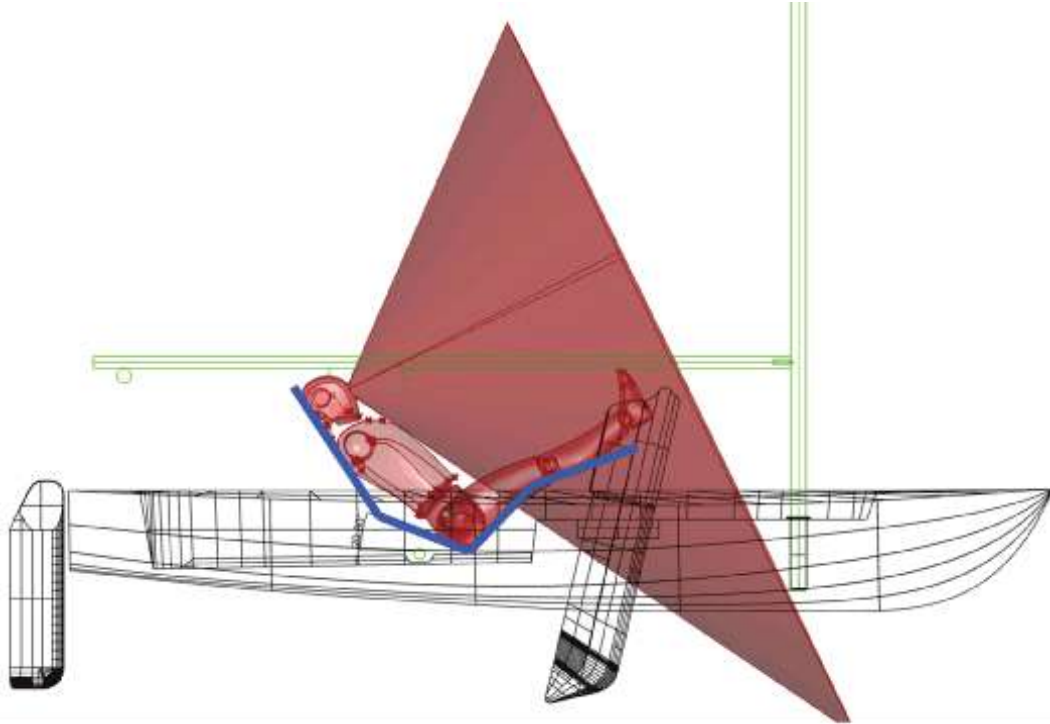


Figura 54. Grupo1, iteração 2. Perfil do cockpit Playseat

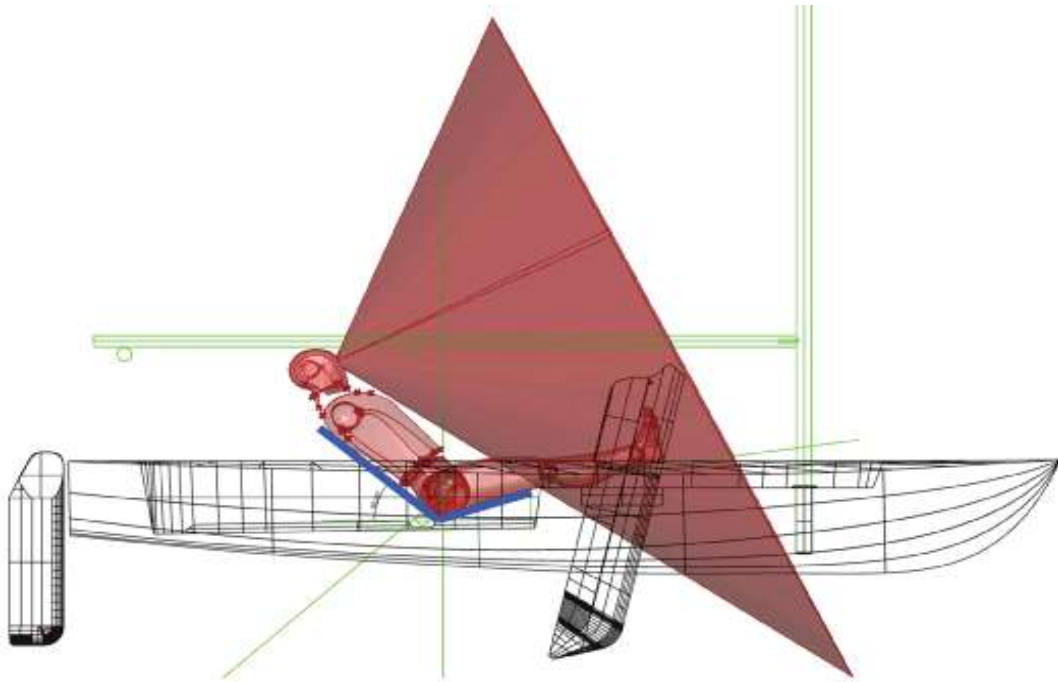


Figura 55. Grupo 1, iteração 3. Perfil do assento de corrida Tillet 40

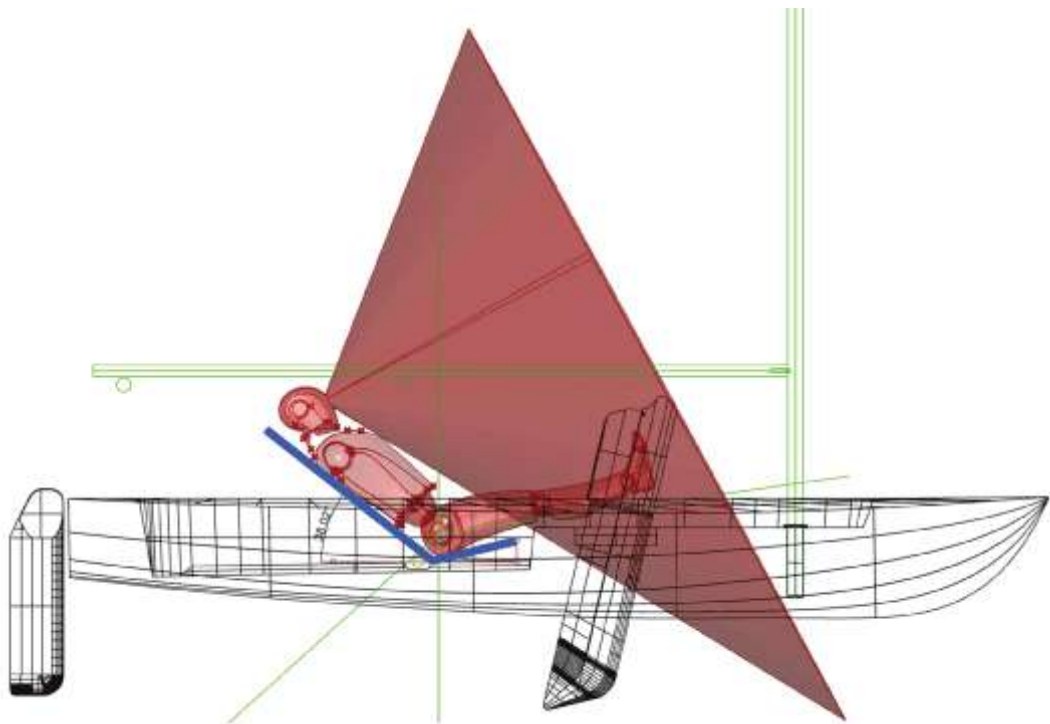


Figura 56. Grupo 1, iteração 4. Perfil do assento de corrida Tillet 38

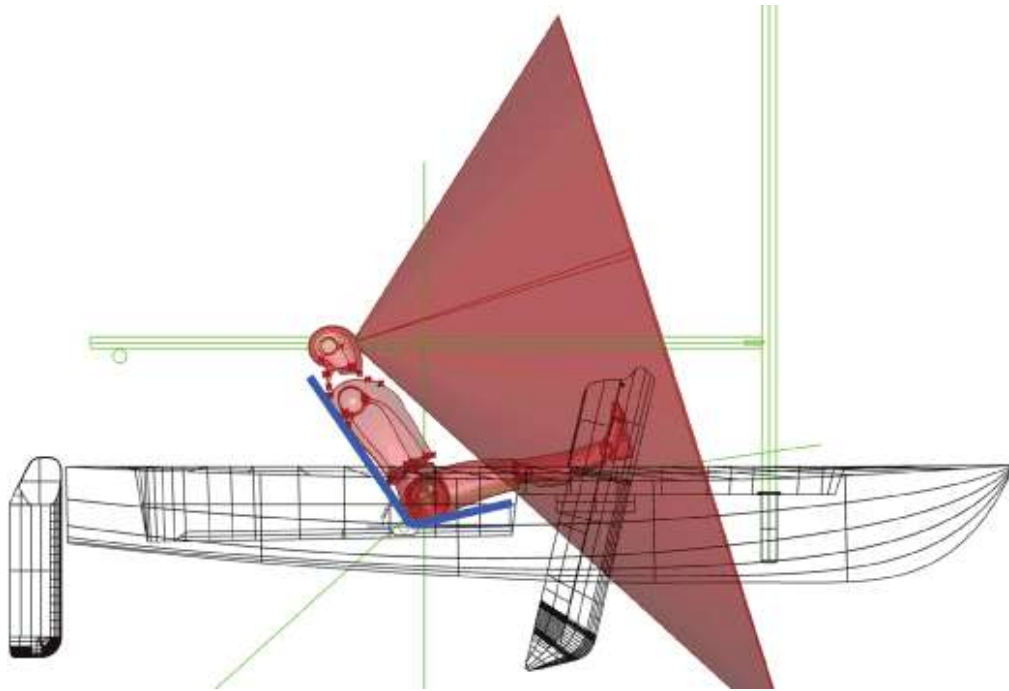


Figura 57. Grupo 1, iteração 5. Perfil do assento de corrida Tillet 55

Apesar de perceber neste estudo que os perfis com mais seções atendem melhor ao nosso projeto, precisamos ter um ponto de partida na criação de um perfil que atenda especificamente ao nosso público alvo. Foi criado então um segundo grupo de estudos que permitiu entender melhor as relações entre o corpo e o espaço no convés.

Na figura 59 observamos a primeira iteração deste segundo grupo, nele foi adicionado uma seção para garantir o apoio e posicionamento das pernas e o encosto é dividido por um ponto abaixo da linha dos ombros. Observamos que há uma boa distância entre a cabeça e a passagem da retranca, porém o apoio reto para as pernas pode resultar desconfortável. No caso do encosto o fato de não ter nenhuma articulação prevista na lombar, pode criar desconforto para o usuário.

Já na segunda iteração deste grupo (Figura 60) observamos uma leve inclinação no apoio das pernas, levantando a região do joelho e se ajustando melhor a esta articulação. No caso do encosto observamos que na tentativa de trazer a articulação do perfil para perto da lombar, o pescoço e a cabeça ficam sem apoio, o que não é aceitável neste projeto.

Na terceira iteração (Figura 61) foi reduzida a amplitude do ângulo entre o chão do cockpit e o encosto da lombar. De fato, isto reflete positivamente no restante do encosto, aproximando-o da cabeça, porém não o suficiente para oferecer um apoio confortável ao usuário. Também foi aumentado o ângulo da articulação do joelho, buscando aumentar o conforto desta região.

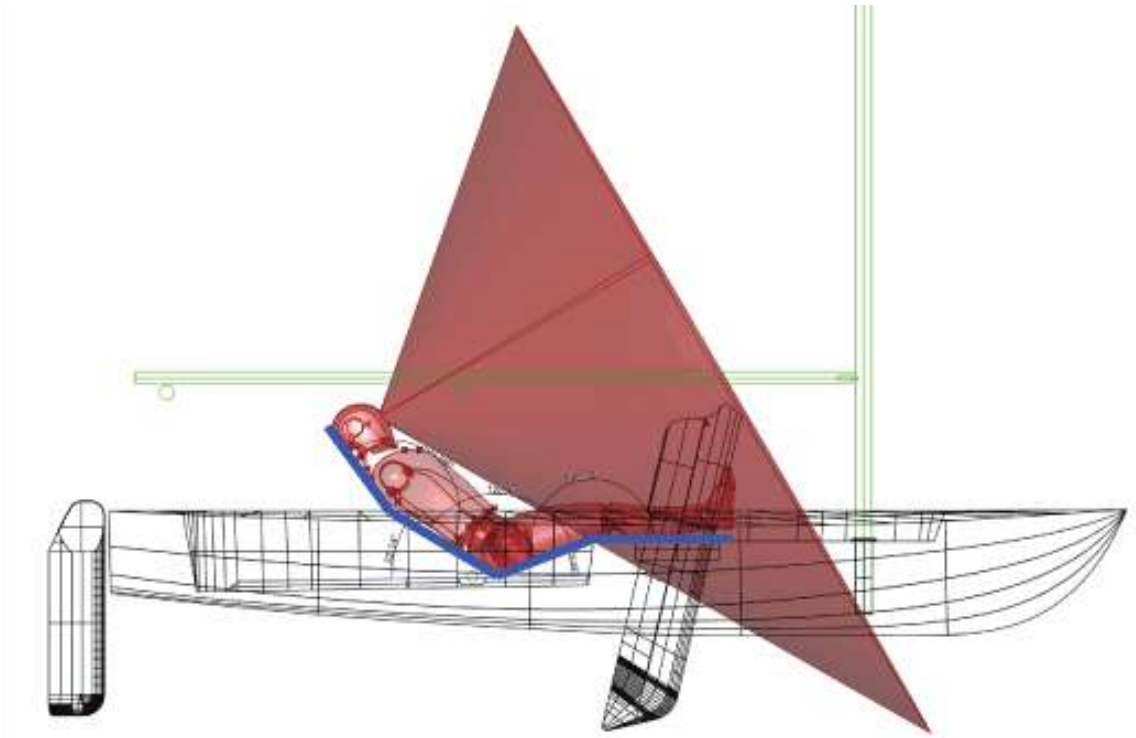


Figura 58. Grupo 2, iteração 1. Perfil com 4 seções

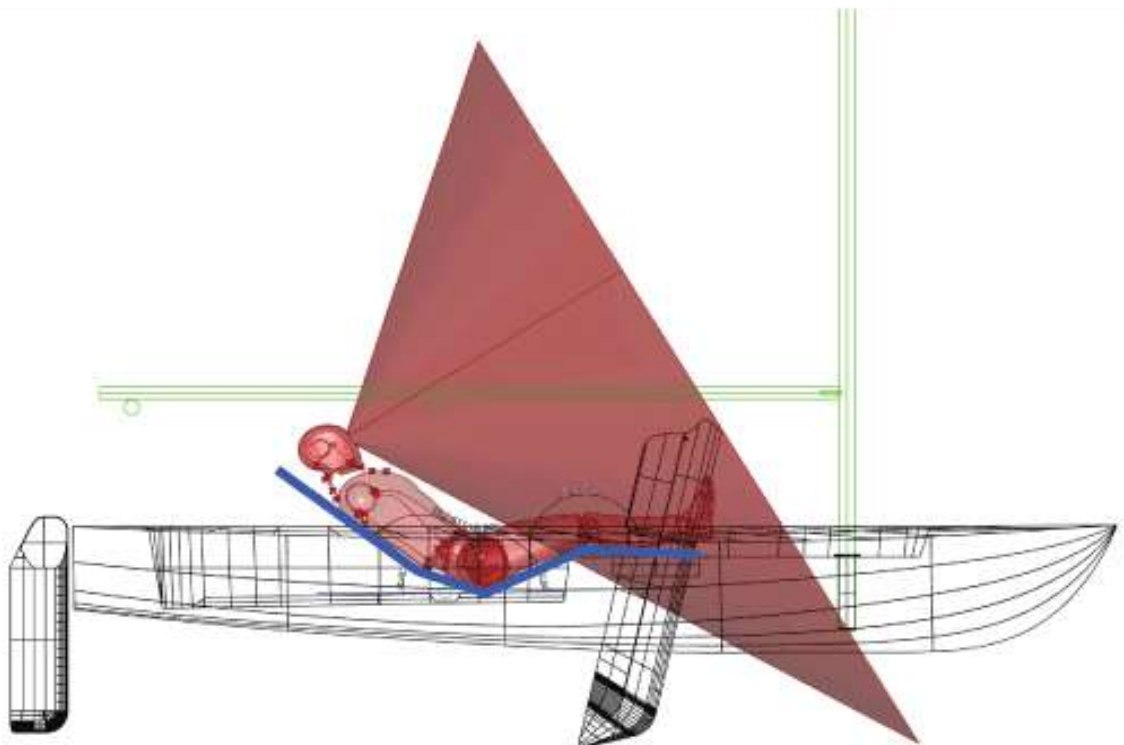


Figura 59. Grupo 2, iteração 2. Perfil com 4 seções

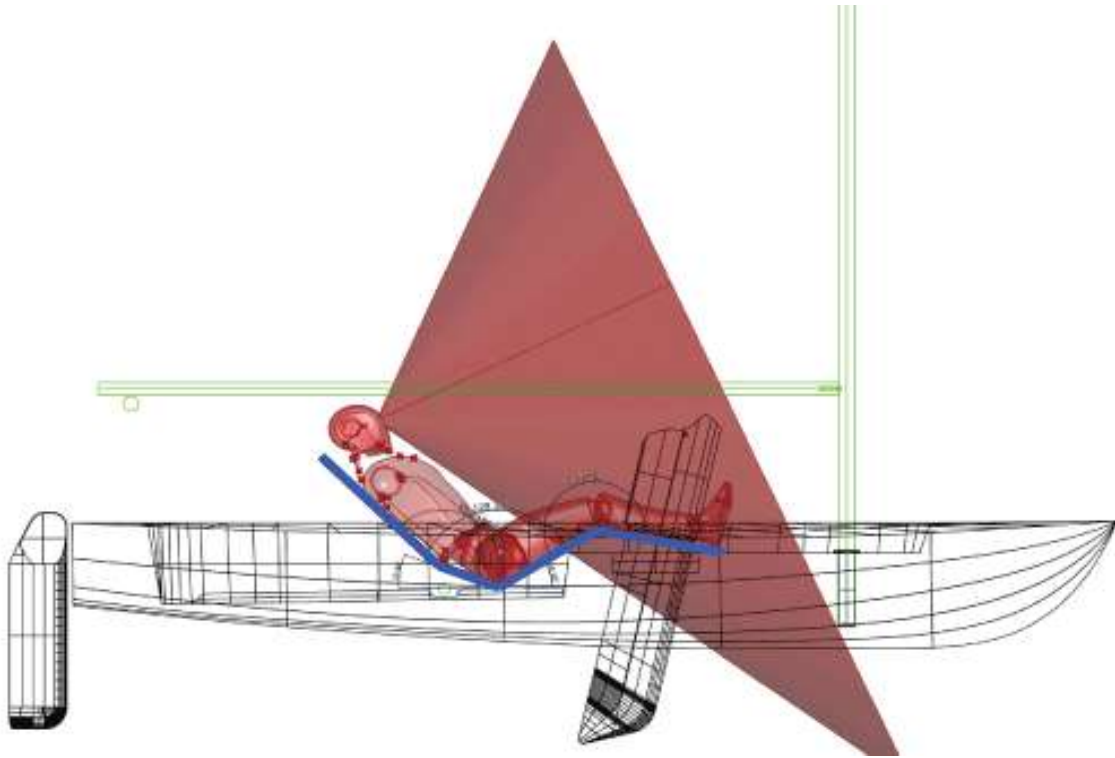


Figura 60. Grupo 2, iteração 3. Perfil com 4 seções

Apesar dos estudos deste segundo grupo terem apontados resultados interessantes nas articulações lombar e do joelho percebemos que é necessário aumentar a articulação do perfil para este se ajustar à articulação cervical e oferecer apoio para a cabeça. Para isto foi criado um terceiro grupo de estudos, onde foi adicionada uma seção ao perfil.

Na primeira iteração deste grupo (Figura 62) foram mantidos os parâmetros da iteração 3 do grupo 2 (Figura 61) e foi adicionada uma seção ao perfil com o ponto de articulação acima da linha dos ombros. Esta iteração apresenta uma parte reta para o apoio das costas e apoio para a cabeça, o que favorece ao nosso projeto. Outro ponto positivo é que mantém uma distância aceitável entre a cabeça e a passagem da retranca.

Na segunda iteração (Figura 63) o novo ponto de articulação do encosto foi colocado aproximadamente na altura dos ombros e se ajusta melhor ao corpo pois oferece apoio para o pescoço. O problema encontrado é que coloca a cabeça a menos de 10 cm da passagem da retranca, o que foi considerado como um risco.

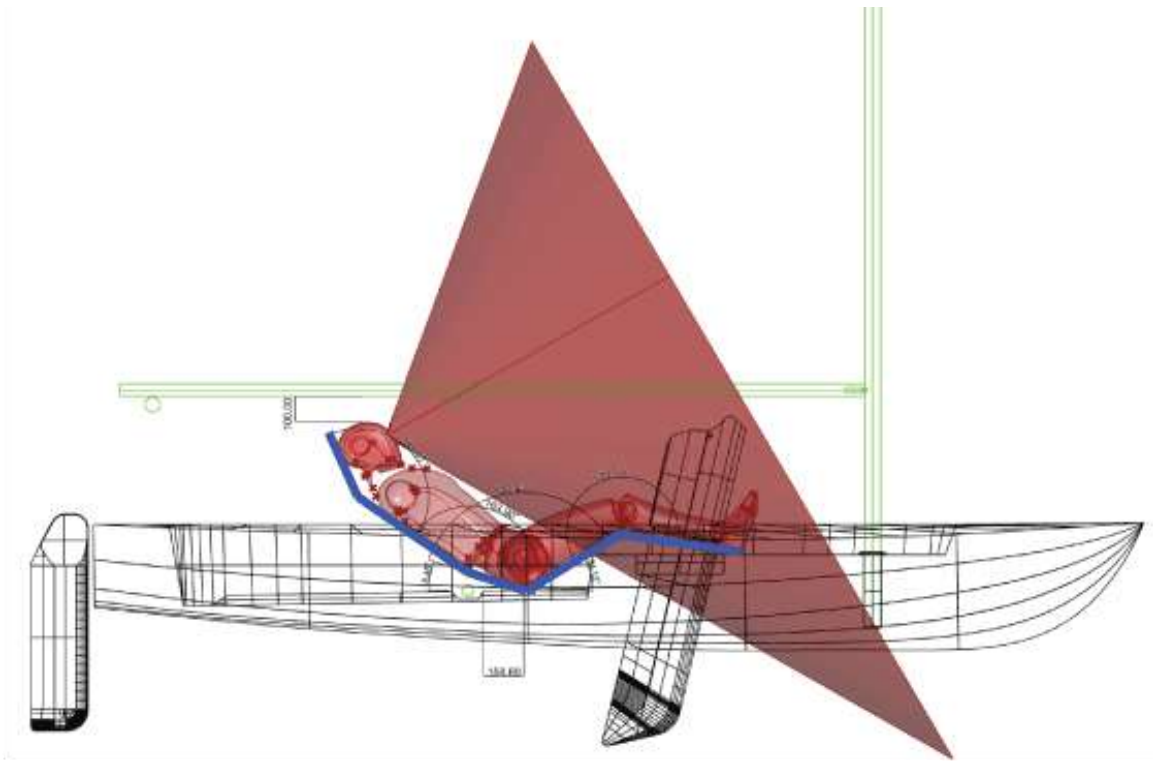


Figura 61. Grupo 3, iteração 1. Perfil com 5 seções

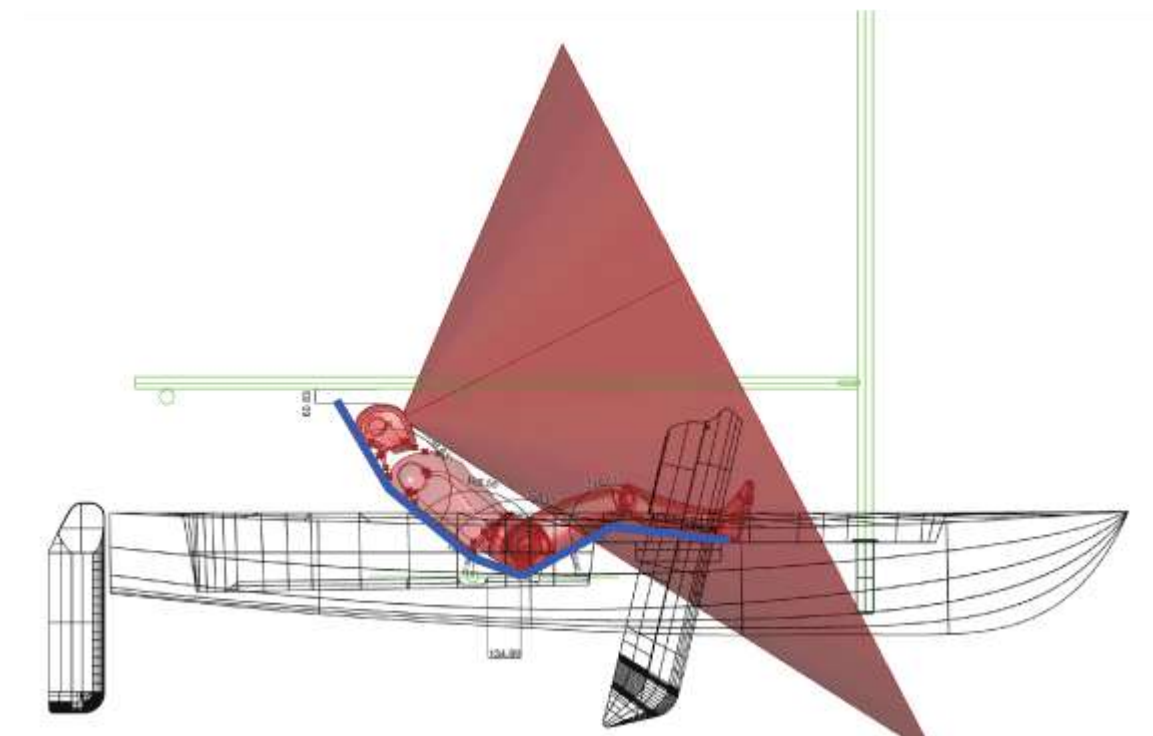


Figura 62. Grupo 3, iteração 2. Perfil com 5 seções

Ao longo dos estudos realizados foram recolhidos dados quantitativos sobre o comportamento do corpo e sua relação com os elementos da embarcação, isto permitia por exemplo, saber quando o pescoço estava flexionado demais, ou quando a cabeça ficava mais perto da retranca. Também foram

documentados os parâmetros de comprimento e amplitude dos perfis gerados nas interações afim ter um ponto de partida para fabricação dos primeiros modelos físicos.

Os dados obtidos a partir dos estudos virtuais esclareceram vários pontos referentes às relações dimensionais, porém, em termos de conforto, eles só conseguiram apontar os extremos do desconforto. Deixando um vazio de informação sobre o quanto as posturas eram confortáveis para pessoas reais com corpos com diversos percentis.

3.1.4 Testes físicos

Com as dimensões obtidas nos estudos virtuais foram construídos dois modelos volumétricos em EPS (Isopor) para realizar testes com modelos reais. O primeiro, foi fabricado a partir da montagem de pedaços de EPS e serviu como ponto inicial graças à sua flexibilidade para fazer ajustes.



Figura 63. Modelo de EPS_1

O primeiro teste (Figura 65) foi realizado com um sujeito de 1,56 m de altura, que se aproxima do percentil 5% da tabela usada como referência do projeto e o segundo teste (Figura 66) foi realizado com um sujeito de 1,85 m de altura, que se aproxima do percentil 95% da mesma tabela.

Nos dois casos, os voluntários relataram conforto na posição, porém quando precisavam olhar para frente, o pescoço ficava sem apoio. Uma outra deficiência encontrada foi a falta de apoio para os braços que, em ambos os casos, foi apontado como uma necessidade. Também não foi possível com este modelo, determinar uma boa postura para as pernas e os pés.



Figura 64. Teste de postura percentil 5% masculino



Figura 65. Teste de postura percentil 95% masculino.

Pela forma como foi fabricado o modelo, ficava muito difícil transportá-lo para realizar os testes dentro do barco, então aproveitando suas dimensões, foi fabricado um segundo modelo mais coeso e com possibilidades de ajuste só na altura do encosto. Este segundo modelo (Figura 67) foi colocado no convés do Dingue, o que permitiu ter mais informação enquanto às relações dimensionais com o convés e a retranca.

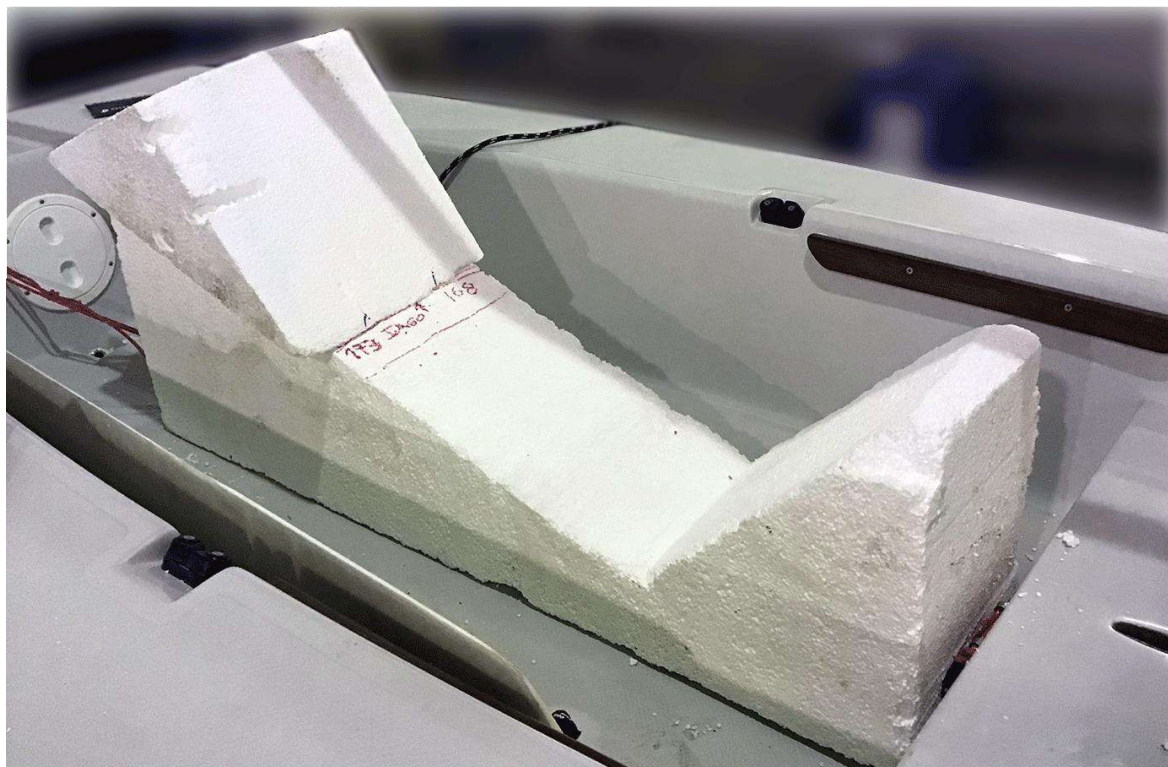


Figura 66. Segundo modelo físico para teste de posturas.

O primeiro teste usando o segundo modelo foi realizado com um sujeito de 1,52 m de altura (Figura 68), que se aproxima do percentil 5% da tabela usada como referência do projeto. Observamos que a altura entre o corpo do modelo e o chão do convés tinha ficado alta, isso ocasionou que a cabeça ficasse muito próxima da passagem da retranca. Também encontramos dificuldades na hora de olhar para frente, em direção ao bico de proa, pois a cabeça ficava sem apoio.

Já o segundo teste foi realizado com um sujeito de 1,68 m de altura (Figura 69), que se aproxima do percentil 50% da mesma tabela. Nesta segunda iteração observamos que há uma inclinação excessiva na articulação lombar, isso provoca que as coxas estejam muito levantadas em relação aos ombros. O sujeito relatou desconforto e uma sensação de perda do equilíbrio. Mesmo sendo um modelo com percentil de altura do 50% aproximadamente, a cabeça encontra-se muito perto da área de passagem da retranca.

O último teste foi realizado neste modelo, foi com um sujeito de 1,87 m de altura (Figura 70), que se aproxima do percentil 95% usado como referência. Nesta iteração, confirmamos que existia um problema com a altura do assento, já que a cabeça do modelo ficou perigosamente perto da área de passagem da retranca. Também percebemos que observando lateralmente, o corpo está quase todo fora do cockpit, o que em termos de segurança é inaceitável para o projeto.



Figura 67. Teste de postura no segundo modelo. Percentil 5% masculino.



Figura 68. Teste de postura no segundo modelo. Percentil 50% masculino.



Figura 69. Teste de postura no segundo modelo. Percentil 95% masculino.

Após completada essa série de testes os sujeitos foram entrevistados, e mostraram, além dos pontos anteriormente relatados, preferência pelo primeiro modelo fabricado.

3.1.5 Forma do Assento.

A forma do assento foi definida após várias iterações que incluem desde esboços no papel propostos por Munari (2010) até a produção de um algoritmo que interpola pontos no espaço usando superfícies usando ferramentas mencionadas por Tedeschi (2014). Durante o desenvolvimento foram usadas ferramentas de fabricação digital e produzidos modelos a escala real a partir de cortes computarizados (CNC). Já que o assento é a principal plataforma de interação entre o usuário e o barco, para determinar sua forma foi realizado um grande esforço visando conseguir equilíbrio entre o conforto, beleza e funcionalidade do resultado. A continuação serão apresentados rascunhos usados para explorar formalmente alguns conceitos e princípios de funcionamento.

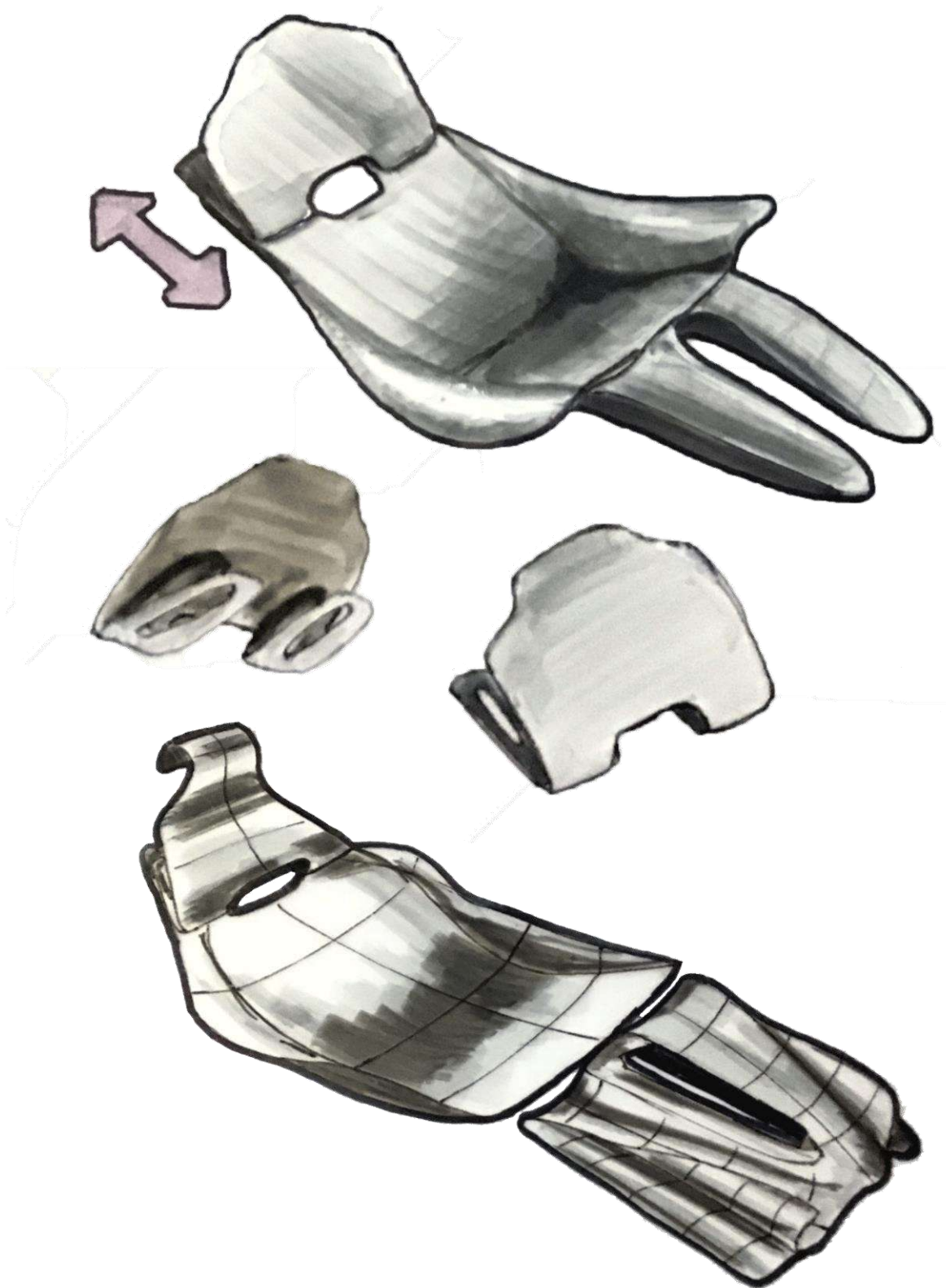


Figura 70. Esboços da forma do assento, conjunto 1, iteração 1 e 2

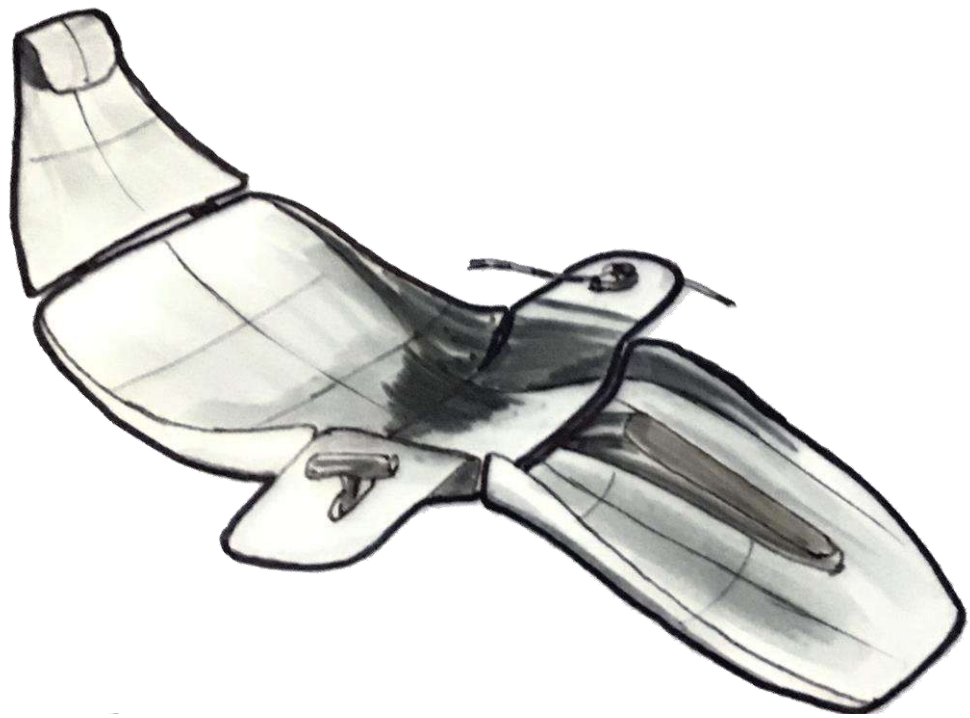


Figura 71. Esboços da forma do assento, conjunto 2, iteração 1

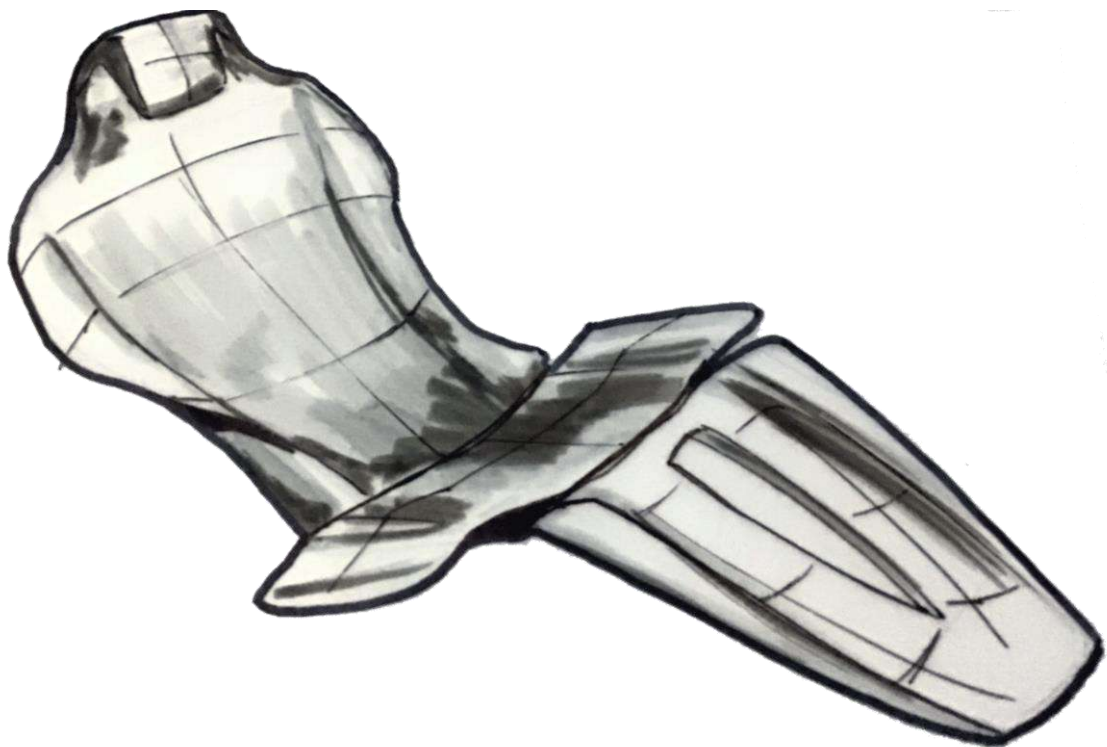


Figura 72. Esboços da forma do assento, conjunto 2, iteração 2

No primeiro grupo de esboços, foi representada a intenção de dividir o assento em várias partes, permitindo assim criar uma regulagem no encosto, além de facilitar o transporte e embalagem do produto.

Já no segundo grupo, foi representada a intenção de integrar o painel de controle à forma do assento. No caso, as duas abas que serviriam como painel seriam uma continuação do encosto das coxas do usuário. Também foi explorada uma estética mais esportiva, com inspiração nos assentos de corrida analisados na pesquisa de similares.

Para ganhar um maior entendimento sobre a relação entre a forma e o espaço ocupado por ela na embarcação, foram produzidos modelos de arame numa escala 1:8 (Figura 74 e 75) que foram testados no modelo do veleiro Dingue usinado em EPS na mesma escala (Figura 76 e 77).

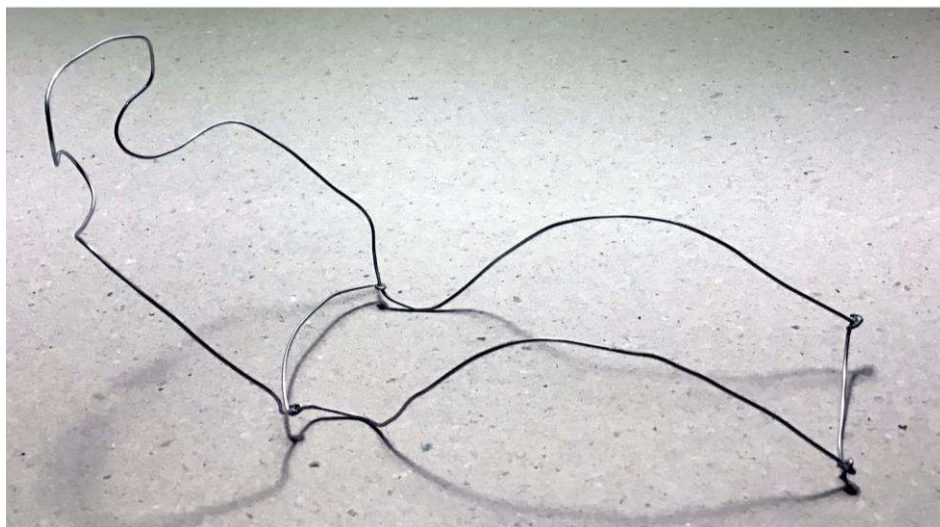


Figura 73. Modelo de arame escala 1:8, iteração 1

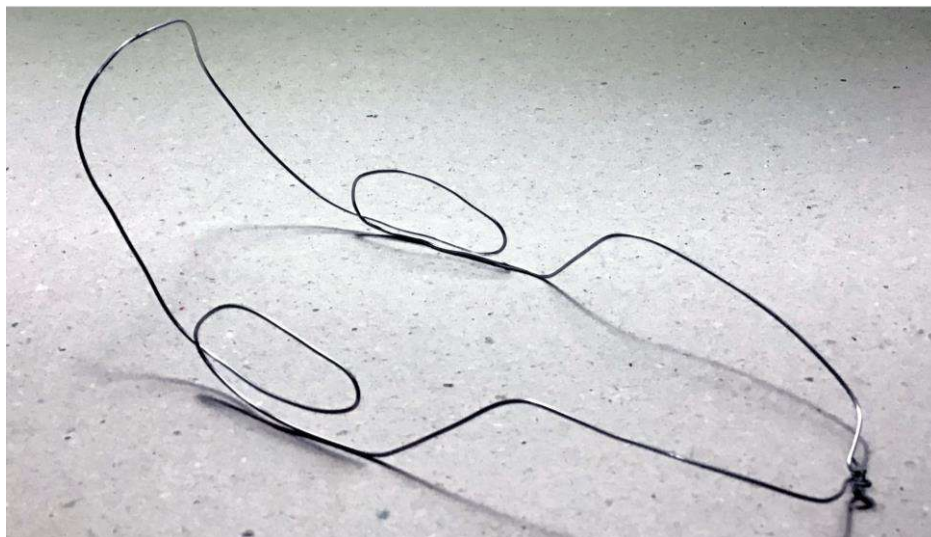


Figura 74. Modelos de arame escala 1:8, iteração 2



Figura 75. Modelos de arame escala 1:8, iteração 3

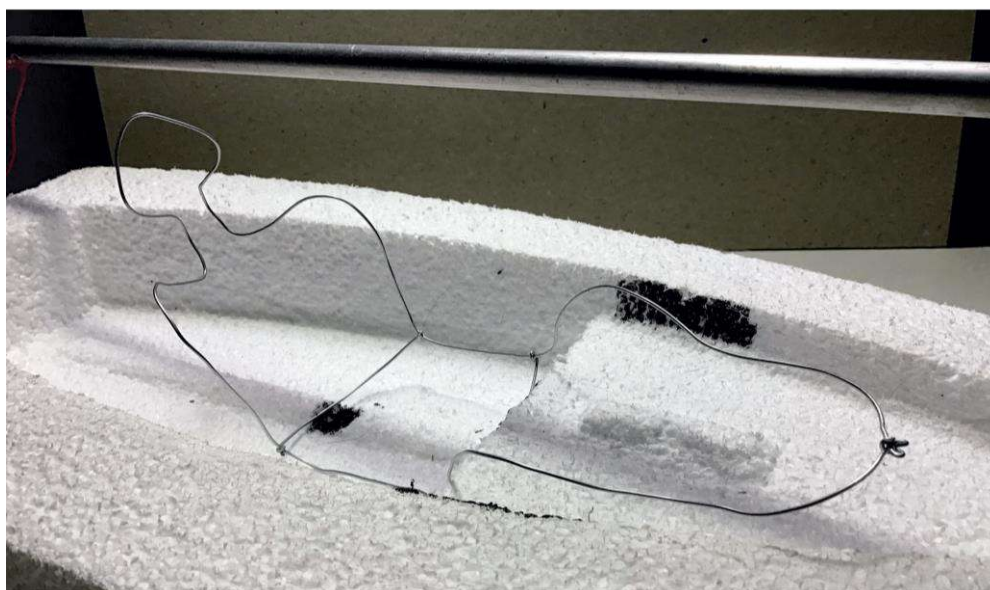


Figura 76. Modelos de arame escala 1:8, iteração 4

Tanto nos rascunhos, quanto nos modelos de arame, observa-se a intenção de compor a forma a partir de superfícies com curvaturas complexas. Por esse motivo, foi escolhido para realizar a modelagem 3d do assento o software Rhinoceros 3d, já que funciona baseado em geometrias NURBS que permitem controlar as superfícies a partir de coordenadas topológicas, oferecendo mais controle na geração de formas livres.

Já no ambiente digital, foram usados como referência os pontos que definem o perfil do assento no plano sagital de simetria (Figura 78). Podemos observar que foi adicionado mais um ponto na seção da coluna e mais um ponto na seção da perna. Isto permitiu criar transições mais suaves entre as seções do perfil. A cada um dos pontos deste primeiro grupo (vermelho) foi assignado um ponto (verde) que

corresponde à largura do assento (Figura 79), a distância entre estes pontos foi referenciada pela tabela antropométrica da Figura 50. Posteriormente a cada ponto de largura do perfil (verde) foi assignado um ponto para definir a altura da borda do assento (magenta). Na figura 79 podemos observar que na área da cabeça e das pernas, os pontos de altura da borda ficam próximos dos pontos da largura do assento, enquanto na região pélvica, estes pontos ficam espaçados.

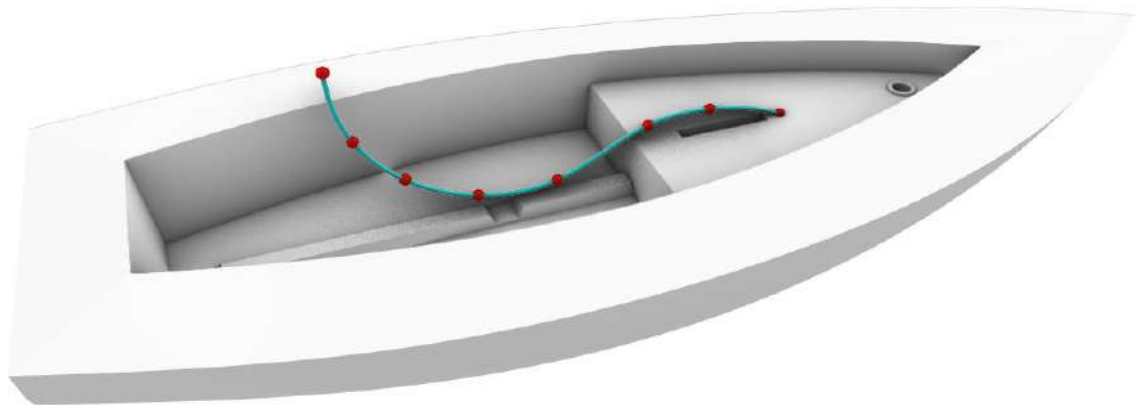


Figura 77. Pontos do perfil sagital de simetria (vermelho) e curva resultante da sua interpolação (azul)

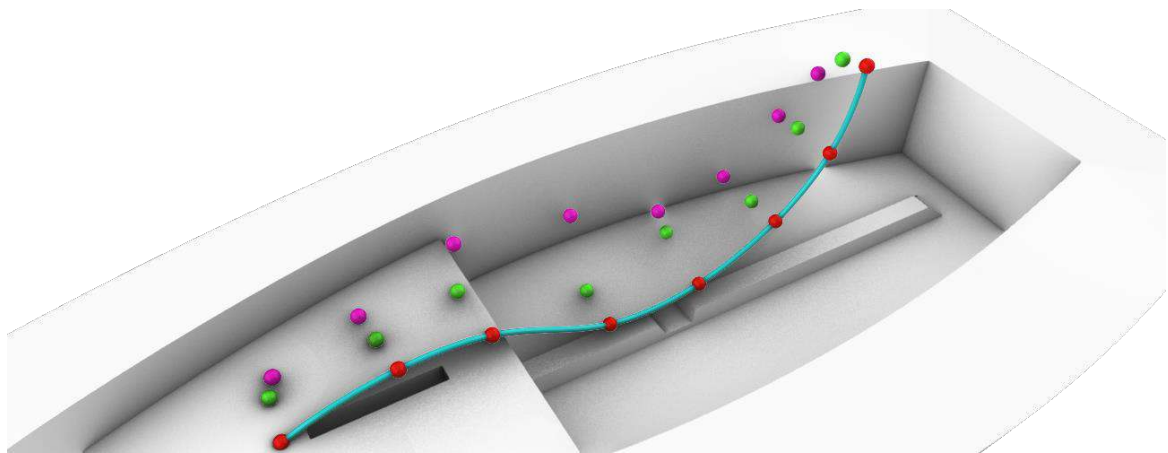


Figura 78. Curva do perfil sagital de simetria e pontos correspondentes de largura do assento (verde) e altura da borda (magenta)

Posteriormente os pontos de largura do assento e altura da borda foram espelhados a partir do plano sagital de simetria (Figura 80) e a partir das coordenadas desta nuvem de pontos foi possível criar curvas de seção que serviram como base para a criação da superfície do assento.

Foi usado o software de programação visual Grasshopper, dentro do ambiente do Rhinoceros 3D para desenvolver um algoritmo que interpola coordenadas no espaço usando superfícies (Figura 82). A criação desta ferramenta possibilitou conseguir uma forma livre e parametrizada (Figura 81), ou seja,

na qual podem ser realizadas modificações a qualquer momento alterando a posição dos pontos usados como referência.

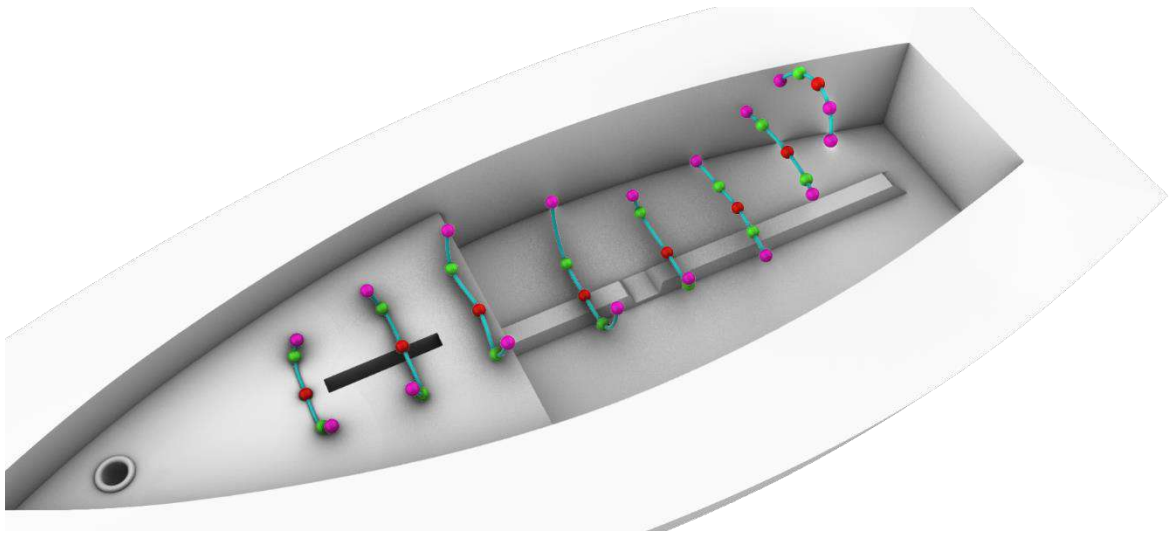


Figura 79. Pontos de largura e altura da bora do assento espelhados e linhas de seção (azul)

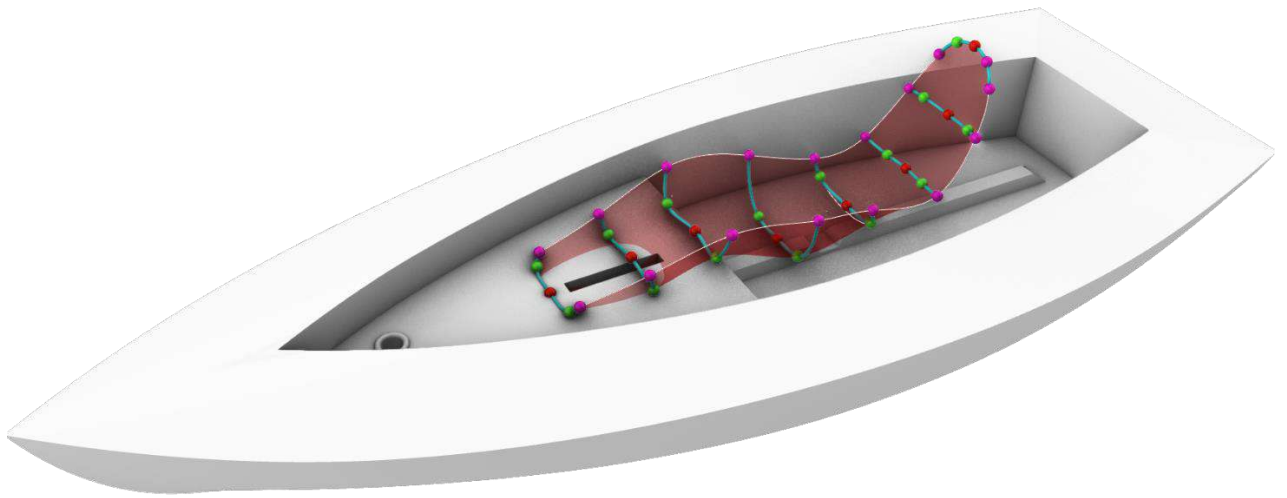


Figura 80. Pontos de origem, curvas de seção e superfície resultante.

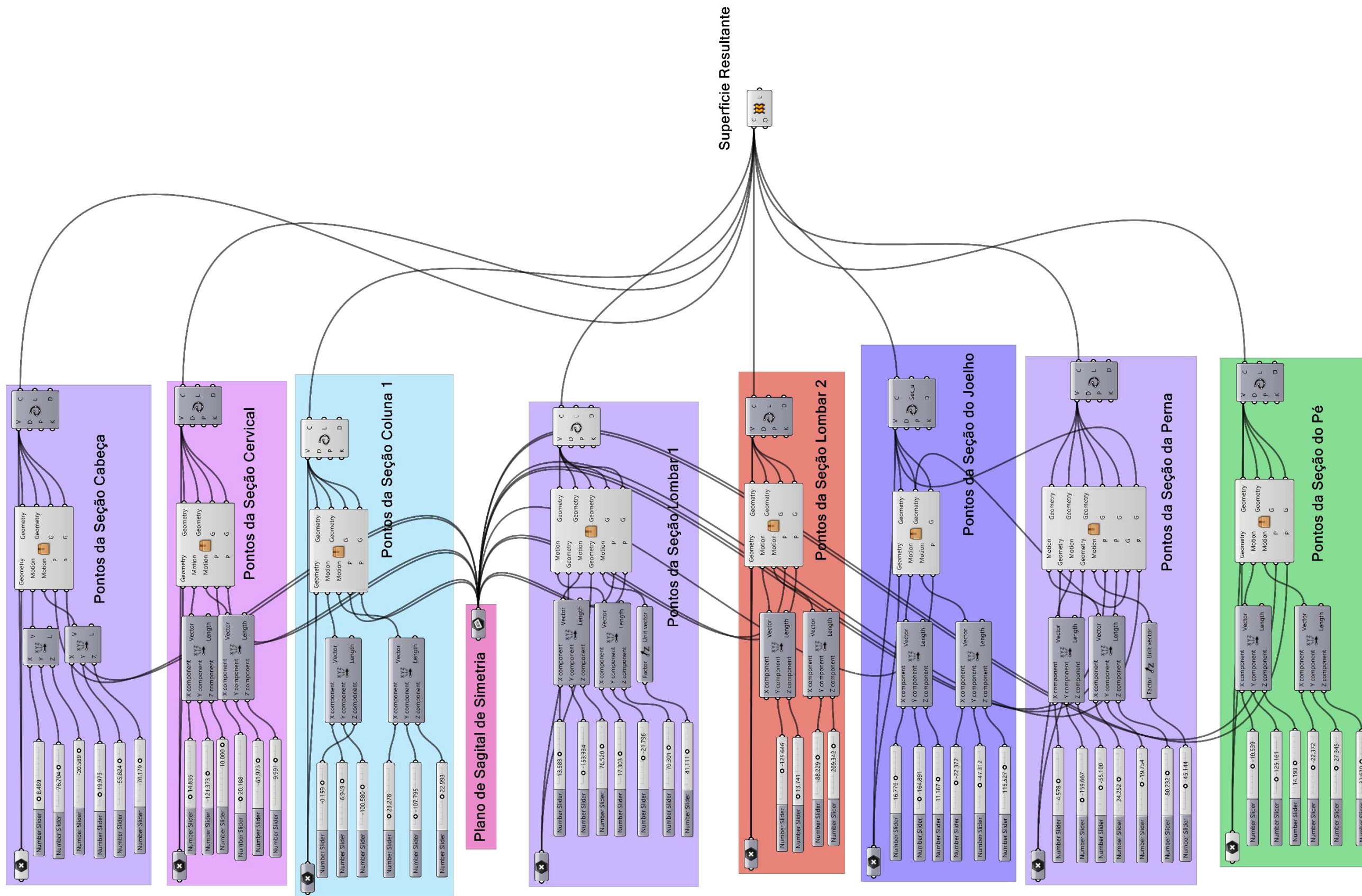


Figura 81. Algoritmo criado para gerar a forma do assento.

Inicialmente foram geradas algumas iterações com o objetivo de ajustar os parâmetros do algoritmo, até obter resultados coerentes (Figura 83 e 84) tentando aproximar a forma ao resultado do exercício com modelo de arames. Também foram estudados diferentes métodos para criação da superfície para garantir continuidade e consistência geométrica necessária para fabricação (DI MARCO, 2017). Estes primeiros testes usaram como referência um manequim masculino percentil 95%. Do ponto de vista estético o resultado das primeiras iterações foi positivo. Apesar de precisar de ajustes, a forma condissu com a linguagem apresentada nos rascunhos.

Na terceira iteração (Figura 85) observamos a forma ajustada às dimensões do maior percentil considerado do gênero masculino. Nesta iteração foram ajustados alguns elementos da forma já pensando em viabilizar a fabricação do modelo por corte por controle numérico (CNC). O resultado satisfaz as expectativas e passamos então fazer ajustes para o menor percentil feminino usando o mesmo método (Figura 86).

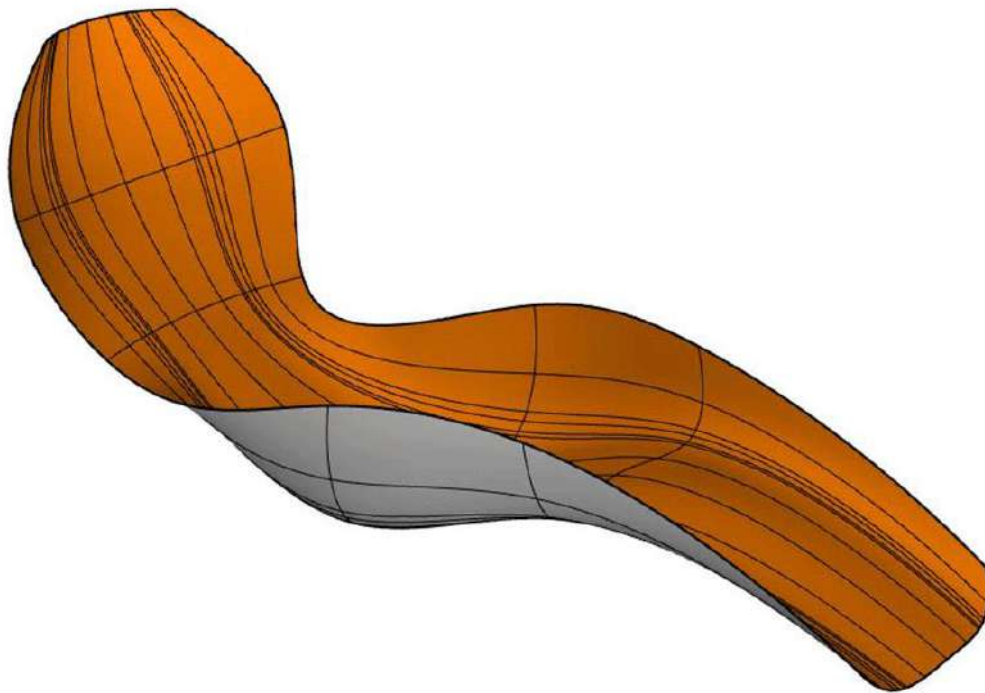


Figura 82. Ajustes dos parâmetros do algoritmo. Iteração 1

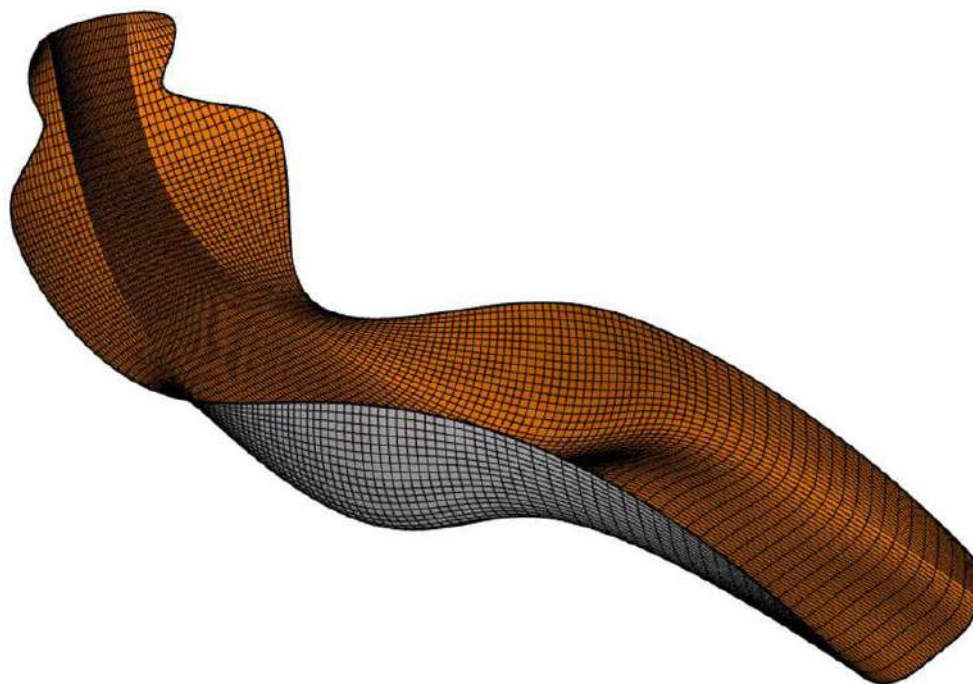


Figura 83. Ajustes dos parâmetros do algoritmo. Iteração 2

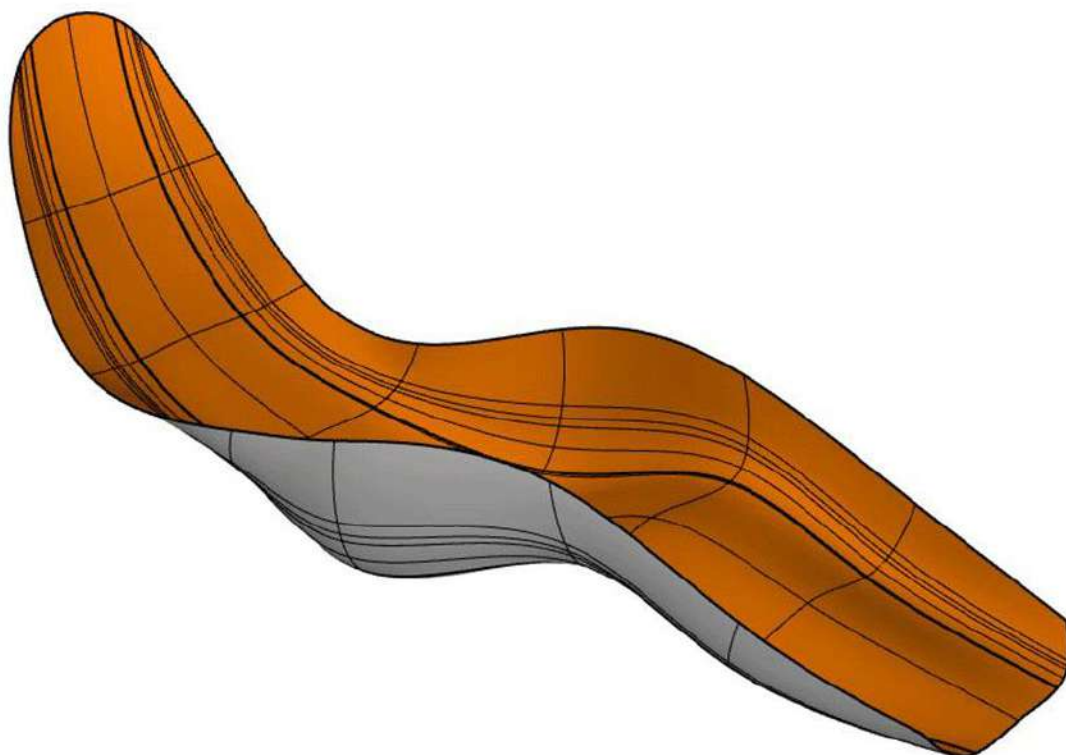


Figura 84. Iteração 3, forma ajusta ao percentil 95% masculino.

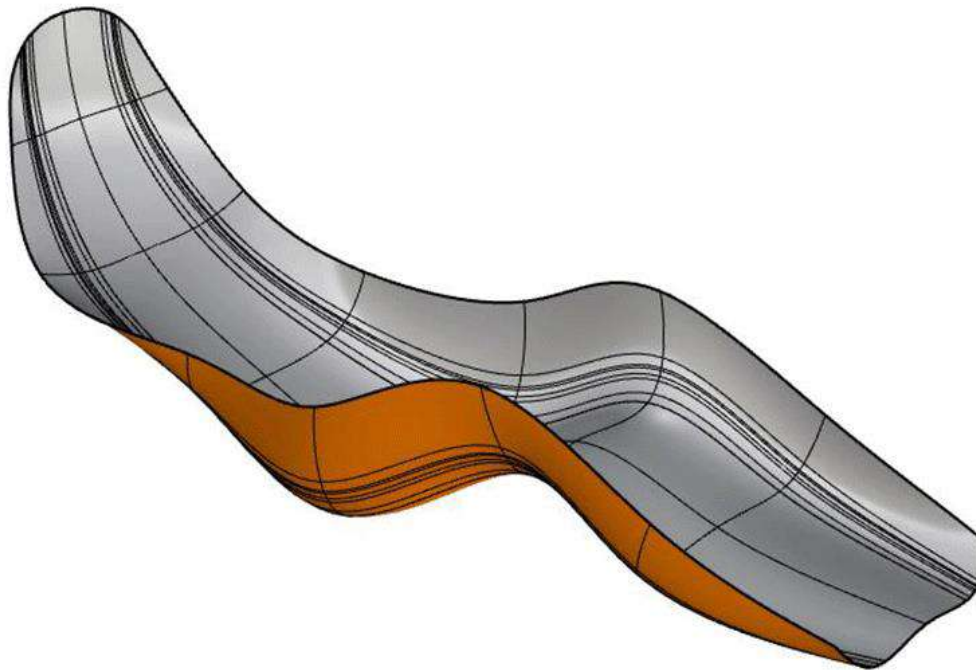


Figura 85. Iteração 4 forma ajustada ao percentil 5% feminino.

Após os ajustes dimensionais, tivemos como resultado duas formas diferentes, uma que atende o percentil masculino 95% (Azul) e outra que atende ao percentil feminino 5% (Vermelho). O objetivo então foi obter uma forma que considerasse os dois percentis, para isto foi necessário usar as duas superfícies como referência (Figura 85 e 86) dado que o corpo varia de diferente maneira em cada extremidade. Foi usado como base o algoritmo criado para interpolar as duas superfícies a partir dos seus pontos de origem. O resultado é uma superfície onde cada parte dela se deforma com um valor fixo em relação à área que está sendo modificada.

Na Figura 87 podemos observar duas nuvens de pontos que descrevem a forma da iteração 3 e 4 (Figura 85 e 86). A cada um dos pontos da iteração 3 corresponde um ponto da iteração 4, isto permite que possa ser criada entre eles uma linha (Figura 88) cuja distância pode ser dividida N vezes criando novas nuvens de pontos. Neste projeto cada uma destas linhas foi dividida pela metade e a partir desta nova nuvem de pontos (Figura 88) foi gerada a forma que foi posteriormente usinada para produzir o modelo de EPS a escala 1:1.

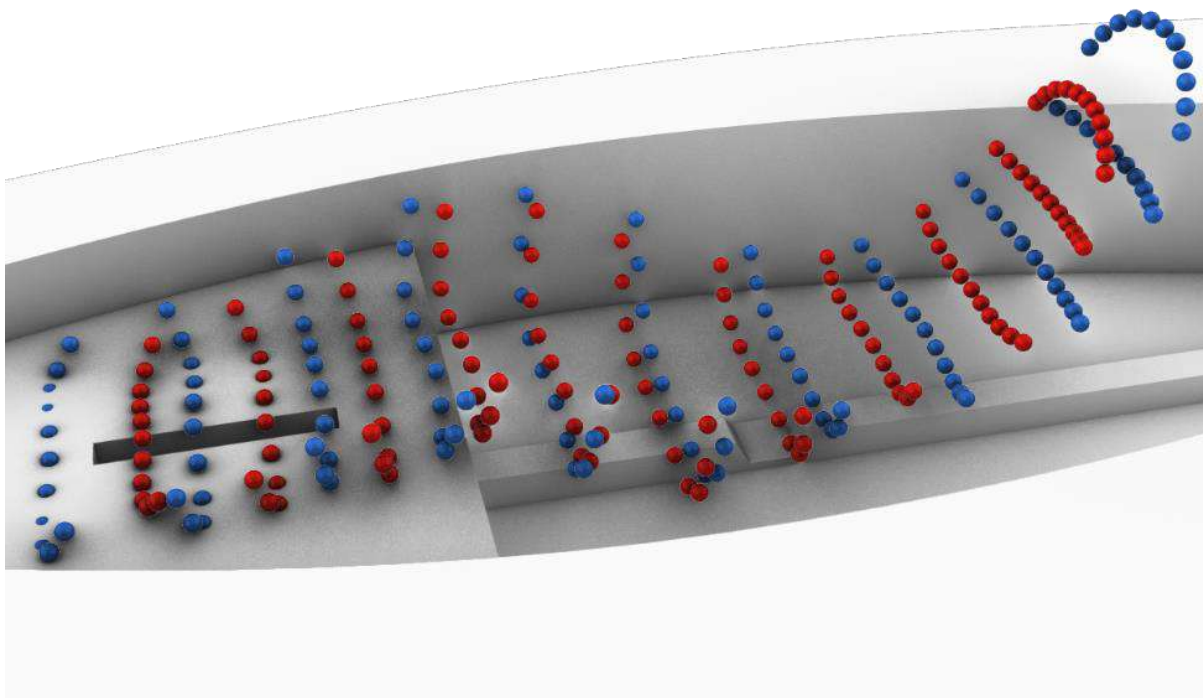


Figura 86. Nuvem de pontos do percentil masculino 95% (azul) e do percentil feminino 5% (vermelho)

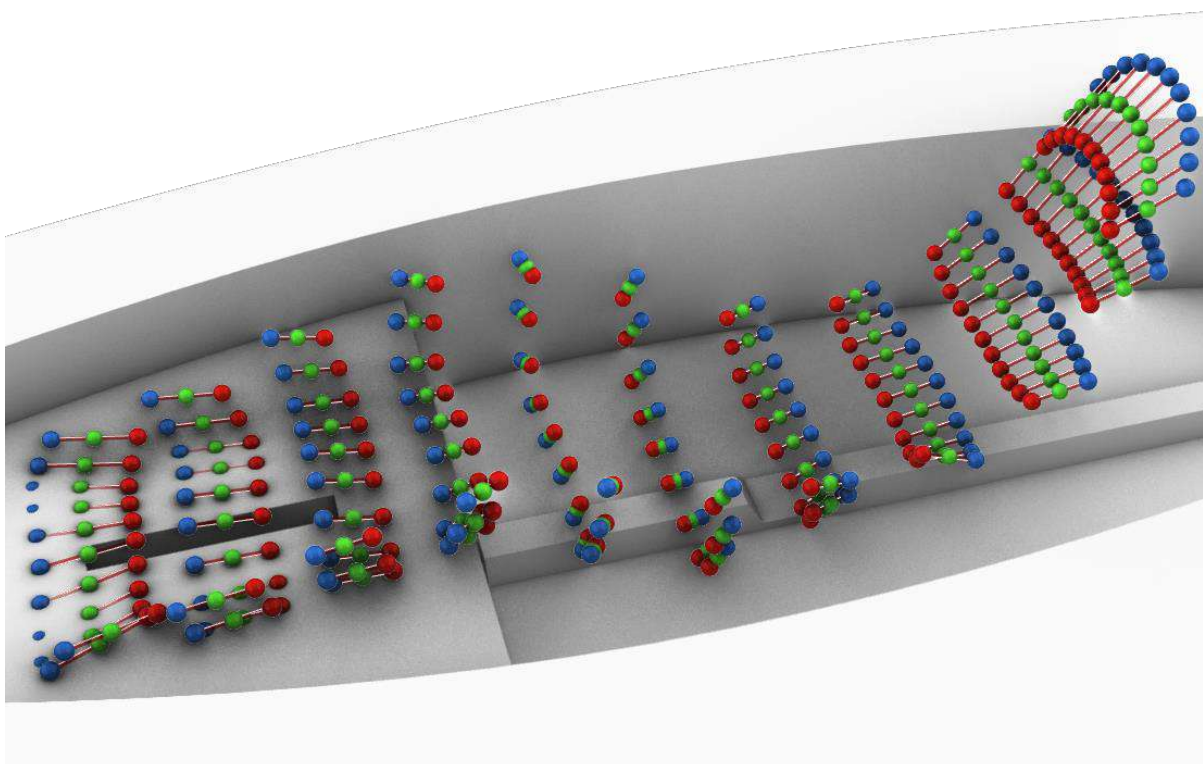


Figura 87. Nuvem de pontos das iterações 3 e 4 da superfície resultante da interpolação (verde)

Apesar dos resultados virtuais serem satisfatórios, este tipo de testes ainda tem limitações enquanto à subjetividade do conforto humano. Para validá-los, foi construído um modelo escala 1:1 usando métodos de fabricação digital apontados por Di Marco (2017) que serão descritos a continuação.

Projetar e executar a fabricação a partir de modelos digitais permite alcançar uma altíssima precisão tendo poucas restrições formais (TEDESCHI, 2014). Porém alguns cuidados precisam ser tomados em relação à forma e as características do processo de fabricação. Neste caso o equipamento disponível para construir o modelo foi uma fresadora por controle numérico (CNC) de três eixos e com área de trabalho de 2000 x 3000 x 900 mm.

No ambiente de trabalho do Rhinoceros 3D, o modelo foi submetido a uma análise para identificar áreas que a fresadora não consegue cortar por possuírem curvatura negativa (áreas vermelhas na Figura 89) em relação à direção do eixo de corte. Posteriormente foi modelado o resultado esperado da usinagem, e posicionado numa simulação do espaço de trabalho (Figura 90).

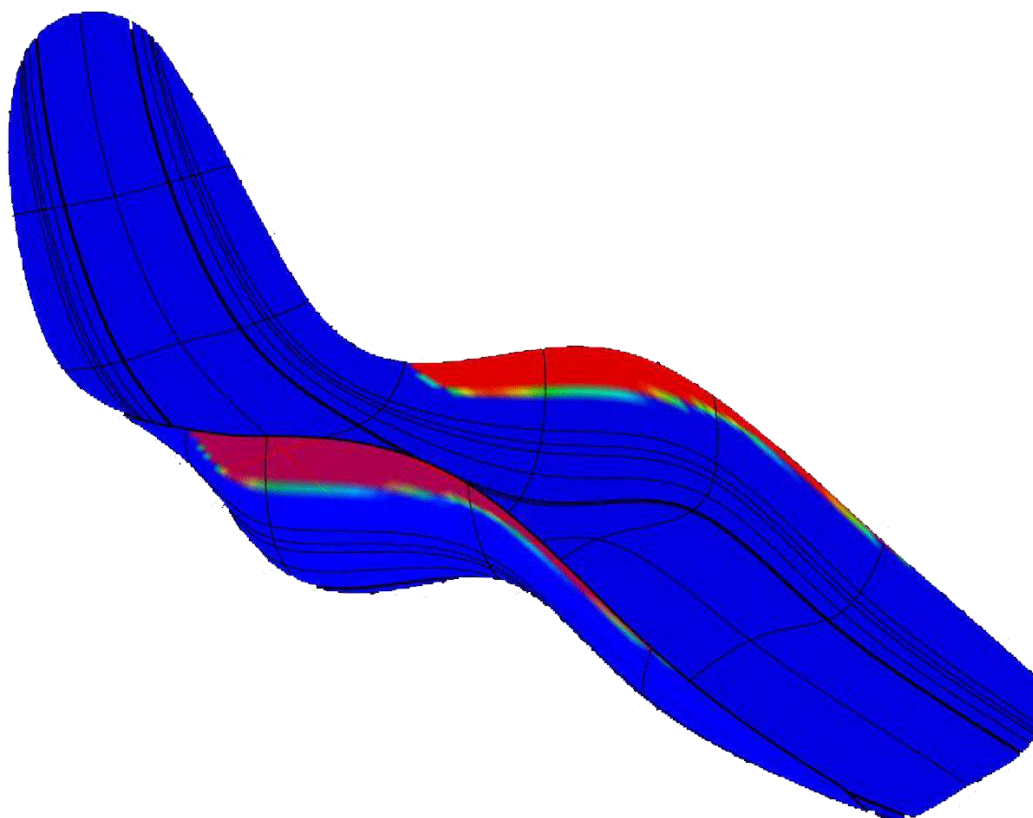


Figura 88. Análise de curvatura da superfície resultante

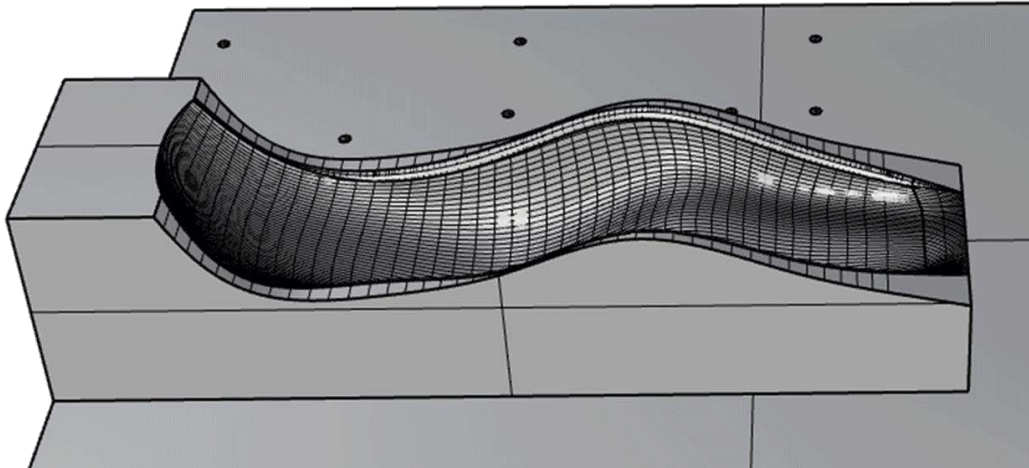


Figura 89. modelagem para fabricação

A partir do modelo gerado foi programada a usinagem utilizando o programa de CAM (Computer Aided Manufacturing) Autodesk Powermill e posteriormente processado pelo software do fabricante da fresadora CNC (Figura 91).

Após completada a programação do CAM, foi iniciada a preparação do processo de usinagem com um nivelamento do bloco para garantir que as referências no modelo físico coincidiam com as do modelo digital. A programação CAM se iniciou com uma sequencia de desbaste, onde o material é retirado de forma grosseira criando degraus visíveis (Figura 92), porém aproximando bastante a forma final. Em seguida foi realizada uma sequencia de acabamento (Figura 93) onde o objetivo é chegar à forma final com o melhor acabamento superficial possível.

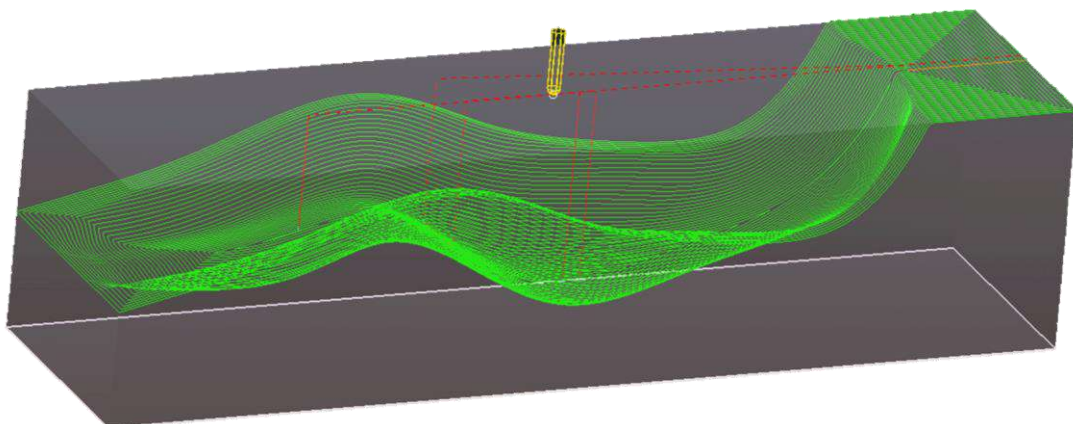


Figura 90. Programa do percurso de corte da CNC.



Figura 91. Corte de desbaste.



Figura 92. Corte de acabamento.

3.1.6 Testes no modelo escala 1:1

Os testes realizados no modelo a escala 1:1 trouxeram informação valiosa para o processo de desenvolvimento. Este teste foi realizado diversas vezes com mais de 12 pessoas de diferentes perfis antropométricos, mas para evitar um relatório excessivamente prolixo, apenas os testes com três destes perfis serão apresentados. Também tivemos a oportunidade de apresentar o modelo para professora Carolina Alonso, do curso de Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro, que representou o ponto inicial da aproximação do desenvolvimento ao usuário final.

Nesta primeira rodada de testes identificamos duas questões. A primeira foi não poder testar o encosto da cabeça do perfil original. Em todos os testes tentamos simular esta peça faltante visando manter a continuidade do perfil. A segunda foi não realizar os testes com os sujeitos vestindo coletes salva-vidas, equipamento obrigatório na vela adaptada.

No primeiro teste com um sujeito com percentil maior do que 95% masculino e tipo de corpo ectomorfo (Figura 94), percebemos que há uma boa acomodação no assento, o quadril fica encaixado na cesta do assento e as costas ficam apoiadas no perfil, assim como há boa acomodação das coxas. No

caso das pernas, observamos que o comprimento sobrepassa a estrutura, porém por ser só uma parte do pé e o teste ter sido realizado num sujeito com variação extrema, acreditamos que não afetaria a acomodação do usuário final.

O segundo teste foi realizado com um sujeito com altura que representa o percentil 50% feminino e tipo de corpo endomorfo (Figura 95). Neste teste também houve uma boa acomodação no assento em relação ao perfil sagital de simetria, já que o encosto das pernas, coxas, costas e cabeça ficaram apoiadas no assento. Observamos que a largura do assento estava diminuindo o conforto e limitando os movimentos, isto porque na forma, não foi considerada a diferença de variação do quadril entre o maior homem e a maior mulher, nem variações na largura do abdome. Outro fator negativo foi a posição do encosto, apesar do sujeito não relatar desconforto, consideramos que a altura da linha de visão fica baixa em relação ao considerado necessário para velejar o Dingue.

O terceiro teste foi realizado com um sujeito que representa o percentil 5% feminino e tipo de corpo ectomorfo (Figura 96). O sujeito também relatou sentir conforto em relação à acomodação do corpo no perfil do plano sagital de simetria, porém, quando apoiava a parte posterior das coxas, os membros superiores ficavam a uma altura muito baixa em relação aos requisitos do projeto. Um outro problema foi encontrado na largura do assento, esta não gerou desconforto ao sujeito, porem permitiria que este se movimentasse livremente no interior do assento conforme os movimentos do barco, podendo causar mal estar e acidentes.



Figura 93. Teste de postura, percentil 95% masculino.



Figura 94. Teste de postura, percentil 50% feminino.



Figura 95. Teste de postura, percentil 5% feminino.

O modelo físico, o registro visual dos testes e o modelo 3D da forma situada no barco foram apresentados à professora Carolina Alonso e foram discutidas alterações a serem realizadas na forma para otimizar as questões de acesso e acomodação do usuário final. Foi sugerido por ela nivelar ao máximo possível as bordas do assento às bordas do Dingue para facilitar o acesso lateral, usar algum tipo de estofamento nas áreas que suportam o maior peso do corpo e usar como referência a NBR 9050 (ABNT, 2004) para o desenvolvimento da área de transferência.

Os resultados da primeira série de testes no modelo físico a escala 1:1 podem ser sintetizados com os seguintes requisitos:

- Alargar a forma do assento na área do quadril para mínimo de 46cm.

- Permitir ajuste do encosto para atender usuários com alturas compatíveis com os percentís 50% e 5% femeninos.
- Permitir ajuste do encosto para atender usuários com alturas compatíveis com o percentil 95% femenino e masculino.
- Permitir ajuste de largura do assento para atender usuários com largura de quadril compatível com percentís 5% masculino
- Diminuir a altura da borda do assento para nivelar com a borda do barco.
- Considerar espessura do colete salva vidas na geração do novo perfil no plano sagital de simetria.
- Usar estofamento nas áreas que suportam maior peso do corpo.

Para atender a estes requisitos, foi gerado novo modelo virtual. A Figura 97 ilustra a diferença entre a forma testada como modelo físico e a nova forma. É importante ressaltar que o posicionamento das vistas na Figura 97 segue a orientação do terceiro diedro devido à configuração padrão do software de fabricação estadunidense.

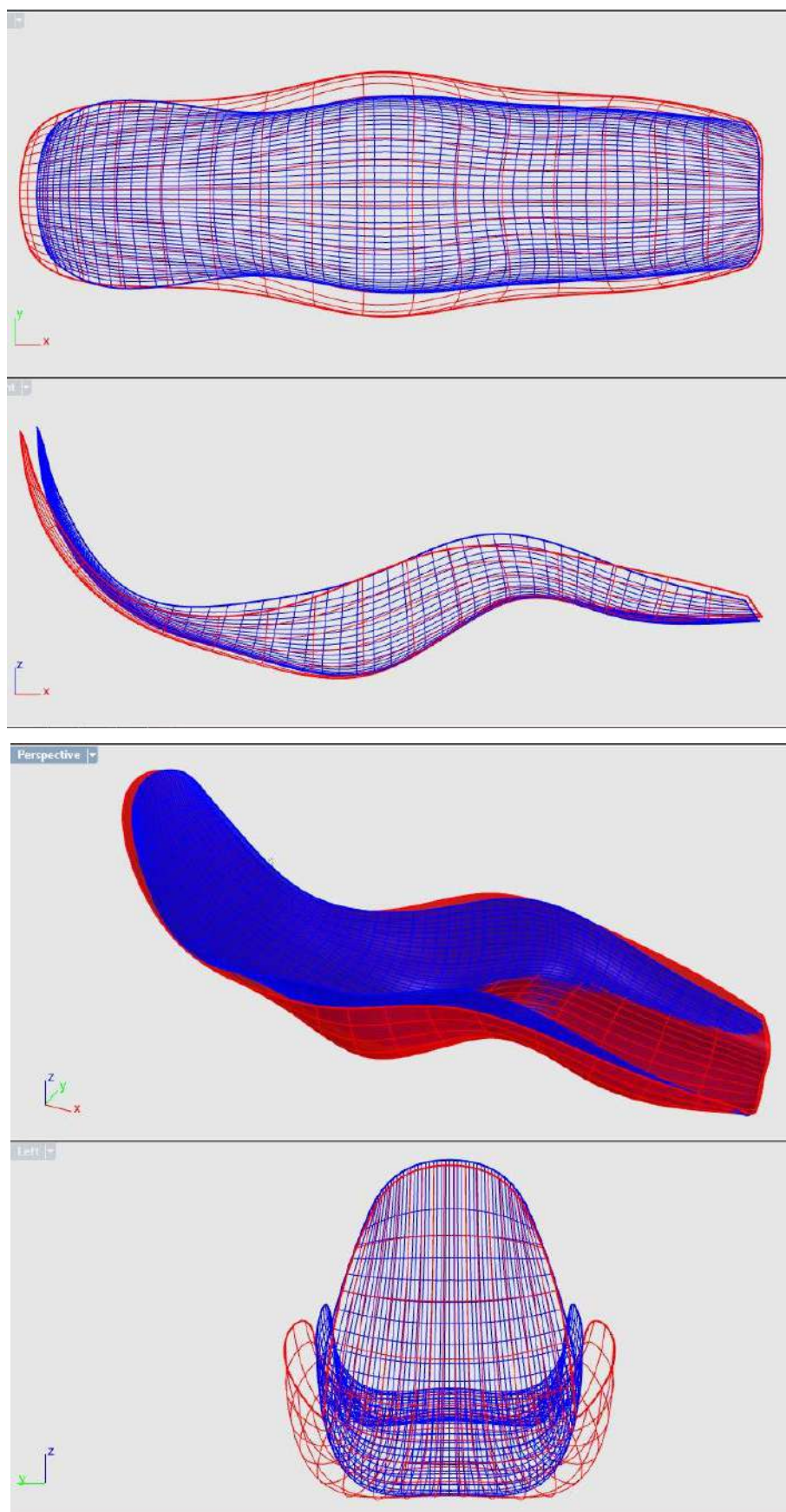


Figura 96. Comparativo entre forma usinada (azul) e forma resultante das modificações (vermelho)

3.1.7 Ajuste ergonômico do encosto

A necessidade de uma regulagem no assento para atender confortavelmente a pessoas com diversos percentis foi identificada no início dos testes em modelo físico. Naquele momento como todas as peças eram articuladas, identificamos que movendo o encosto cervical e da cabeça conseguíamos atender a diversos tipos de usuários. Isto porque o peso do corpo mantém o quadril no ponto mais baixo do perfil sagital de simetria (cesta do assento) independentemente da posição dos membros superiores.

Foram realizadas marcas no modelo de EPS no ponto de conforto relatado por cada sujeito e medida a distância entre eles (Figura 98). Por meio deste exercício descobrimos uma relação dimensional entre o movimento do assento e a altura do usuário, permitindo prever só pela altura deste uma posição do encosto que o atende confortavelmente.

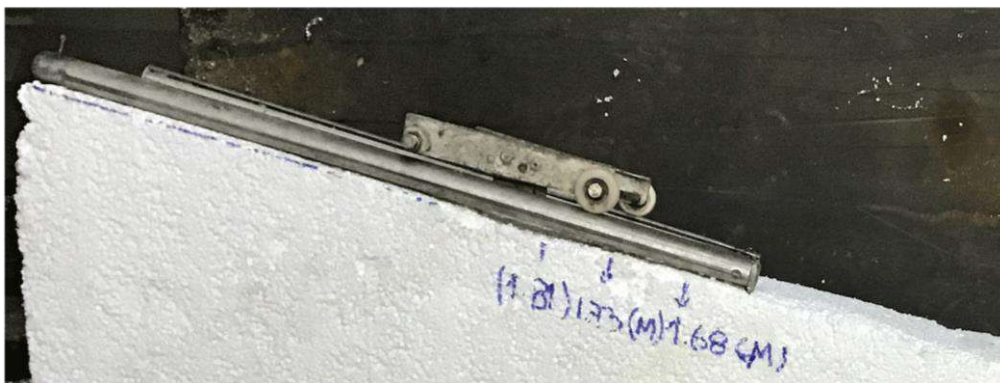


Figura 97. Marcação da posição de conforto para regulagem do encosto.

Com a intenção de tornar o movimento de controle contínuo, ou seja, que permitisse infinitas configurações, foi simulado um sistema de trilhos (Figura 99) que permitiria ao usuário controlar a altura da linha de visão e posição do encosto a qualquer momento da velejada.



Figura 98. Teste de sistema para regulagem do assento.

Porem este sistema se mostrou complexo e caro de implementar fazendo-se necessária uma busca por sua simplificação. Iniciou-se a busca pela discretização do movimento de regulagem, ou seja,

com um número controlado de regulagens e três configurações possíveis. Considerando que o assento foi projetado para atender pessoas com aproximadamente 1,85 m de altura. A primeira configuração atenderia usuários com 1,70 m de altura e a terceira a usuários com 1,55 m de altura (Figura 100). Estes valores não pretendem ser exatos e sim dar uma noção do público atendido por cada configuração já que na posição do usuário também vai influenciar o estofamento.

Na Figura 101 foi representada no modelo virtual a configuração do assento que atenderia usuários da maior altura e na Figura 102 foi representada a configuração que atenderia àqueles de menor altura.

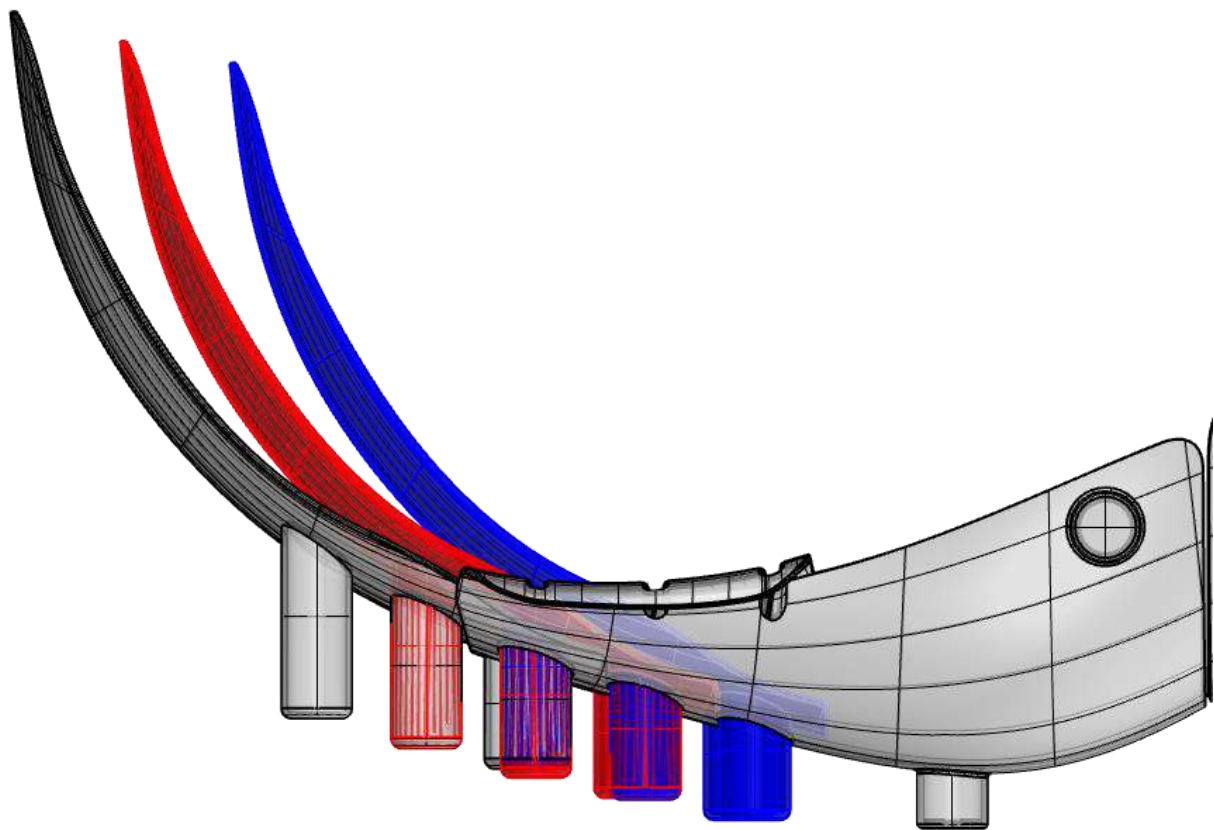


Figura 99. Possível ajustes do encosto para usuários com alturas de 1,85 m (cinza) 1,75 m (vermelho) e 1,55 m (azul)



Figura 100. Encosto do assento na configuração que atende os maiores percentis.



Figura 101. Encosto do assento na configuração que atende os menores percentis

3.1.8 Estofamento

O desenvolvimento do estofamento focou em que a peça atuasse como regulagem da largura do assento e atender a pessoas com largura de quadril com dimensões similares ao percentil 5% masculino já que é a menor dimensão registrada na tabela de referência. Até o final do prazo deste projeto, não foram realizados testes com modelos físicos desde componente, portanto, não é possível validar o seu funcionamento ou dimensões.

A proposta é usar espuma de poliuretano flexível para cobrir partes do assento onde o corpo exerce mais pressão contra o material, não será considerada a colocação de estofamento na região torácica devido à obrigatoriedade do uso de coletes salva-vidas. A variação da espessura da espuma seria usada para preencher o espaço entre o quadril do usuário e a borda do assento, ajustando a postura deste no cockpit. A causa da topologia do assento, a espessura do estofamento deverá ser variável então trabalharemos com os parâmetros máximos e mínimos de cada alternativa.

A primeira proposta de estofamento tem uma espessura máxima de 80 mm na região lombar e pélvica e mínima de 40mm na região do encosto. Esta configuração reduz a largura do assento no quadril de 460mm para 300mm aproximadamente já que há variação conforme a compressão exercida na espuma e a densidade dela. A proposta seria usar nesta alternativa uma espuma de densidade média ou macia, já que aumenta a sensação de segurança se o usuário estiver acolhido pelo assento.

A segunda proposta tem uma espessura máxima de 40mm na região lombar e pélvica e mínima 20mm na região do encosto. Esta configuração reduz a largura do assento na área do quadril de 460mm para 380mm aproximadamente. A proposta seria usar nesta alternativa espuma de densidade média ou alta, já que se o estofamento for muito macio, há risco do usuário ter desconforto por estar em contato com a peça rígida do encosto.

A terceira proposta tem uma espessura máxima de 30mm na região lombar e pélvica e mínima de 15mm na região do encosto. Recomendamos para os testes o uso de espuma de alta densidade nesta alternativa já que há pouco material entre o corpo do usuário e a parte rígida do assento.

Já que a posição do encosto é ajustada conforme a necessidade do usuário, não é necessário realizar a troca do estofamento de apoio da cabeça.



Figura 102. Proposta de estofamento.

3.1.9 Encaixes

Visando criar praticidade para transporte e armazenamento o assento foi dividido em três peças, que apesar de serem fisicamente independente tem uma estrita relação de funcionalidade e posicionamento, ou seja, elas só funcionam se posicionadas conforme o projeto.

Para posicionar estas peças no espaço sempre da mesma forma, foi necessário criar um sistema de referências que conectasse o barco com o assento. O sistema aplicado neste projeto (Figura 104 e 105) foi do encaixe tipo pino.

Esta escolha foi dada por três motivos, o primeiro deles é a dificuldade de posicionar um sistema de fixação tendo como base uma superfície de dupla curvatura. No assento não há superfícies planas, faz-se necessário então criá-las nos pontos que serão usados para suporte de fixação.

O segundo motivo é a simplicidade. A maioria das pessoas reconhece e sabe como usar um sistema de encaixe do tipo pino com um componente macho e um componente fêmea. E dependendo da disposição dos pontos de encaixe, cada conjunto se torna único o que garante que só há um lugar possível para cada peça.

O terceiro motivo é a viabilidade de produção. Este tipo de sistema pode ser produzido com os materiais e métodos de fabricação usados no Dingue atualmente. Também seria possível por meio do uso de apêndices, produzir a peça a partir de um único molde isto representa um ganho enorme em termos de custo e produtividade.

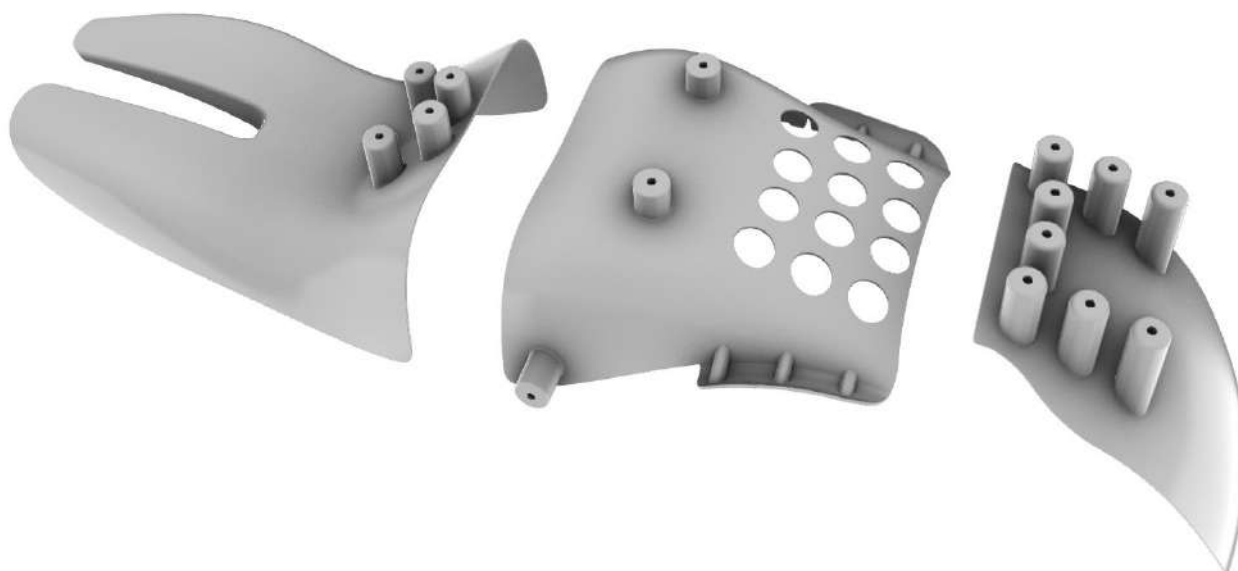


Figura 103. Sistema de encaixes do assento.

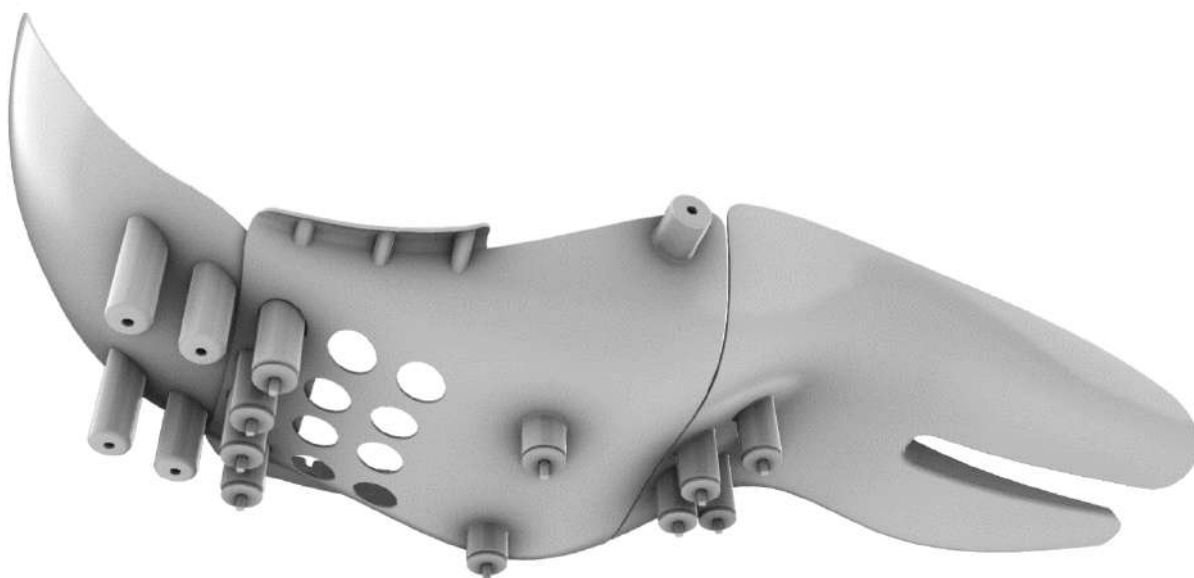


Figura 104. Sistema de encaixes do assento na configuração do maior percentil

3.1.10 Aba de apoio.

A aba de apoio (Figura 107) é uma extensão da forma do assento posicionada de modo a oferecer apoio para o usuário no momento do embarque e desembarque. Também será usada como apoio para o braço durante a velejada. Está previsto que esta área suporte uma carga maior do que o peso do usuário, para isto foram embutidas na forma colunas estruturais (Figura 106) que poderão ser desmoldadas junto com a peça da cesta. A utilidade desta aba foi uma descoberta acidental durante os testes no modelo de EPS usinado a escala 1:1. Observamos que os sujeitos utilizavam para se apoiar uma área entre a superfície do assento e o resto do bloco de EPS.

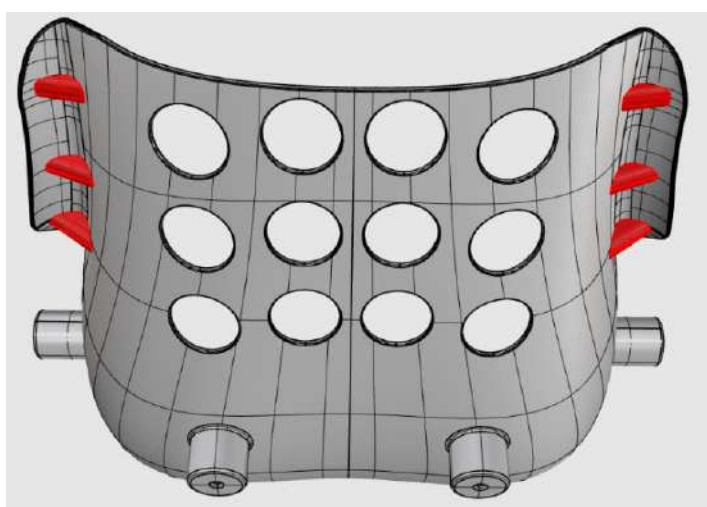


Figura 105. Estrutura das abas de apoio (vermelho)

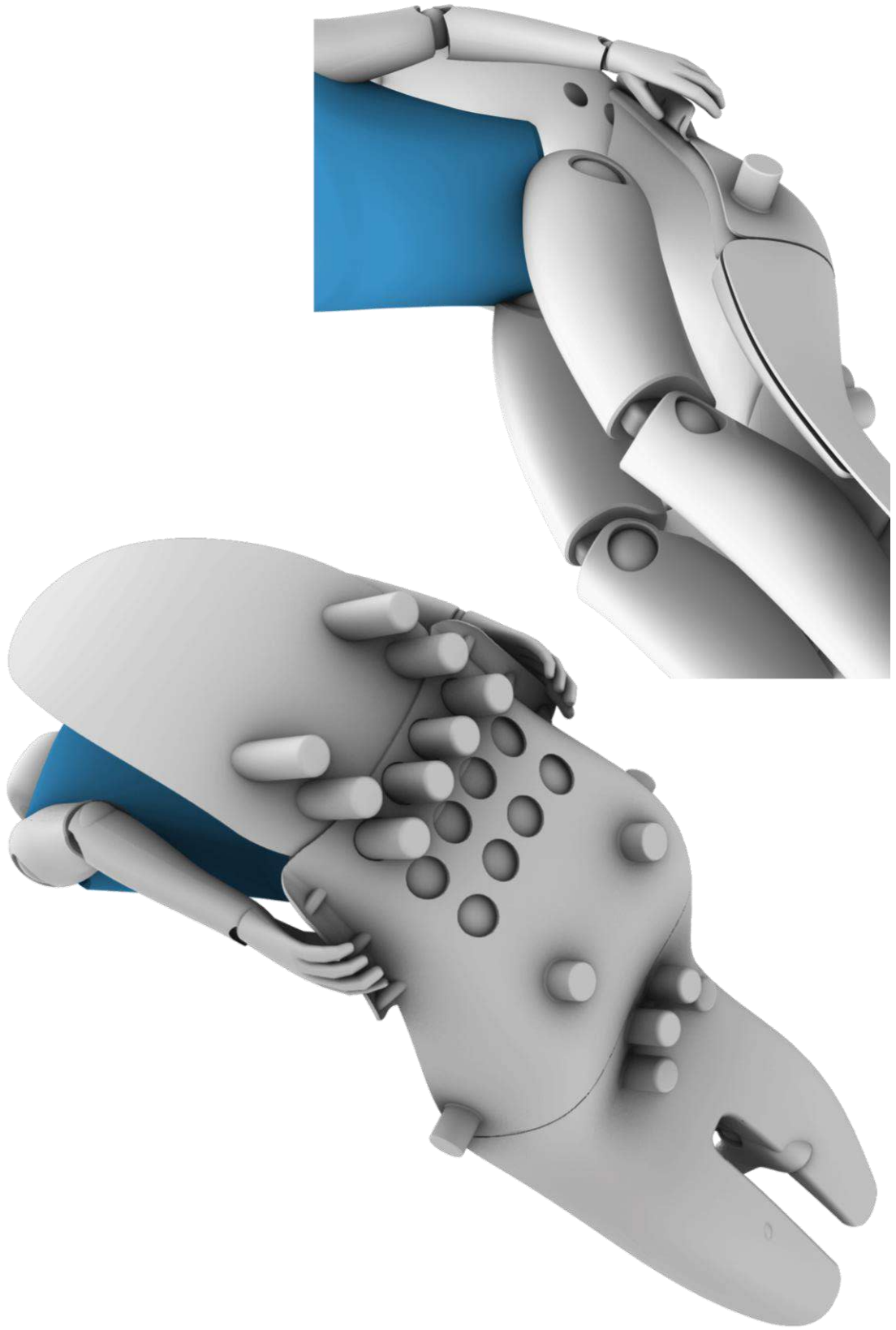


Figura 106. Aba de apoio.

3.2 Desenvolvimento da Base

Dos três conjuntos de elementos desenvolvidos neste projeto a base servirá para posicionar e fixar o assento no convés do Dingue. É importante ressaltar que por meio do processo de fabricação proposto, é possível criar peças usando como molde partes de outros componentes já existentes. Isto foi fundamental para o desenvolvimento da base.

Começamos o processo de desenvolvimento com rascunhos usando como base o desenho a linhas do convés do barco, isto serviu para explorar visualmente algumas possibilidades e descobrir necessidades primárias. Posteriormente passamos ao ambiente digital, devido à facilidade de aproveitar formas prontas e testar a resistência estrutural.

3.2.1 Requisitos e restrições

A base é o único dos elementos do conjunto que não foi testado usando um modelo físico, isto se deu porque um teste em material diferente do final, não iria validar informações sobre a eficiência estrutural da peça. Suas relações dimensionais estiveram sempre restritas pela posição do assento em relação ao piso do convés, pela posição dos furos do assento e pela posição dos pontos de fixação no convés.

Essas três restrições direcionaram todo o desenvolvimento da seguinte forma: O assento precisa acomodar ao usuário a uma determinada altura no convés para de que este possa enxergar o quanto precisa para velejar e a base deverá preencher o espaço entre o assento e o piso do convés.

Durante o desenvolvimento geramos várias alternativas de base, porém não foi possível definir alguma até não ter definido a posição dos encaixes do assento, isto porque a base contém na sua forma o elemento fêmea do sistema de encaixe tipo pino.

A última restrição é sobre o posicionamento da base no convés. É fundamental para garantir estabilidade que a base seja posicionada na linha de centro do barco. Dado que esta peça será responsável por prender o assento e suportar os movimentos do usuário, se faz necessário que ela seja fixada no ponto de maior resistência estrutural. Na configuração padrão do Dingue, este ponto encontra-se no suporte da ferragem da escota (Figura 108).

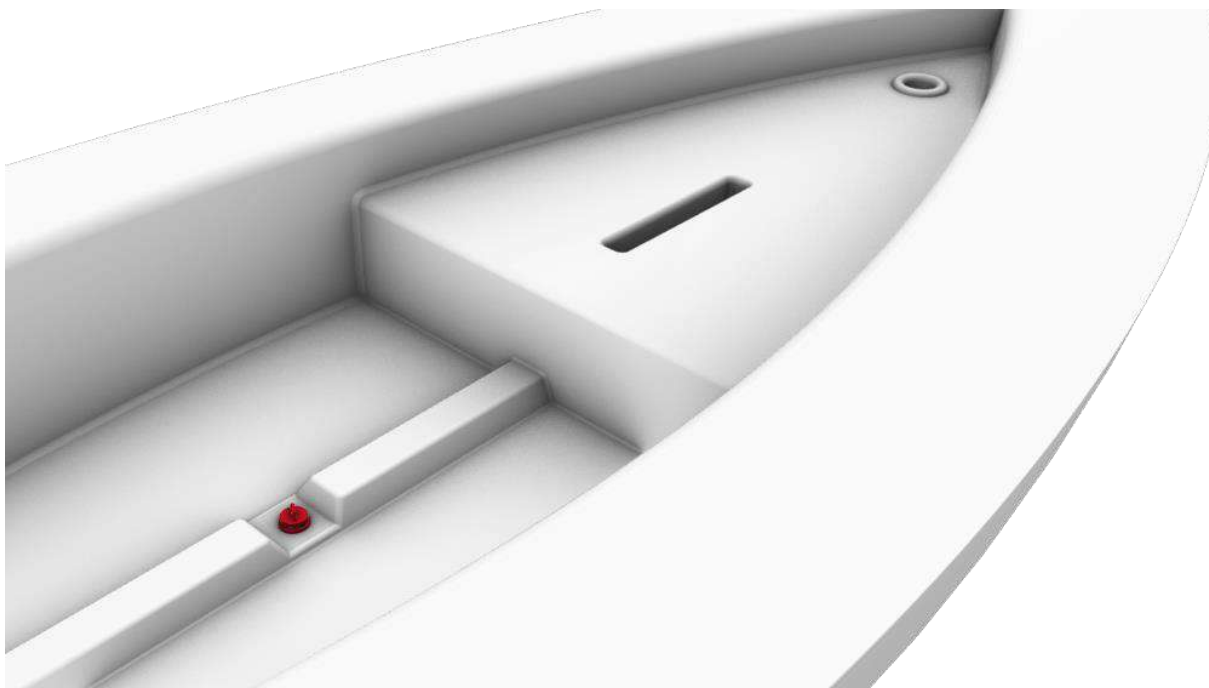


Figura 107. Ponto de fixação da escota na configuração original do Dingue (vermelho)

3.2.2 Forma da base

Neste primeiro esboço (Figura 109) observamos a intenção de criar um plano de apoio no convés maior que o plano de apoio na cadeira para compensar a inclinação do barco sem ter perda do equilíbrio. Também observamos uma abertura no plano de apoio do assento, isto pela necessidade de acionar o sistema de fixação após o posicionamento da peça no convés.

O segundo esboço (Figura 110) propõe uma estrutura aberta que permitiria a passagem de cabos através dela, nele é explorada a ideia de aproveitar uma faixa da forma do Dingue, como base da nossa peça, garantindo um encaixe de posição única.

No terceiro rascunho (Figura 111) observamos a intenção de estender os pontos de fixação a outro lugares do convés, esta ideia foi descartada rapidamente pois a peça resultante teria um volume que dificultaria o transporte e armazenamento, além de aumentar o custo do produto.

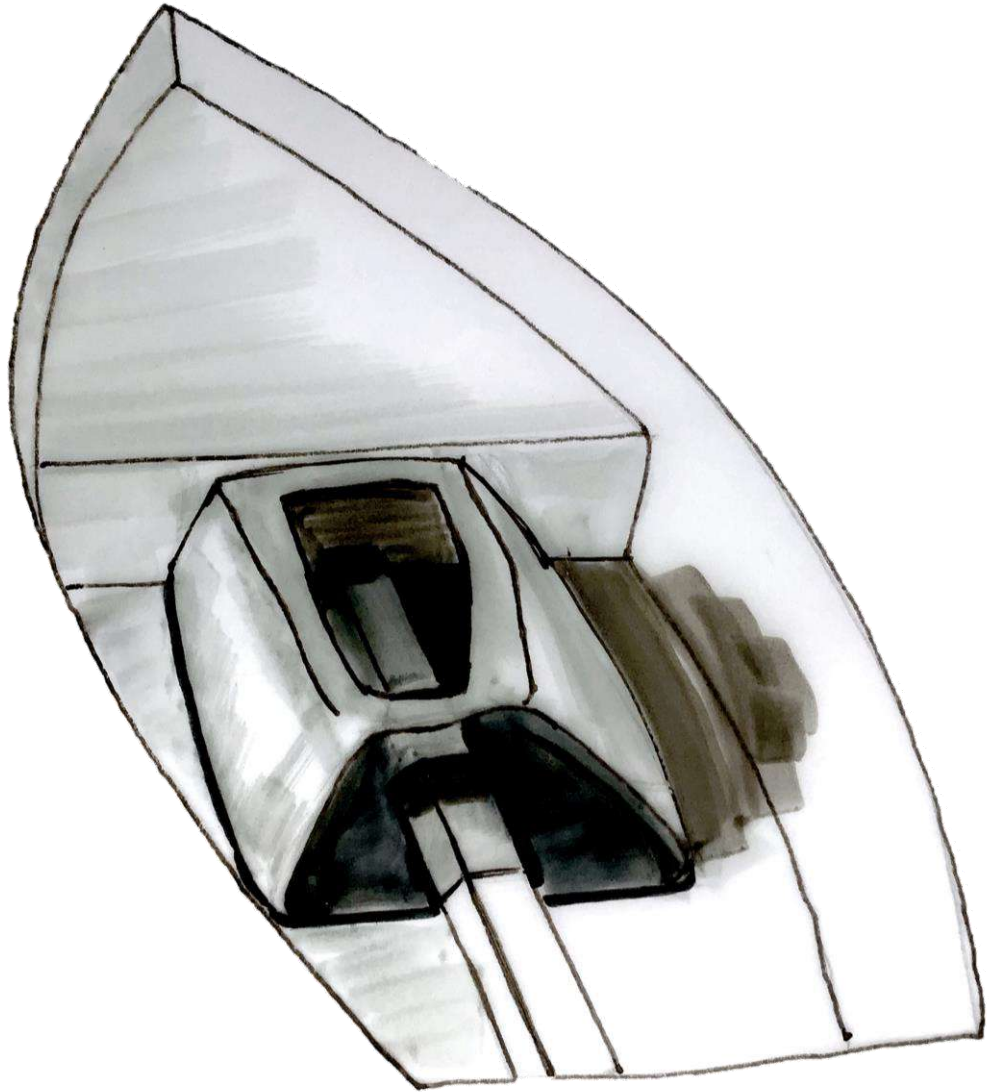


Figura 108. Rascunho da base, iteração 1.

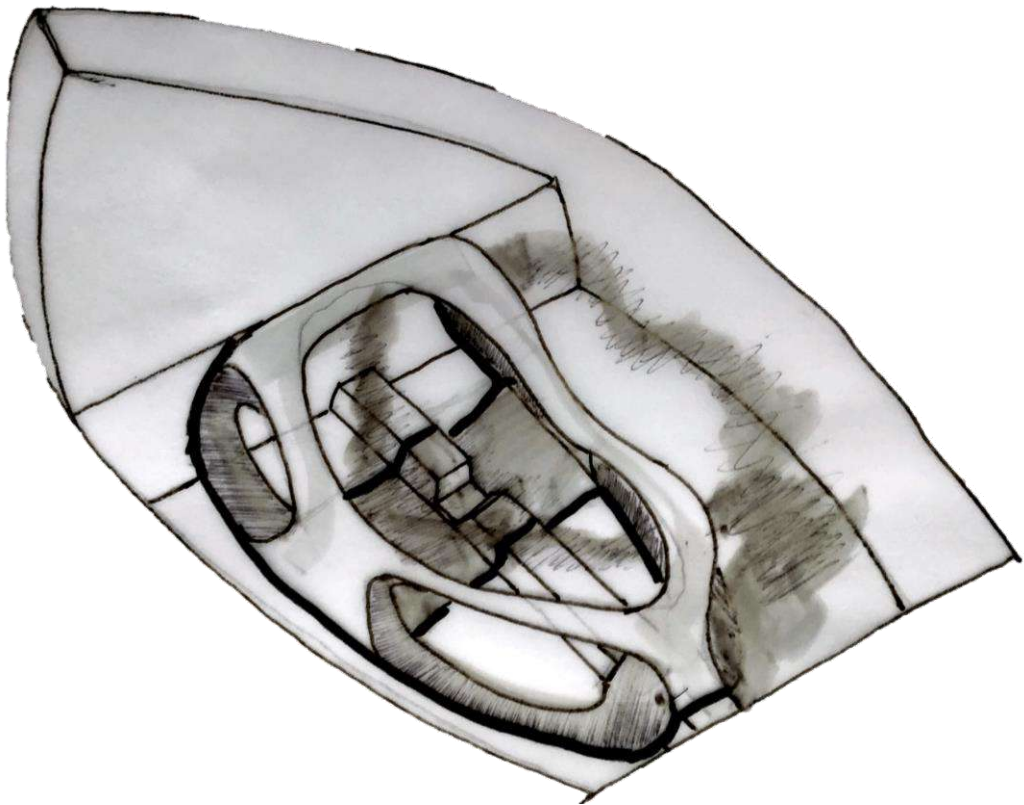


Figura 109. Rascunho da base, iteração 2.

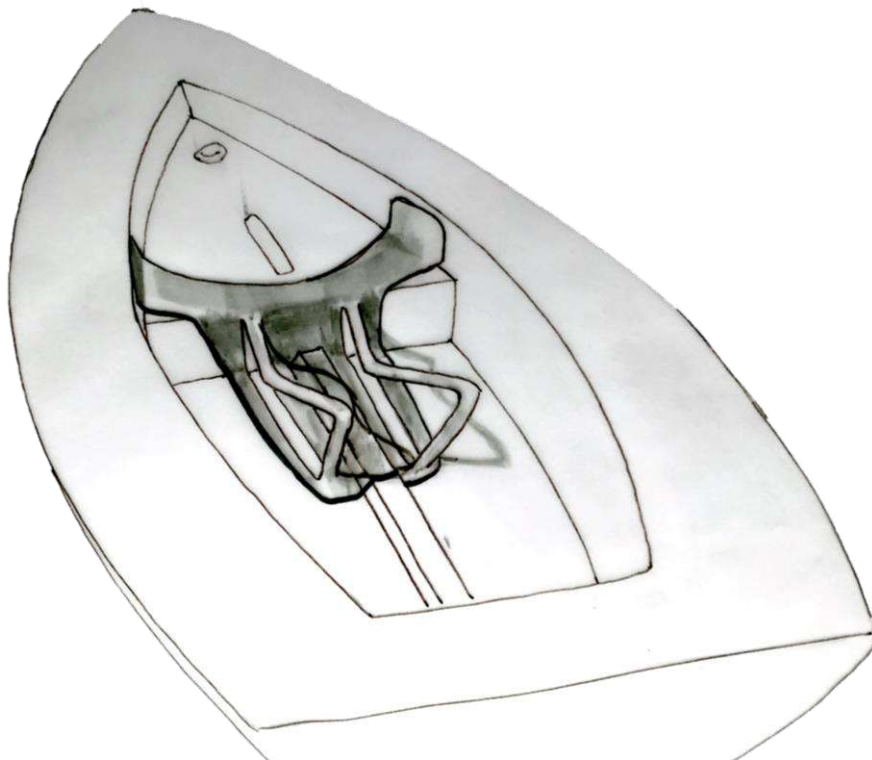


Figura 110. Rascunho da base, iteração 3.

O quarto rascunho (Figura 112) é uma representação do espaço ocupado por uma possível base. Nele observamos a intenção de combinar a superfície do assento com a superfície do piso do Dingue para criar a base a partir da conexão deles dois.

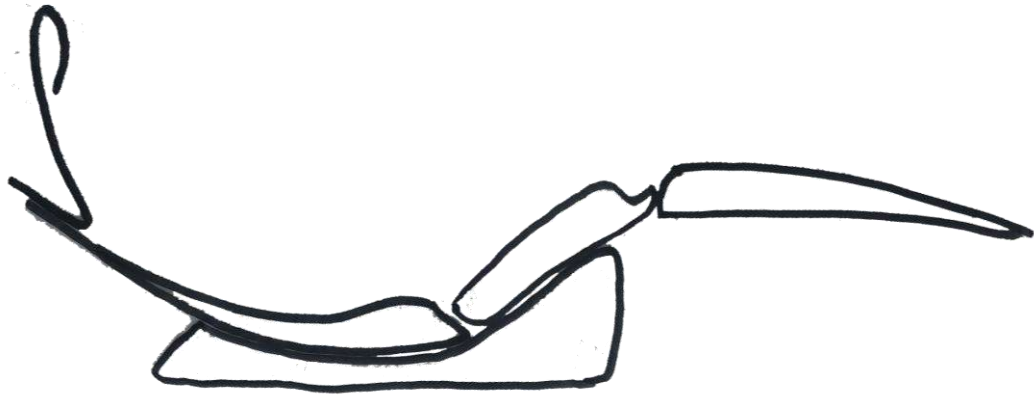


Figura 111. Rascunho da base, iteração 4.

Já no ambiente digital, o processo de criação começa recortando da superfície do assento e do Dingue. Foram tentadas várias alternativas nas quais o plano de apoio do chão no Dingue era mantido e a superfície do assento era vazada para permitir o acesso da mão no momento de fixar a estrutura no convés. É importante ressaltar que o posicionamento das vistas segue a orientação do terceiro diedro devido à configuração padrão do softwares de fabricação estadunidense.

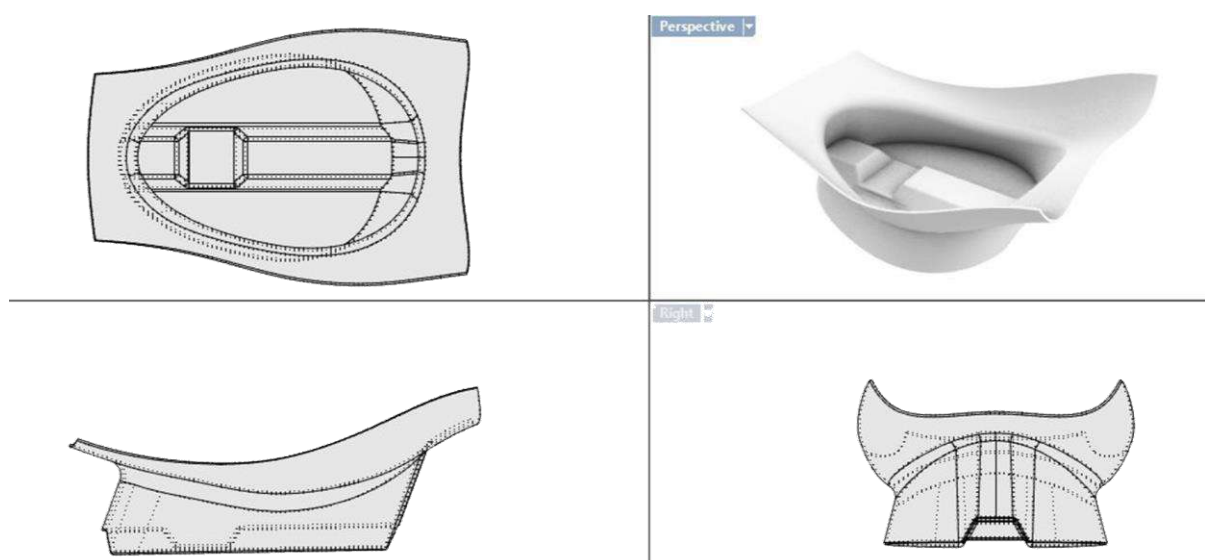


Figura 112. Rascunhos digitais, iteração 1.

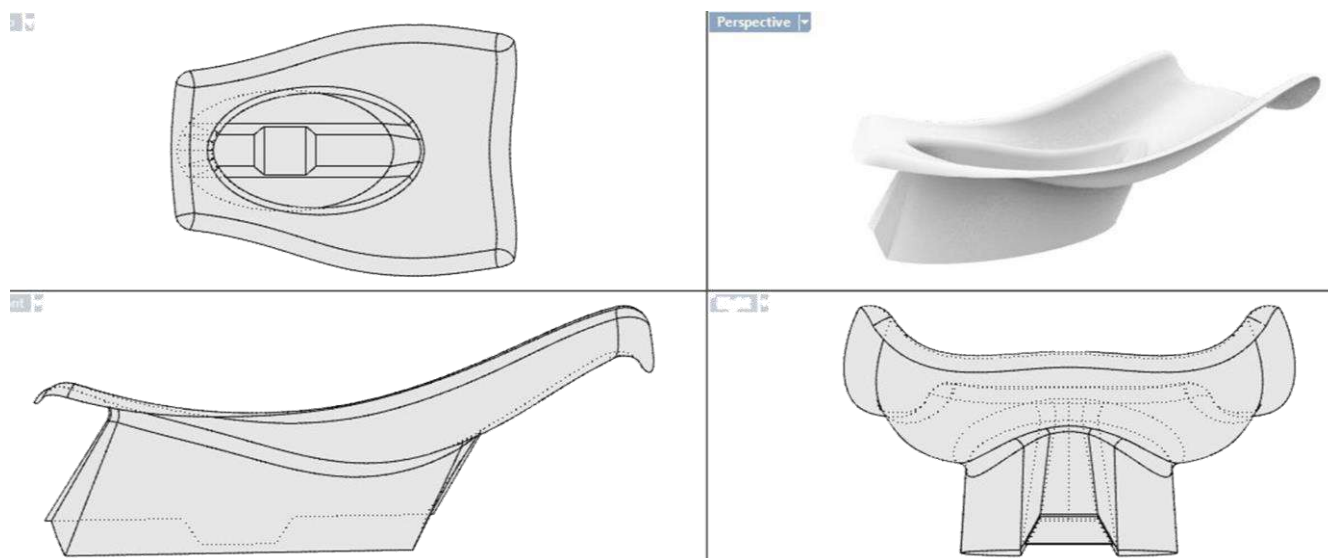


Figura 113. Rascunhos digitais da base, iteração 2.

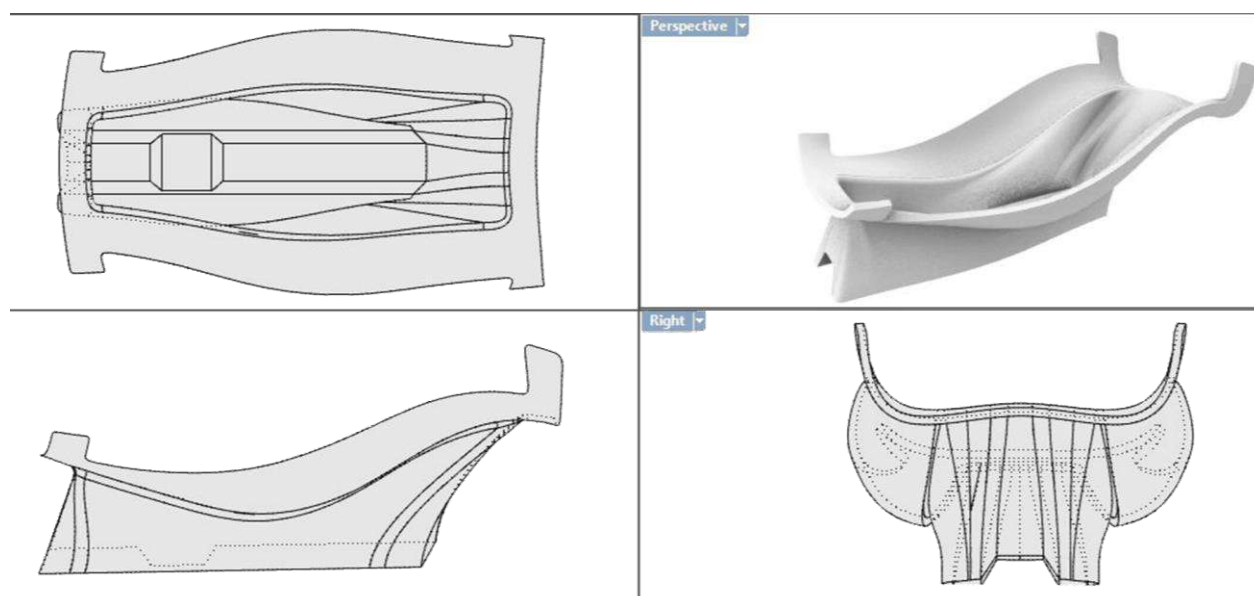
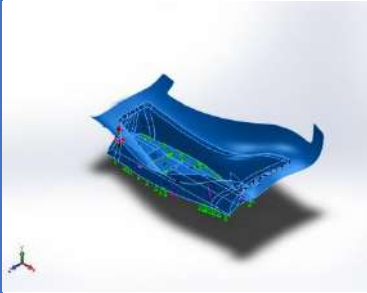
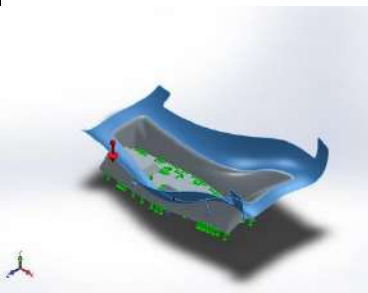
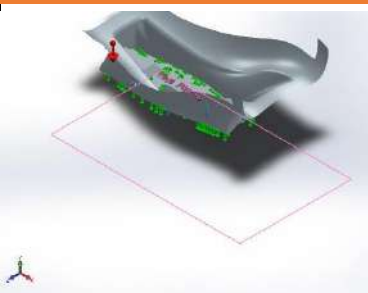


Figura 114. Rascunhos digitais, iteração 3.

Após o desenvolvimento da iteração 3 (Figura 115) foi realizado nela uma análise estrutural pelo método de elementos finitos no software Solidworks Simulation Express. Apesar de realizado num modelo preliminar, este teste ajudou no entendimento de como são distribuídas as cargas na base do cockpit. No Quadro 6 observamos a configuração dos parâmetros do material escolhido, no caso a Fibra de Vidro tipo E. No Quadro 7 é apresentada a configuração das forças aplicadas ao modelo, vale ressaltar que para este estudo, foi considerada uma força de 120 kg além da força de gravidade. Por último no Quadro 8 podemos observar a representação das zonas de escoamento da peça numa escala de cores do azul ao vermelho, sendo aplicado o primeiro em área sem deformação do material e o segundo em área de escoamento crítico.

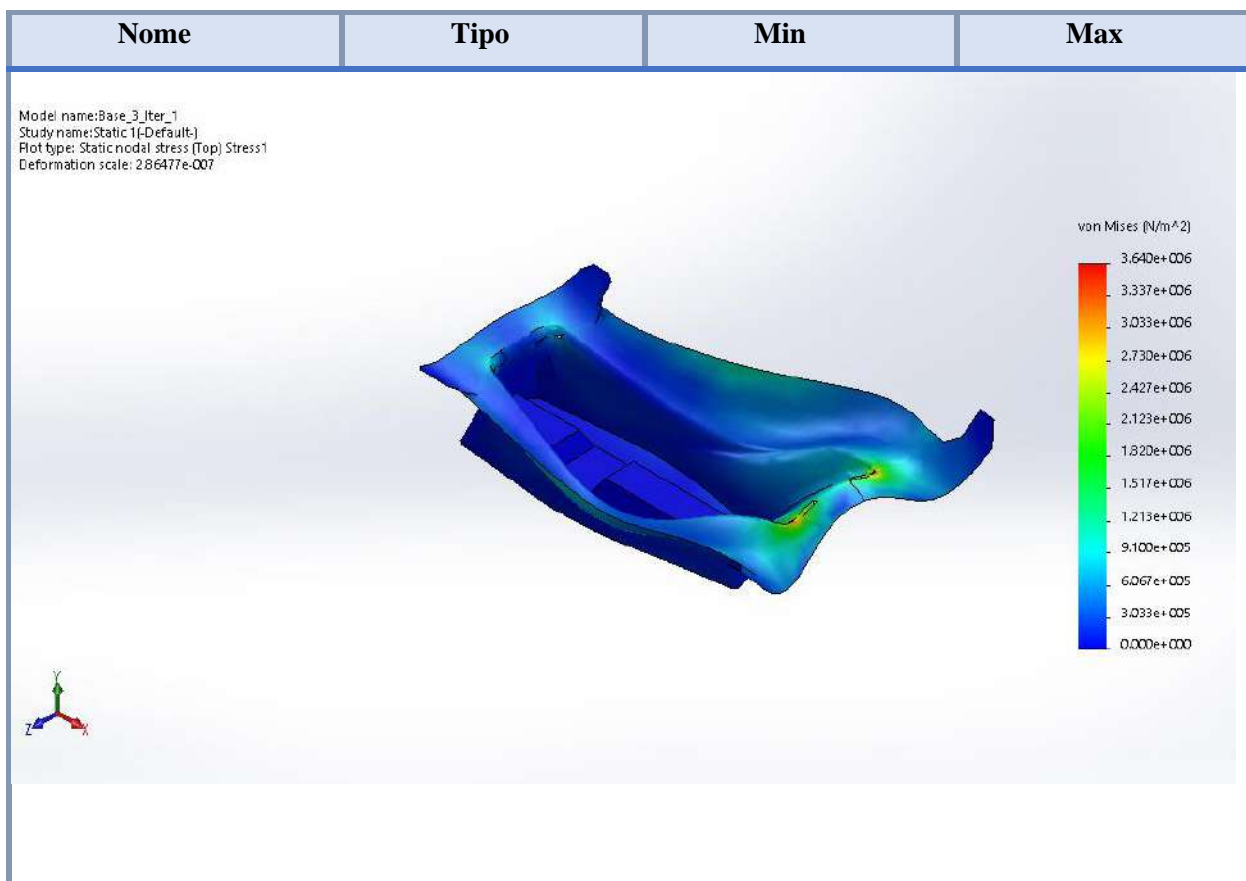
Modelo	Propriedades	Components
	<p>Nome: Fibra de vidro tipo E</p> <p>Tipo de modelo: Isotropico linear</p> <p>Modulo de elasticidade: 11.101 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.3</p> <p>Densidade: 2770 kg/m³</p>	Base 3_Iter_1

Quadro 6. Configurações do material no teste de resistência estrutural.

Forças Aplicadas	Imagem do modelo	Detalhes da força aplicada
Força-1		<p>Entidades: 1 Superficie</p> <p>Tipo: Força aplicada na direção da normal</p> <p>Valor: 120 kgf</p>
Gravidade-1		<p>Referência: Plano Superior</p> <p>Valor: 9.81</p> <p>Unidade: SI</p>

Quadro 7. Configuração das forças aplicadas ao modelo durante a análise estrutural

Nome	Tipo	Min	Max
Análise de escoamento	Von Mises	0 N/m ² Node: 560	3.64011e+006 N/m ² Node: 285



Quadro 8. Análise do escoamento da peça

Nesta configuração nos deparamos com alguns problemas, sendo o primeiro de resistência estrutural. Mesmo superdimensionando a espessura do laminado, todos os testes virtuais de resistência estrutural apontaram que as paredes da base iriam fletir. Isto desconsiderando o movimento de inclinação do barco. Outro problema foi referente à fabricação, a forma resultante da conexão das duas superfícies (assento e barco) ficava com curvaturas e ângulos que dificultariam bastante o processo de fabricação usando o método de laminação manual, obrigando a ter duas ou mais partes no molde.

Esses dois problemas foram resolvidos com a criação de um terceiro elemento estrutural, cuja função é suportar as cargas do esforço causando pela inclinação do barco (Figura 116). A base não precisou mais ser responsável pelos esforços laterais, e isto permitiu aproveitar reduzir a superfície de contato entre a base e o convés. As modificações decorrentes de estas mudanças, permitiram que fosse possível produzir a peça final a partir de um molde com uma única direção de saída.

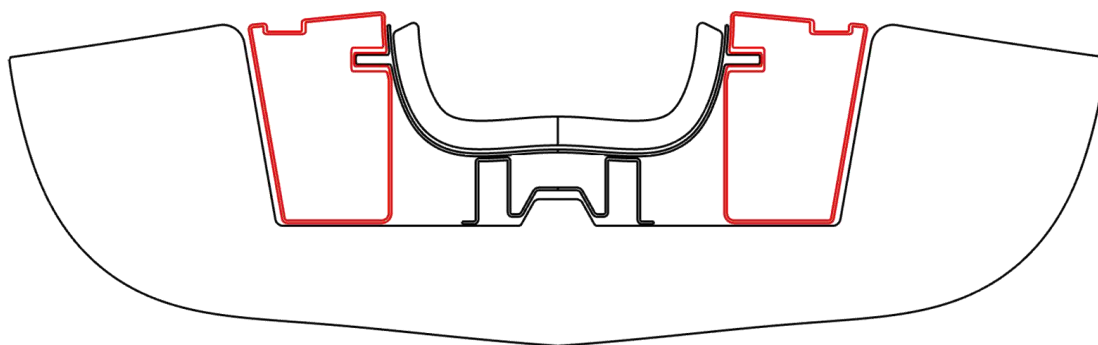


Figura 115. Apoios estruturais (vermelho).

Um único ponto de fixação na seção longitudinal entre o convés e a base (Figura 108), ainda permitiria o assento se mexer causando desconforto e risco ao usuário. Para resolver isso, adicionamos um segundo ponto de fixação na base (Figura 117). Apesar do conjunto do cockpit estar conectado ao barco por outros quatro pontos de fixação, acreditamos que a segurança e conforto do usuário são essenciais para o desenvolvimento satisfatório da atividade, valendo assim qualquer esforço adicional. A base fixada no convés pode ser observada na Figura 118.

Para receber os pontos de fixação do assento (Figura 105) e complementar o encaixe tipo pino, a forma da base recebeu as furações que originaram o elemento fêmea do sistema de encaixe. O resultado é apresentado na Figura 119. Na Figura 120 é apresentada uma proposta para a fixação dos componentes usando um sistema de porca e parafuso

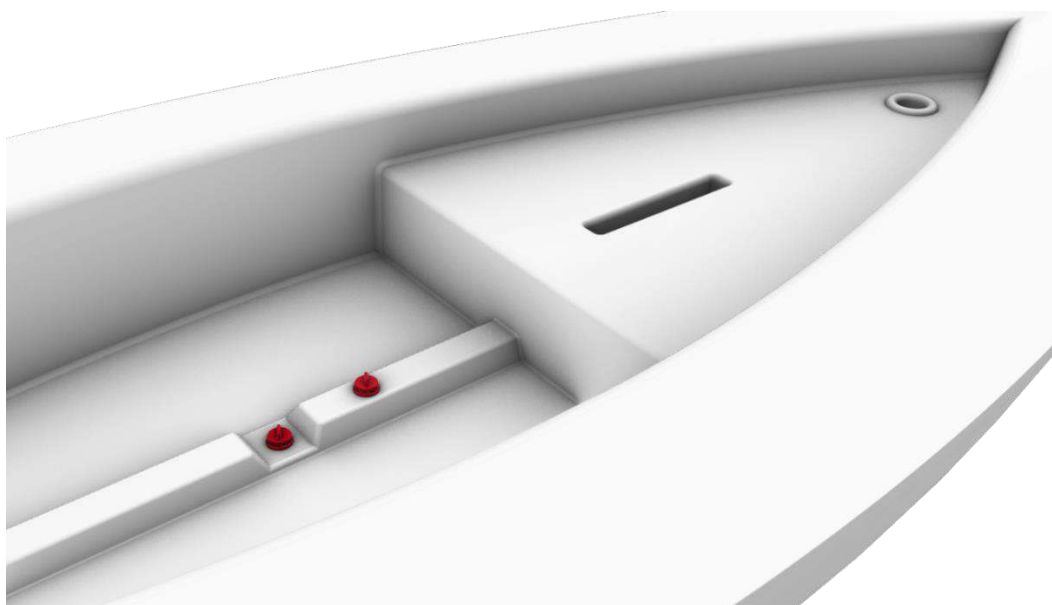


Figura 116. Pontos de fixação da base no convés



Figura 117. Fixação da base no convés do Dingue



Figura 118. Fixação do apoio para as pernas na base

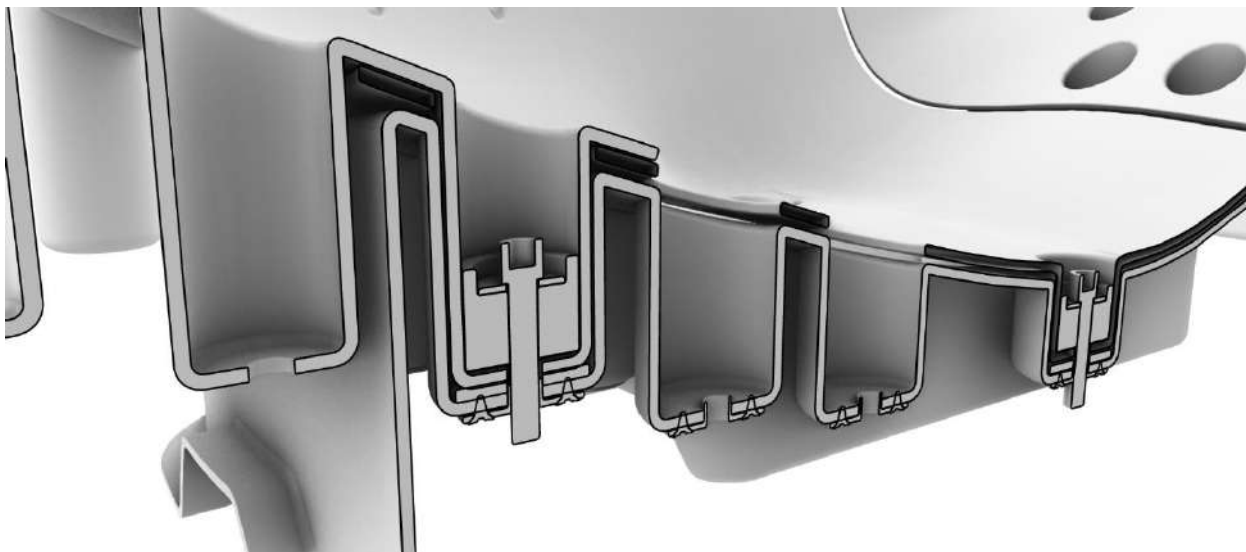


Figura 119. Vista de corte da fixação do assento na base

3.3 Desenvolvimento dos sistemas de controle do leme

3.3.1 Cana de Leme

O desenvolvimento de um novo sistema de controle para o veleiro Dingue mostrou-se prioritário, já que no modelo atual, a embarcação é guiada pelo usuário através de uma cana de leme que não poderia ser manipulada desde o assento do cockpit (Figura 121).

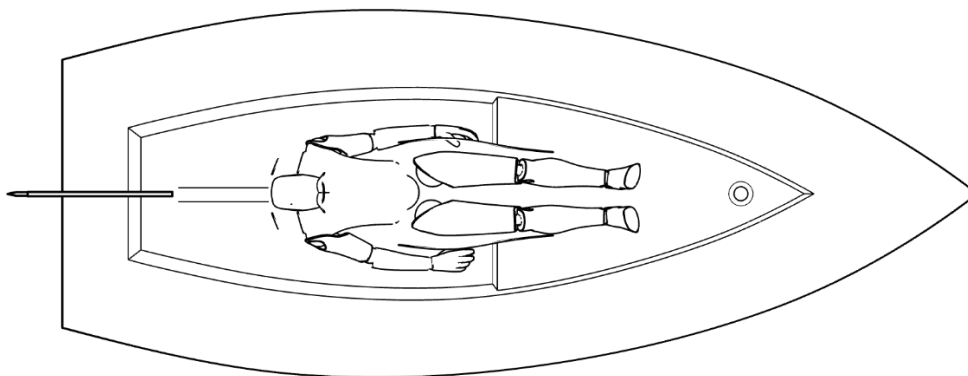


Figura 120. Orientação do usuário em relação à cana de leme

O primeiro passo foi determinar o comprimento da peça que atuaria como cana de leme. Os testes realizados no barco apontaram que o arco formado pelo movimento dela, é diretamente proporcional ao comprimento de corda que precisa ser deslocado para controlar a embarcação (Figura 122). No caso do nosso projeto, esse comprimento de corda deve ser o menor possível, isso possibilita ao usuário um controle sensível da embarcação através de um movimento reduzido quando comparado ao atual.

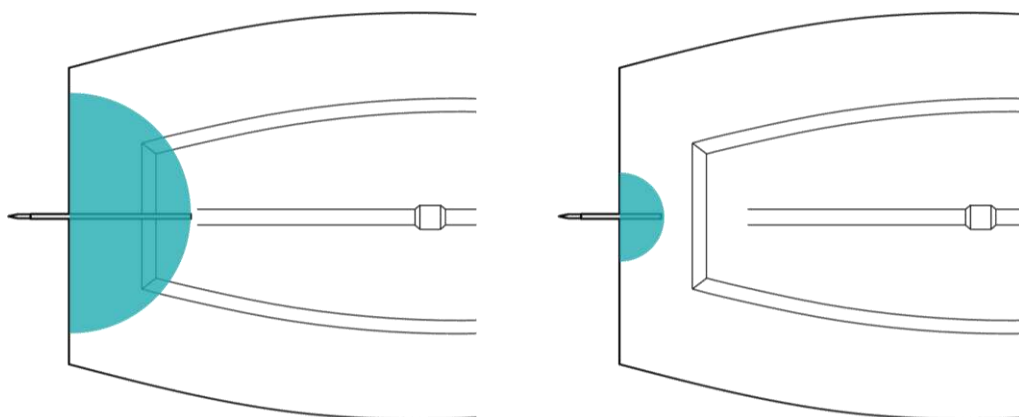


Figura 121. Movimento do controle atual (esquerda) e movimento proposto(direita).

A atual cana de leme do Dingue apresenta uma boa funcionalidade e destaca-se por ter uma fabricação simplificada. Uma outra vantagem, é que por ser um componente já comercializado no mercado, a empresa não precisaria arcar com os custos da produção, e o usuário que já possuir uma, poderia adaptá-la facilmente. Ela possui um comprimento de 900 mm, a modificação proposta, é reduzir esse comprimento para 250 mm aproveitando o encaixe semi cônico (Figura 123). Posteriormente deverá ser aberta uma furação passante de 1cm de diâmetro, cujo centro estará a 2 cm de distância do fim do perfil de alumínio.

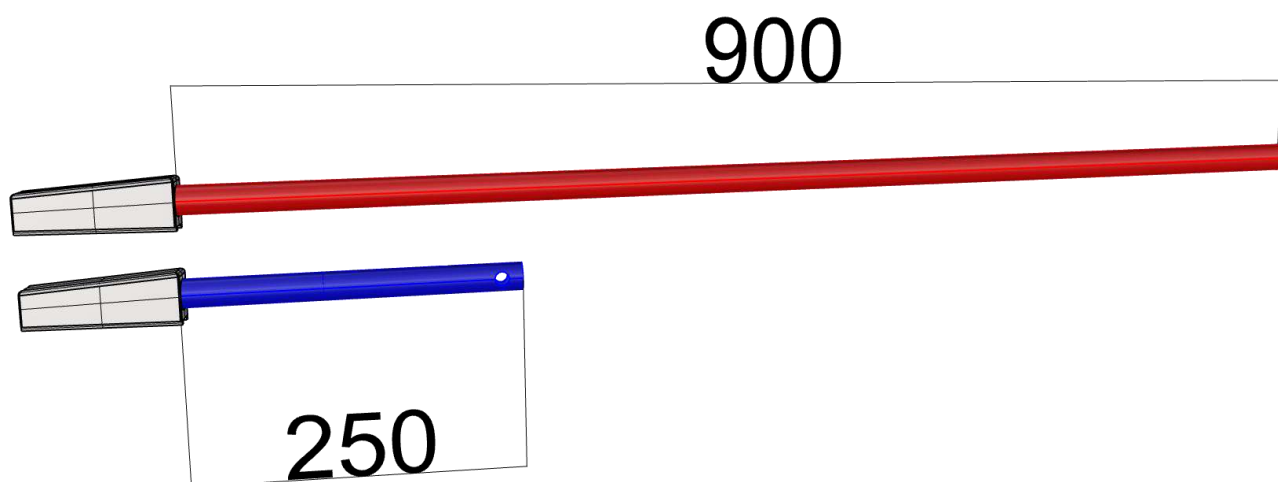


Figura 122. Cana de leme atual do Dingue (vermelho) e proposta de modificação (azul).

3.3.2 Cabeamento do controle do leme

Após determinado o comprimento da nova cana de leme, foram testadas algumas configurações de passagem de cabos. Sempre tentando minimizar o uso de ferragens e visando possibilitar uma configuração do leme confortável tanto para destros, quanto para canhotos. No processo de

desenvolvimento do cabeamento foram realizados testes em um modelo de EPS escala 1:8, usando linhas de algodão coloridas para representar os cabos e presilhas de aço para representar os moitões. Em todos os casos foram representados com cores diferentes os cabos de bombordo e boreste.

O teste com esta primeira configuração (Figura 124) apontou que os moitões de popa deveriam ficar o mais próximo possível ao espelho de popa para que a cana pudesse ter um maior ângulo de rotação.

Na segunda iteração (Figura 125) os moitões foram colocados o mais perto possível do espelho de popa, porém, existe uma superposição de cabos que gerou perda da sensibilidade no controle, e poderia gerar desgaste por atrito entre as cordas.

Na terceira iteração (Figura 126) foram adicionados 2 moitões ao conjunto, isto permitiu que a passagem dos cabos das paredes laterais para a borda de popa acontecesse com maior fluidez. Também foram movidos os moitões de popa para mais perto da linha de centro.

Na quarta iteração (Figura 127) os moitões de popa voltaram à posição da segunda iteração, e foram mantidos os dois moitões adicionados na terceira. Esta alternativa usa muitas ferragens, o que aumenta o custo final do produto, e o número de intervenções no Dingue.

Tendo estes fatores em conta foi gerada uma quinta alternativa (Figura 128). Onde o número de moitões foi reduzido e reposicionados visando não se cruzar com o cabeamento da escota. Esta iteração foi classificada como a configuração mais eficiente e portanto, proposta como solução para o cabeamento do leme do cockpit adaptado.

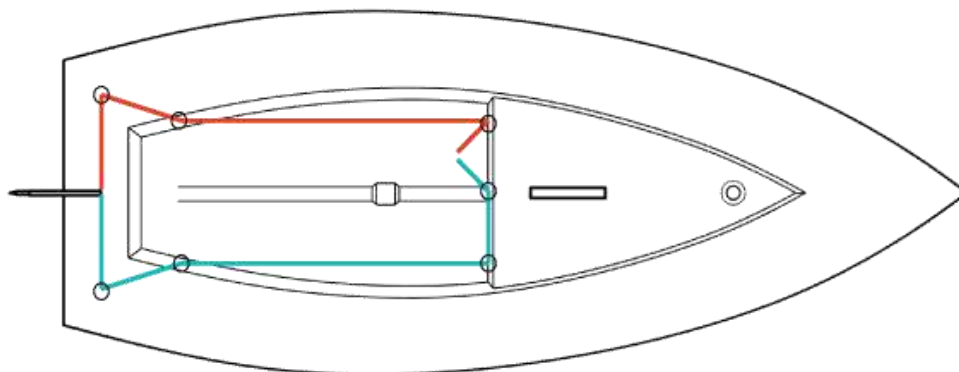


Figura 123. Testes do cabeamento, primeira iteração.

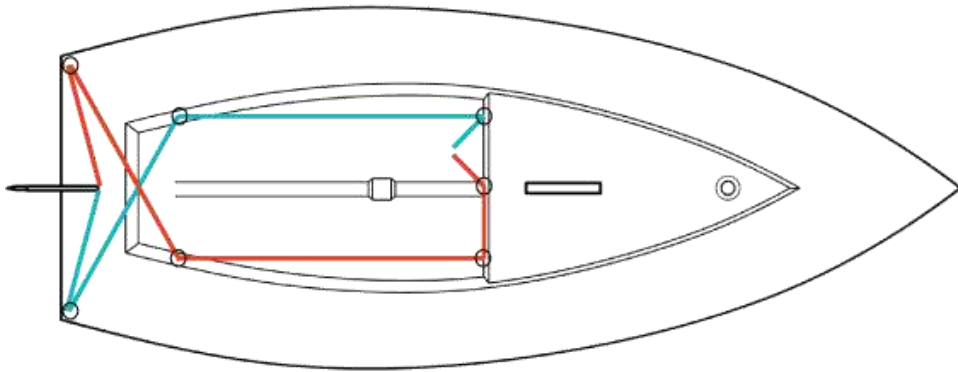


Figura 124. Testes do cabeamento, segunda iteração.

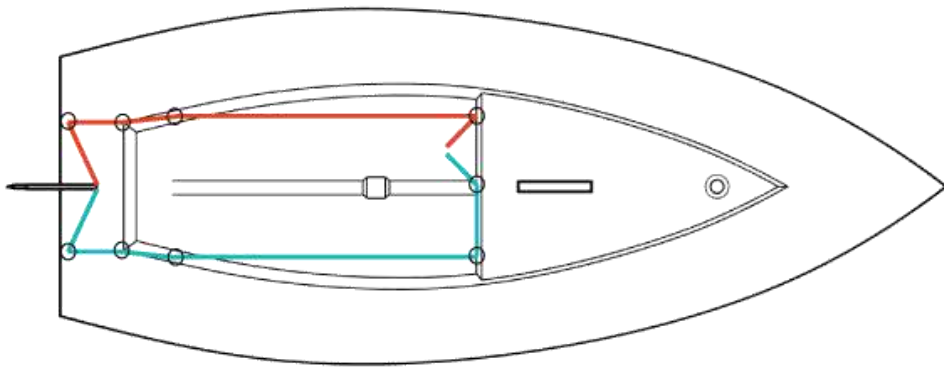


Figura 125. Testes do cabeamento, terceira iteração

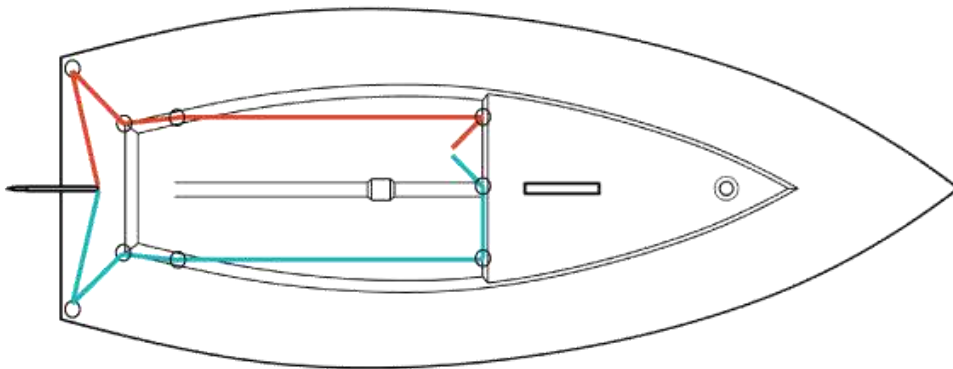


Figura 126. Testes do cabeamento, quarta iteração.

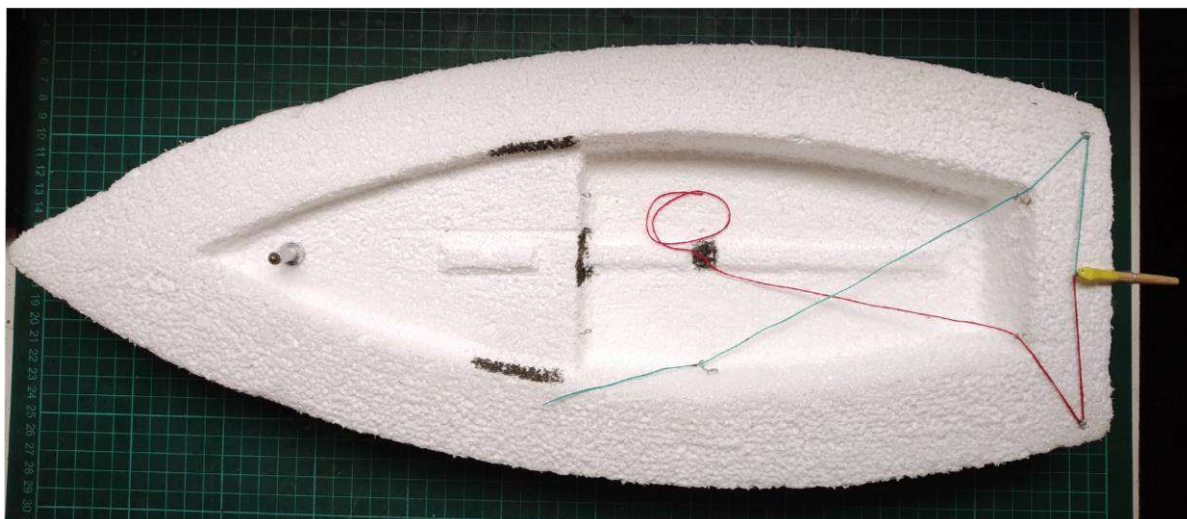


Figura 127. Iteração 5 no modelo de EPS escala 1:8.

3.3.3 Controle do usuário

O controle da embarcação por parte do usuário é um dos pontos essenciais no desenvolvimento deste projeto. Trata-se de uma tarefa que será realizada constantemente durante a atividade, exigindo atenção a vários elementos internos e externos à embarcação, além de manejo fino dos componentes controladores.

Em todos os barcos similares analisados encontramos o uso de um Joystick como elemento controlador, isto porque os movimentos do joystick (Figura 129) assim como os movimentos da cana de leme são sistemas de alavanca que podem ser acionados por cordas, além disso o mecanismo é simples de fabricar e implementar.

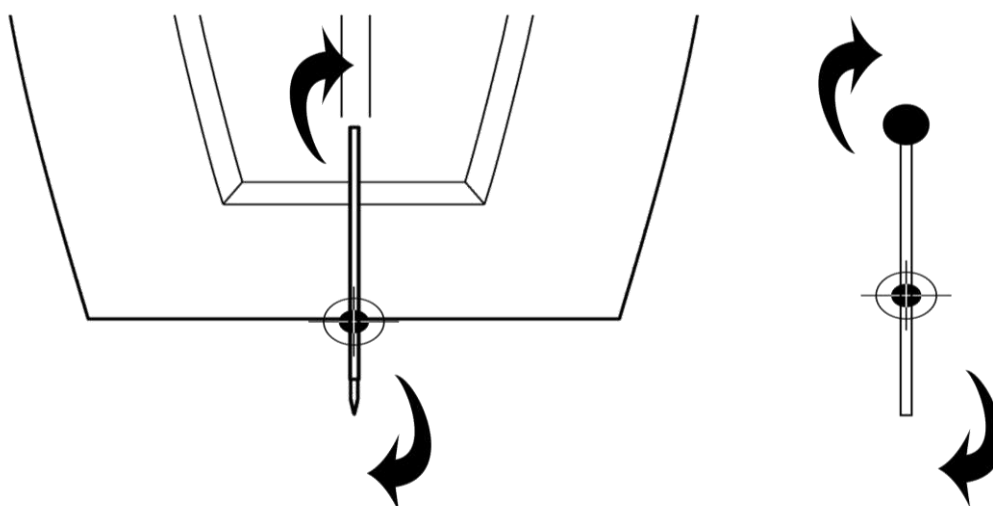


Figura 128. Movimentos cana de leme (esquerda) e joystick (direita)

Tendo em conta essas vantagens, foi decidido adotar o joystick como mecanismo de controle da embarcação. Posteriormente foram divididos os subconjuntos que compõem o elemento controlador, e trabalhar no desenvolvimento deles de forma individual (Figura 130)

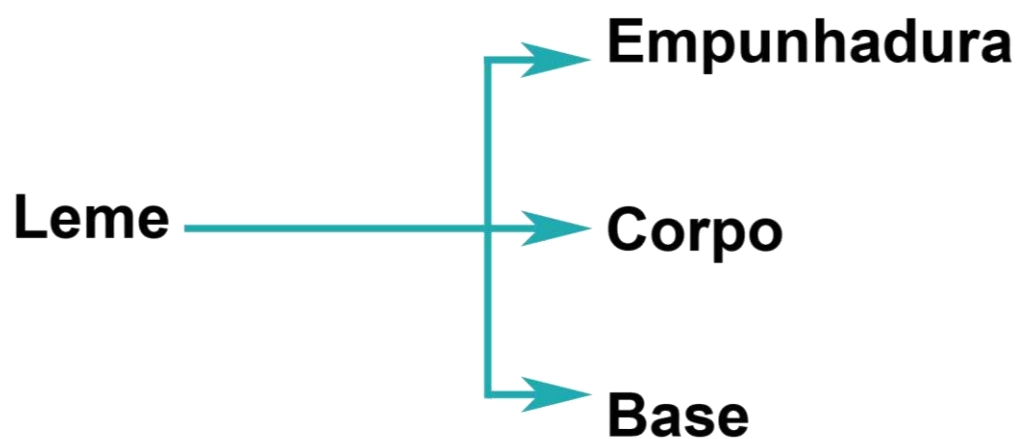


Figura 129. Diagrama dos componentes do leme.

3.3.4 Empunhadura

Para o desenvolvimento da empunhadura foram realizados esboços (Figura 131) e a partir destes, construídos modelos físicos em EPS e Espuma de Poliuretano Rígida. Os testes realizados com os modelos físicos ajudaram a determinar a configuração mais confortável do controle, tendo em vista parâmetros de zona de conforto e posição do usuário.

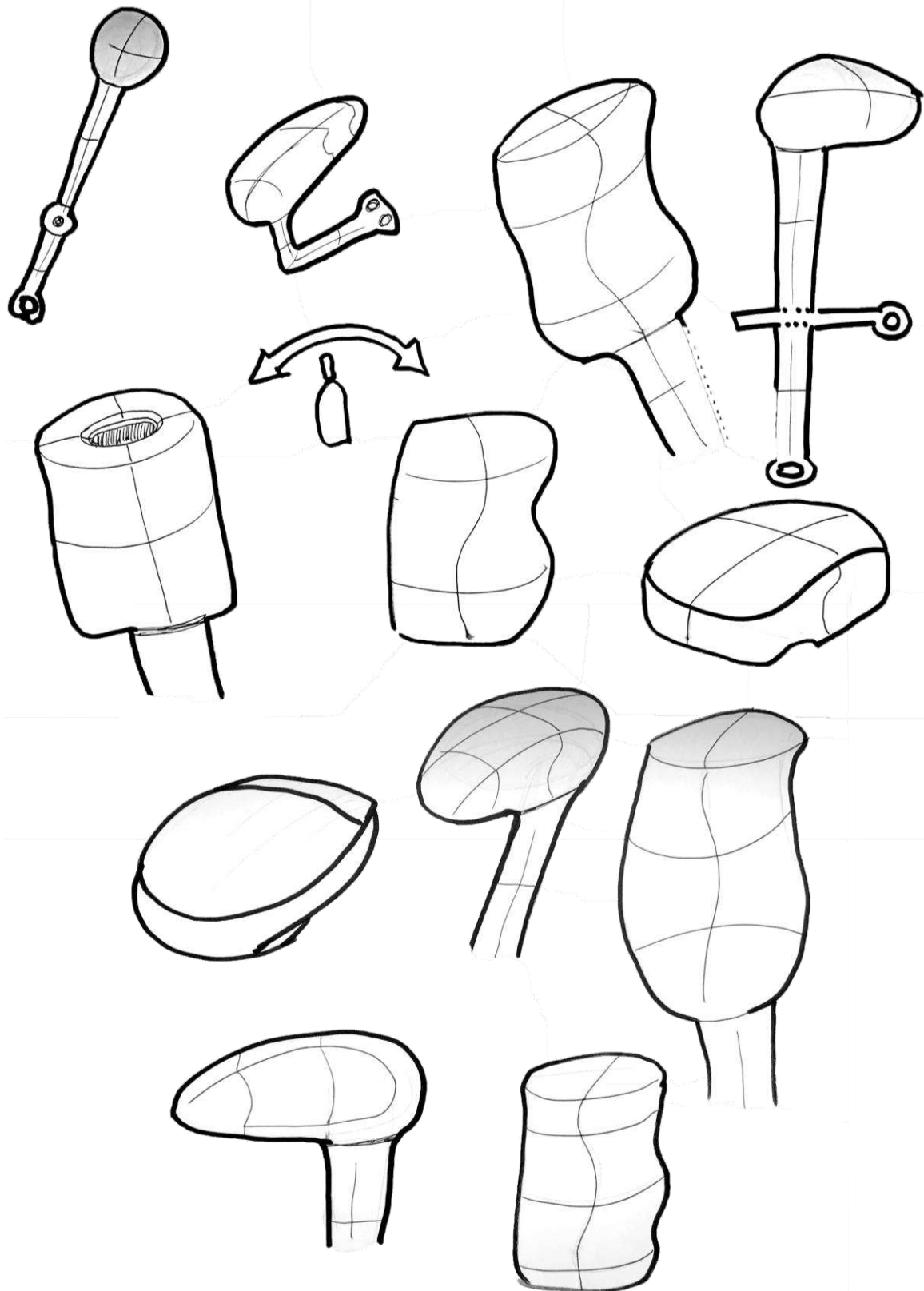


Figura 130. Rascunhos da empunhadura do controle do leme

Na primeira iteração (Figura 132) o controle do barco é do tipo contínuo já que permite realizar infinitas configurações, acionado pelo movimento radial e urnal do pulso. A intenção era que o usuário

tivesse menos esforço no braço, porém, o esforço concentrado no pulso gerou desconforto durante os testes em condições de cargas muito inferiores às do ambiente real.

Na segunda iteração (Figura 133) testamos uma configuração que realiza um grande movimento, diminuindo assim a sensibilidade e necessidade de precisão por parte do usuário. A posição da empunhadura resultou confortável, porém, o movimento que o usuário deve realizar para controlar a embarcação não é congruente com o movimento resultante dela já que o leme é acionado no sentido da proa ou da popa, e a embarcação reage com um movimento no sentido boreste ou bombordo (Figura 134). Segundo Iida (2005) as pessoas podem ser treinadas para realizar movimentos incompatíveis, porém o aprendizado precisa de mais tempo, e em emergência ou pânico há uma tendência de o usuário voltar ao movimento compatível.

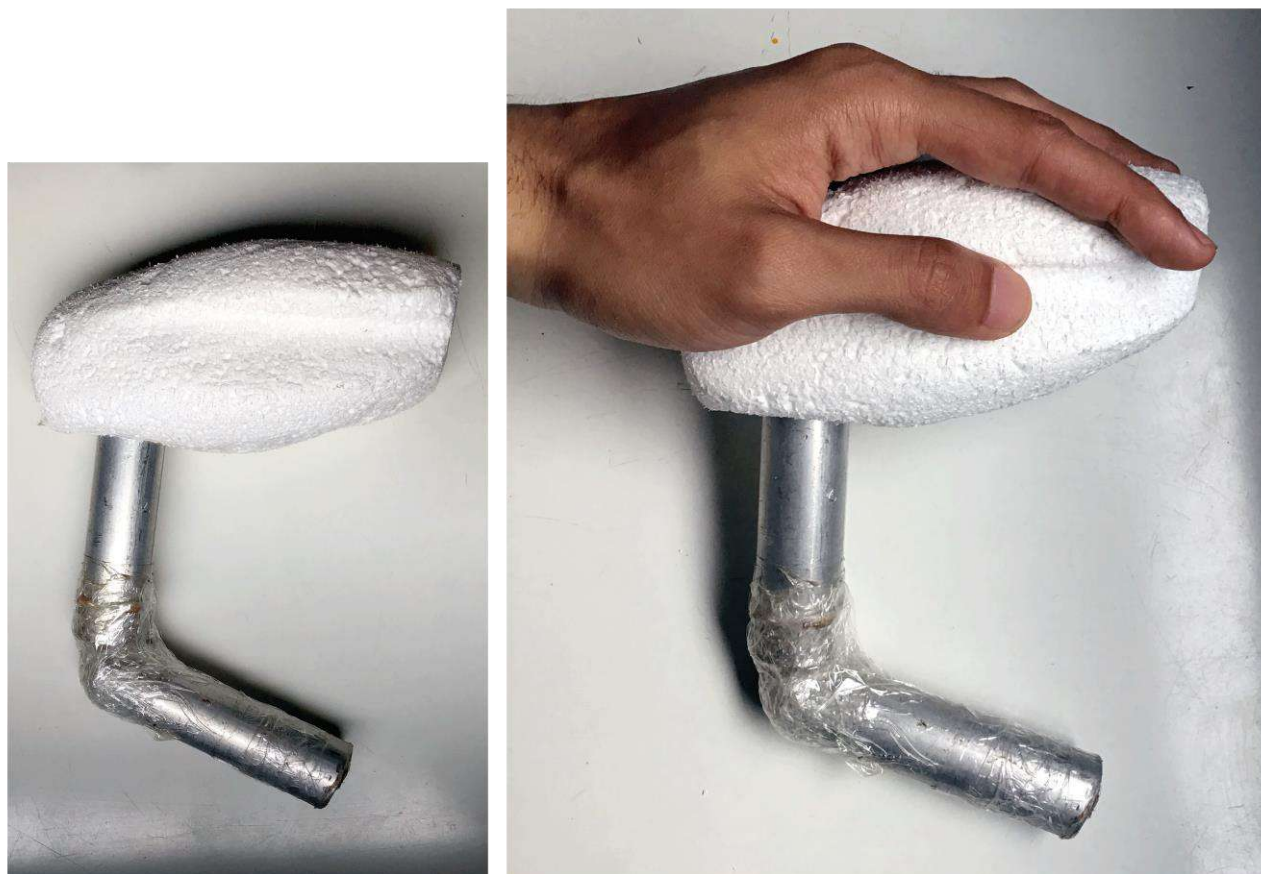


Figura 131. Modelo físico da primeira iteração controle do leme

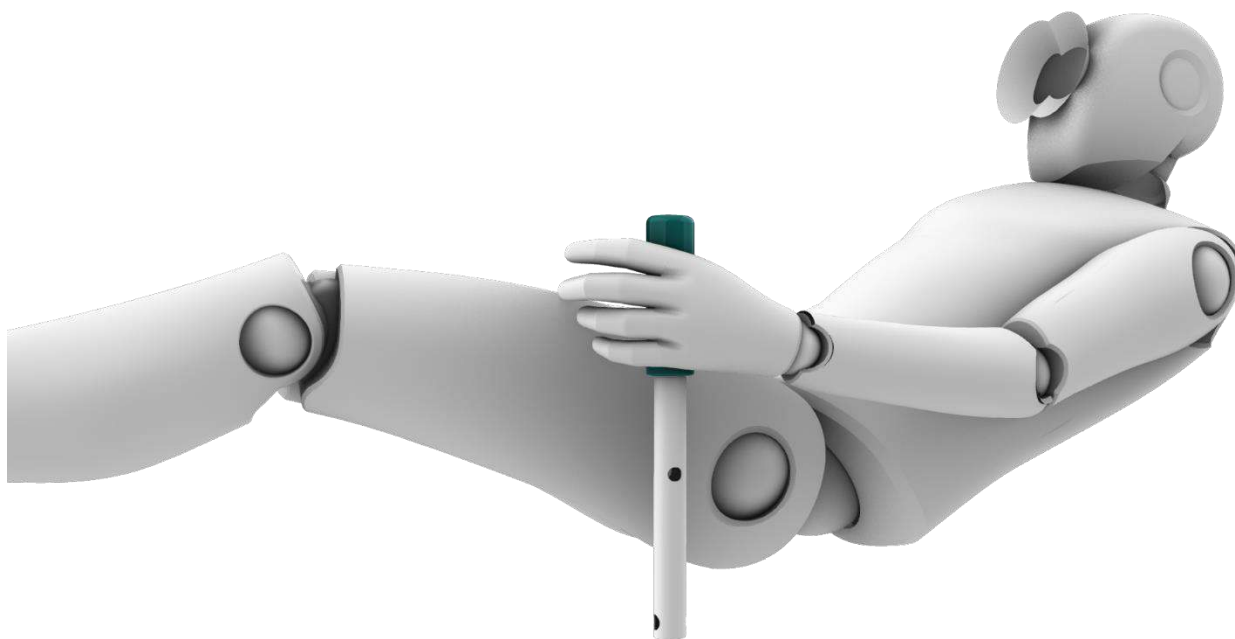


Figura 132. Simulação de uso da iteração 2.

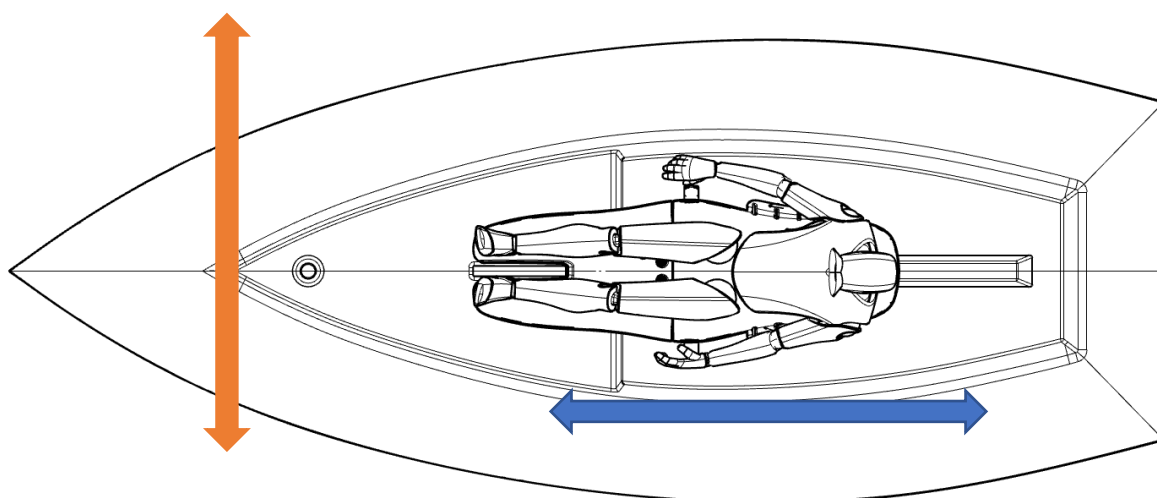


Figura 133. Direção do movimento do comando (azul) e direção do barco (laranja) da iteração 2.

A terceira iteração (Figura 135) utiliza um sistema de alavanca igual à segunda, porém, foi alterada a direção do movimento para torná-lo congruente com o movimento resultante da embarcação (Figura 136). Um problema encontrado foi na empunhadura, ela apresenta uma forma antropomorfa que tornaria complexo o processo de fabricação e não se adaptaria a maioria dos usuários.

Apesar de não ter sido reportado desconforto durante os testes foi observado que a posição da mão em relação ao controle não oferece repouso, já que é preciso segurar firme na empunhadura para

manter o braço na posição desejada. Dado que é uma atividade constante durante a navegação, é importante que seja realizada com o maior conforto possível.

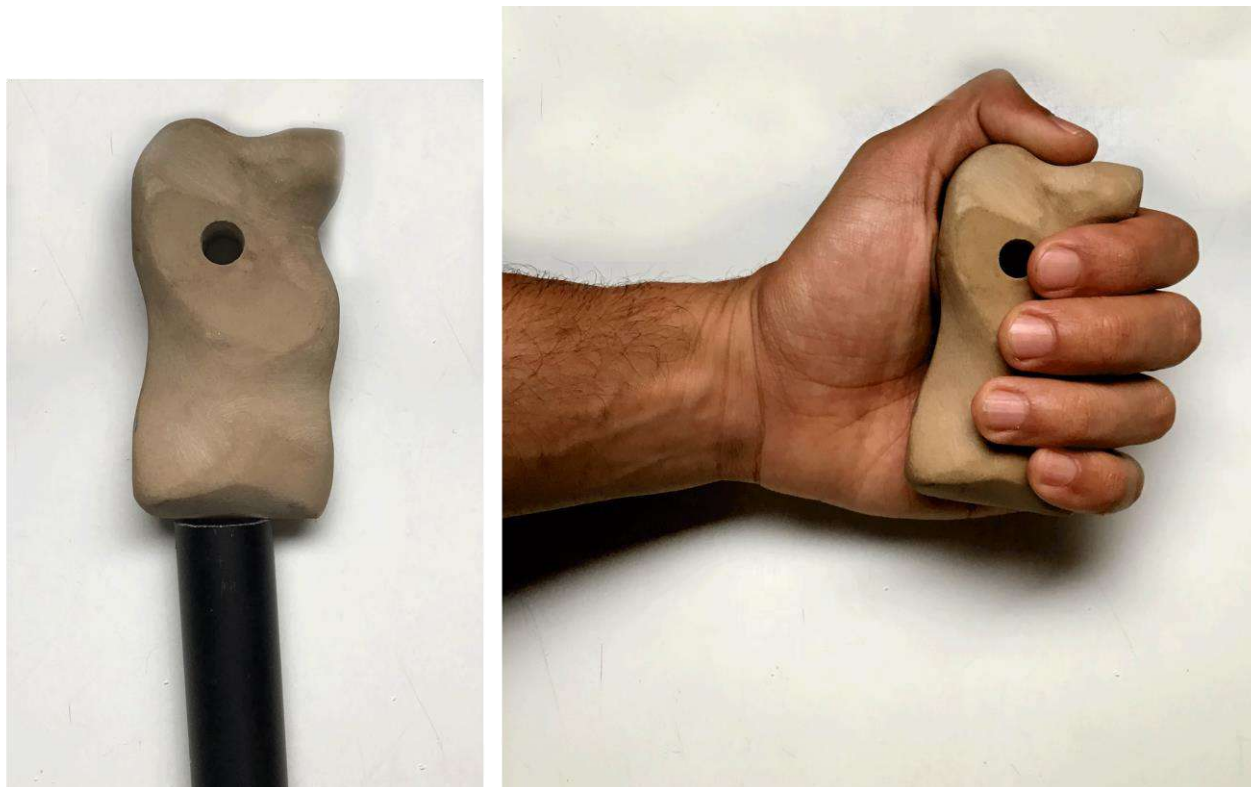


Figura 134. Iteração 3. Empunhadura do joystick

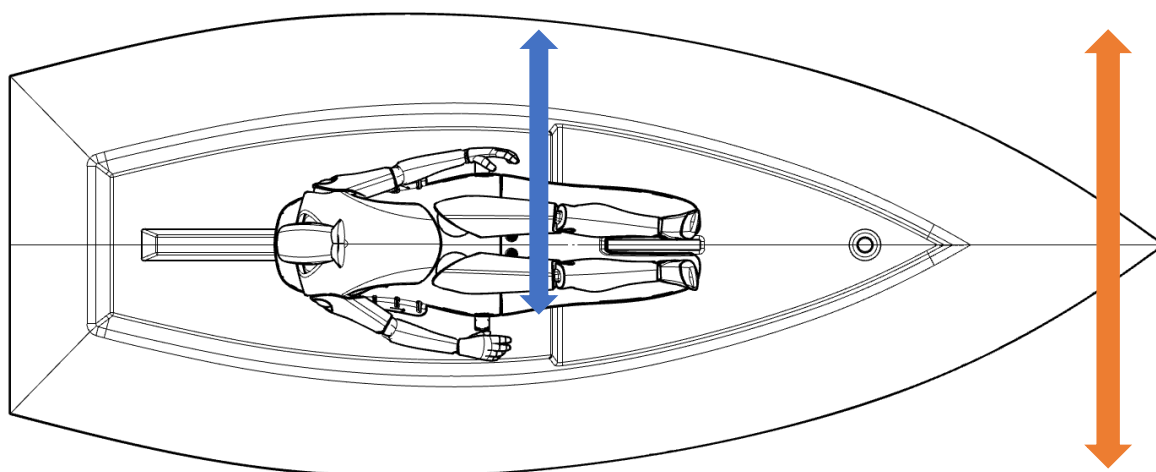


Figura 135. Direção do movimento do comando (azul) e direção do barco (laranja) da iteração 3.

Na quarta iteração (Figura 137) foi mantida a direção do movimento do comando, adoptada uma pega cilíndrica e rotacionada a empunhadura 90°. Segundo Iida (2005) O tipo de pega geométrica se adapta melhor a destros e canhotos e devido ao seu formato simplificado. A rotação da empunhadura

proporcionou maior conforto a longo prazo já que o peso da mão e parte do braço repousa apoiado sobre a pega do joystick.

Apesar de mais confortável do que a iteração anterior em relação ao esforço do braço, a pega reta com 0° de rotação gera desconforto nos movimentos de controle pois força o usuário a torcer o pulso para acompanhar a rotação. Para solucionar isto foi adicionada ao eixo da pega cilíndrica uma ligeira curvatura (Figura 138) que permitirá que a mão fique com uma leve inclinação garantindo repouso e conforto durante a atividade. Na figura 138 podemos observar uma simulação do movimento realizado pelo joystick quando acionado pelo usuário. Nas Figura 139 e 140 é apresentada uma simulação virtual do uso da alternativa selecionada.

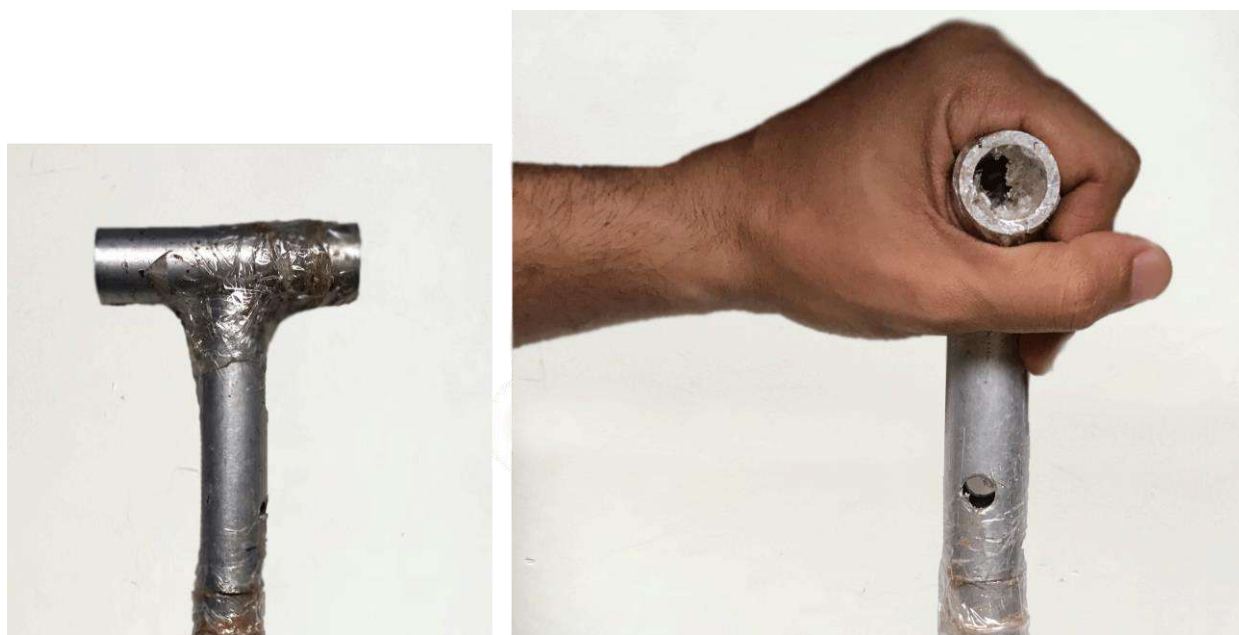


Figura 136. Modelo físico da quarta iteração

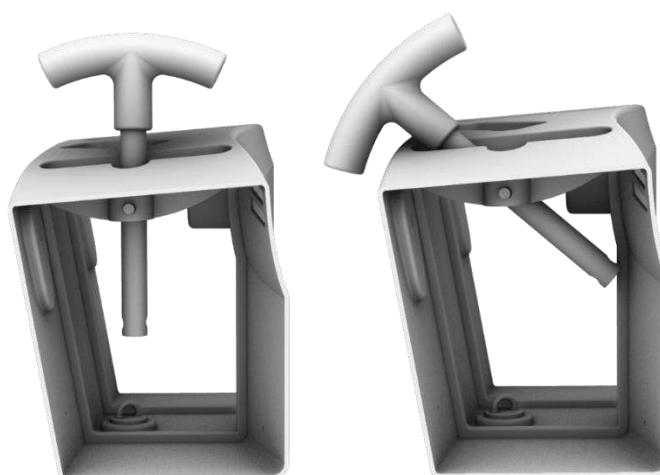


Figura 137. Posição do joystick neutro (esquerda) e posição do joystick acionado (direita)



Figura 138. Simulação de uso da iteração 4



Figura 139. Simulação de uso da iteração 4

Uma questão em torno da pega cilíndrica é o diâmetro dela, pois dessa dimensão vai depender como é distribuída a força na mão do usuário. Para definir o diâmetro da pega foi realizado um teste de Erick seguindo recomendações de Cavalcanti 2004 com dois sujeitos representantes dos percentis 5% feminino e 95% masculino. Para isso usamos o perfil de alumínio proposto como corpo do controle e adicionamos camadas de Etileno Acetato de Vinila (EVA) com a finalidade de aumentar a sua espessura de forma controlada. Após ter atingido um diâmetro considerado grande, pintamos o Eva com uma mistura de nanquim e água e pedimos para os sujeitos pegarem no manípulo. Posteriormente colocaram

a mão manchada pela tinta, sobre o papel, revelando as áreas onde a pele entrou em contato com a pega (Figura 141).

Pelo tipo de movimento realizado para controlar a embarcação, a carga de força deve se manter embaixo dos 13kg (IIDA, 2005). Um maior contato da pega com a pele, indica que há uma melhor distribuição do esforço na mão reduzindo o risco de lesões por atrito em áreas pontuais.

A seguir observamos o teste realizado com o maior diâmetro testado, no caso com dimensão de 43 mm (Figura 142 e 143), dois milímetros menos do que o máximo descrito na norma ABNT 9050 sobre pega em estruturas cilíndricas. O segundo teste (Figura 144 e 145) foi realizado com uma pega de 37mm de diâmetro e o terceiro com uma pega de 31mm de diâmetro (Figura 146 e 147). Nos três casos foram testadas as duas mãos dos sujeitos, porém, vale ressaltar que o sujeito representante do percentil 5% é canhoto, ou seja, usa a mão esquerda como dominante. Já o sujeito que representa o percentil 95%, é destro e usa a mão direita como dominante.

Após realizados os testes podemos observar que a pega com diâmetro de 37mm tem maior contato com a mão para os dois percentis do que as outras duas opções testadas. Por este motivo, foi definido como diâmetro a ser usado para o manipulô de controle da embarcação.



Figura 140. Preparação teste de Erick.

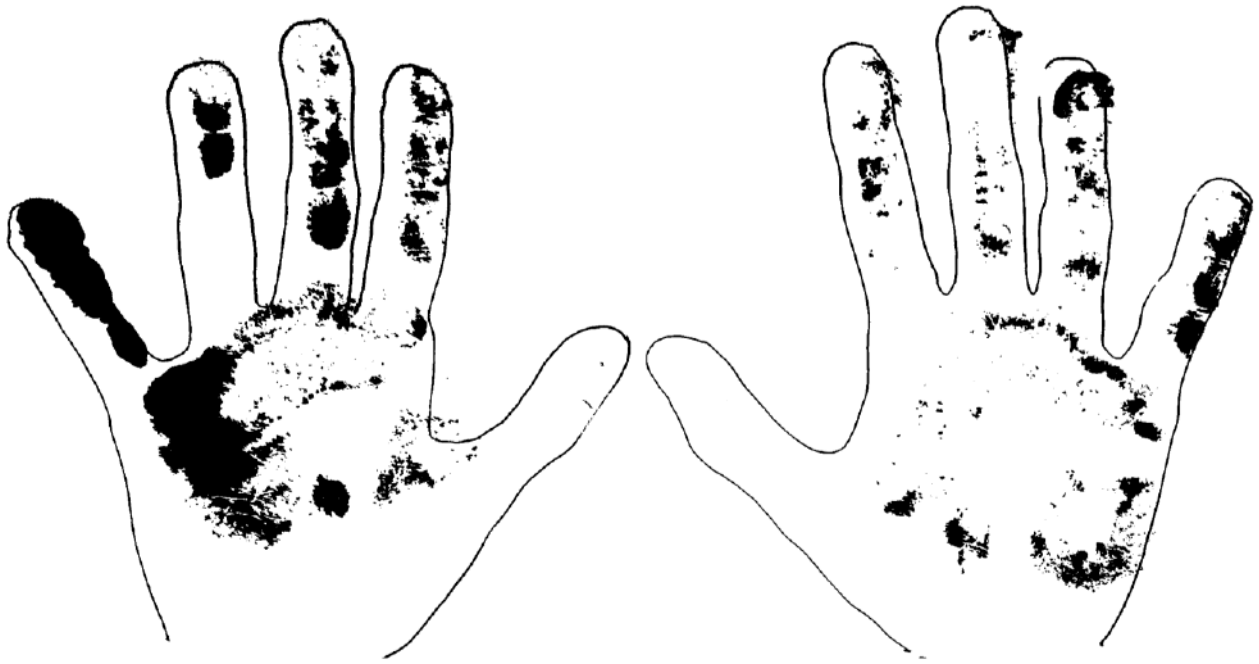


Figura 141. Teste pega 43mm, percentil 5%

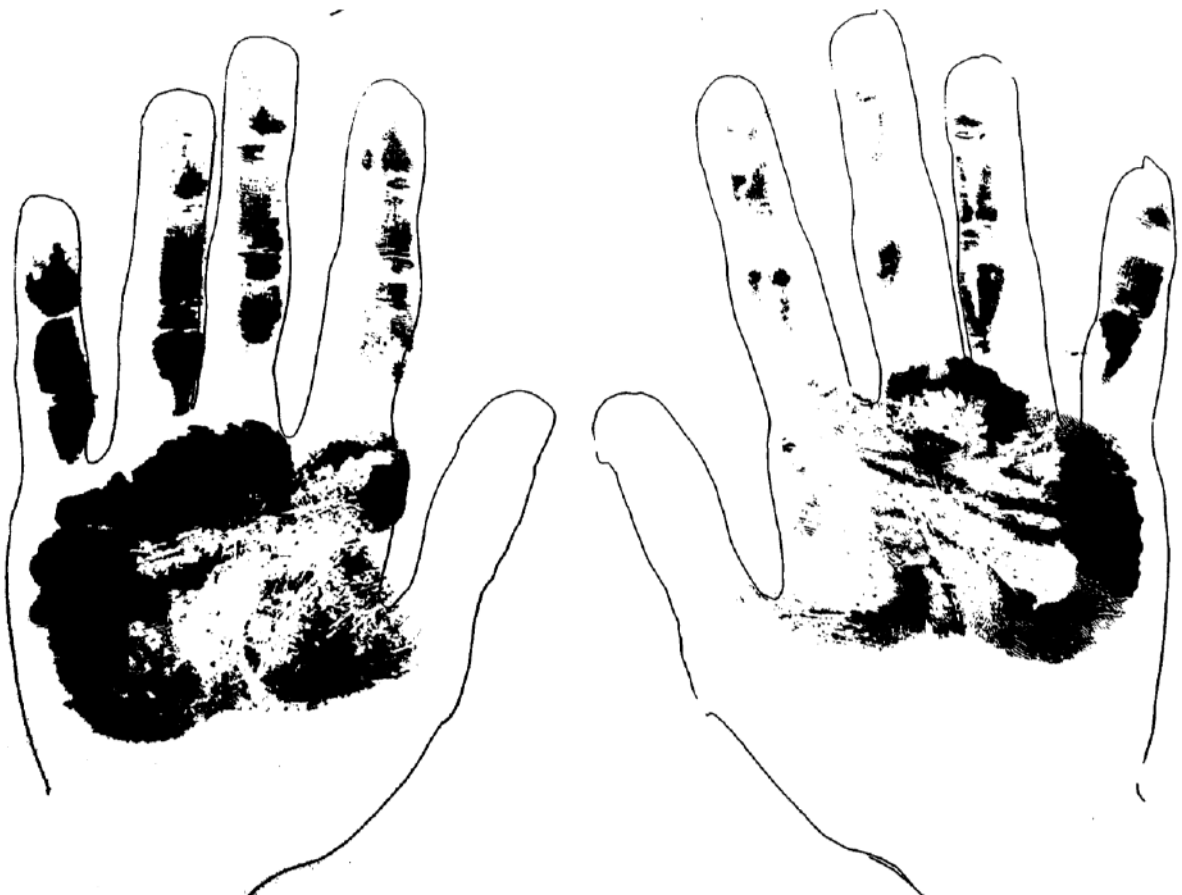


Figura 142. Teste pega 43mm, percentil 95%.

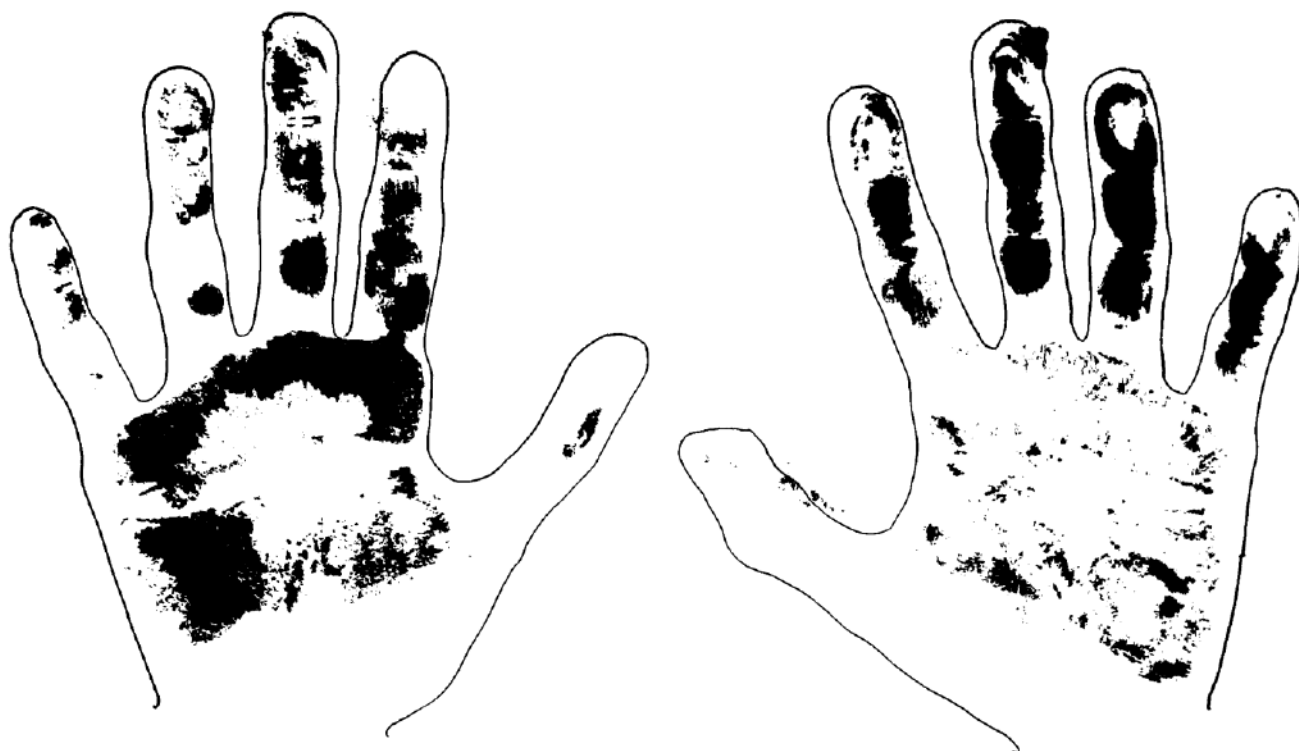


Figura 143. Teste pega 37mm, percentil 5%.

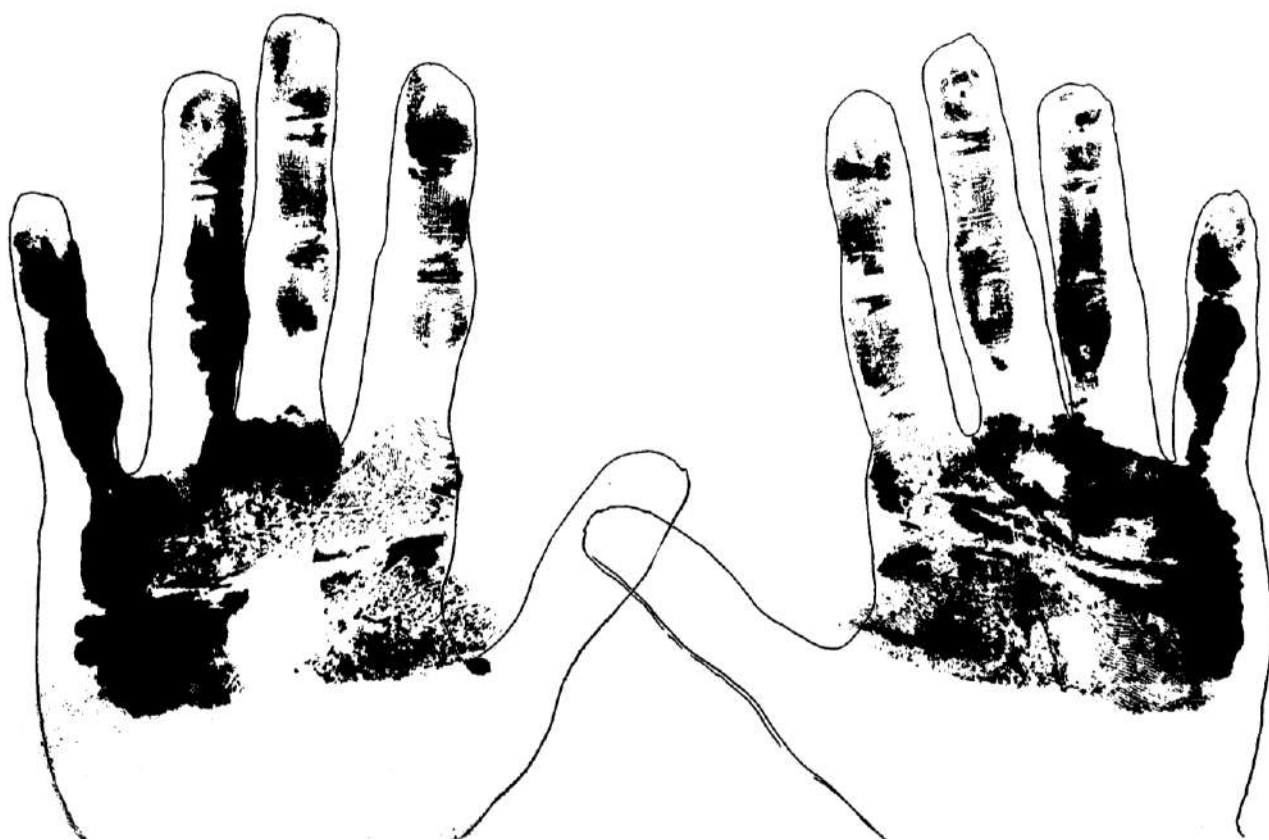


Figura 144. Teste pega 37mm, percentil 95%.

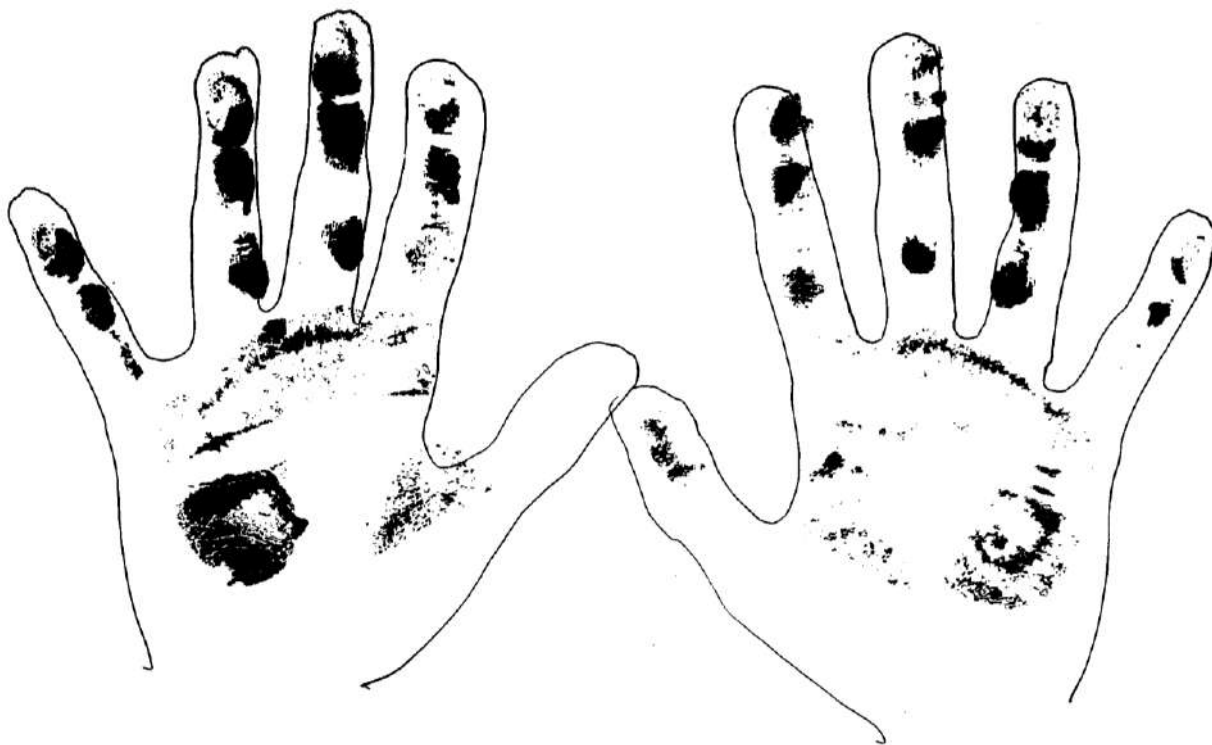


Figura 145. Teste pega 31mm, percentil 5%.

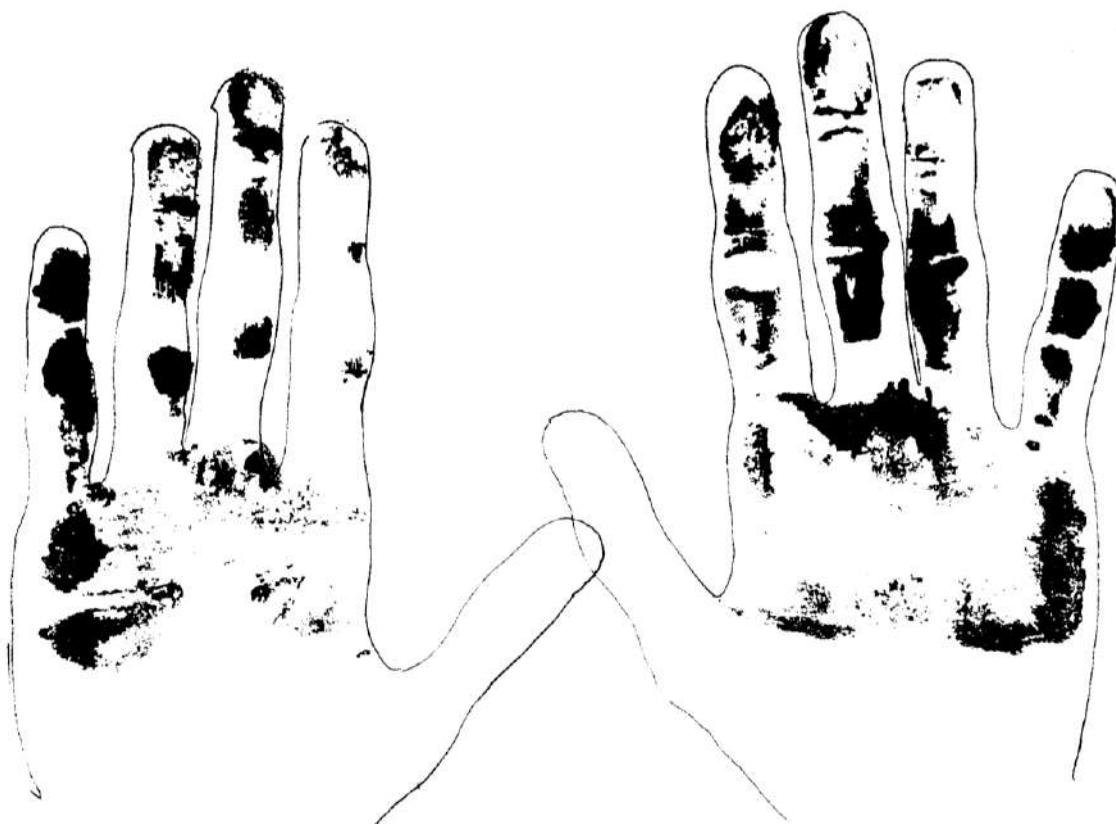


Figura 146. Teste pega 31mm, percentil 5% acima e 95% embaixo.

3.3.5 Corpo do leme

Durante o desenvolvimento da empunhadura foram resolvidas algumas questões referentes ao corpo do Joystick. Nesta seção será apresentada a continuação desse desenvolvimento de forma mais detalhada.

Um elemento importante é a posição do eixo de rotação em relação à conexão com os cabos (Figura 148). Dependendo deste fator, o leme pode ficar invertido (gira o leme à esquerda e o barco girará à direita) ou normal (gira o leme à esquerda e o barco gira na mesma direção). Neste projeto a opção pelo cabeamento se conectar à alavanca do joystick sob seu eixo se mostra mais adequada ao tornar compatível o movimento do controle com o movimento da embarcação, facilitaria a compreensão por parte dos usuários tornando a atividade mais intuitiva.

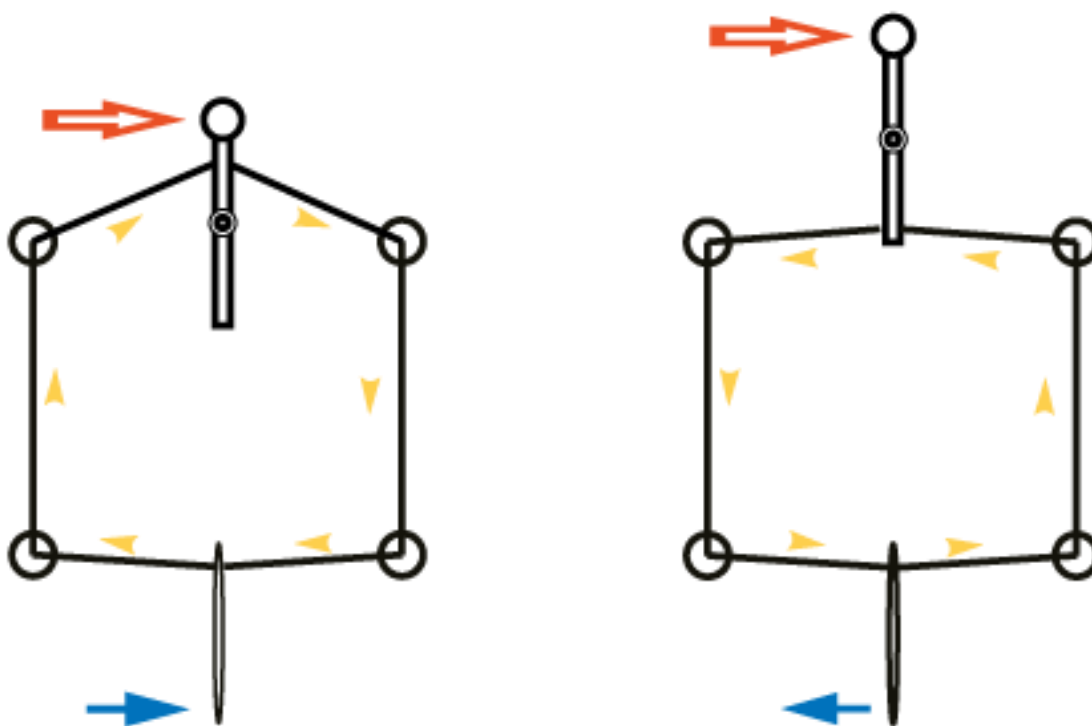


Figura 147. Cabeamento leme invertido (esquerda) e leme compatível (direita).

Após definido onde iria ocorrer a fixação dos cabos guias do leme no corpo do joystick, passamos ao desenvolvimento destes pontos de fixação, buscando principalmente praticidade na hora de montar e desmontar, flexibilidade para fazer regulagens que melhor atendam ao usuário e segurança de que não soltaria durante a velejada, já que se isso ocorresse, a embarcação perderia o controle e os cabos soltos poderiam ficar numa posição impossível de alcançar pelo usuário.

Iniciamos o processo de geração de alternativas com esboços (Figura 149) que ajudaram explorar de maneira rápida, possíveis configurações para fixação dos cabos no joystick. Posteriormente foi fabricado um modelo físico da alternativa escolhida. No caso, um tubo de alumínio que serve como

corpo, com duas furações passantes, uma para o eixo de fixação, e outra para os dois cabos que guiam o leme. Sugerimos que a fixação dos cabos seja feita num olhal, este deverá ser roscado num pino que atravessa o furo passante no corpo do joystick, conforme Figura 150.

Os testes tiveram bons resultados, e a viabilidade da solução satisfaz às necessidades e requisitos do projeto. Portanto, esta alternativa foi adotada como solução a ser aplicada no corpo do controle do leme.

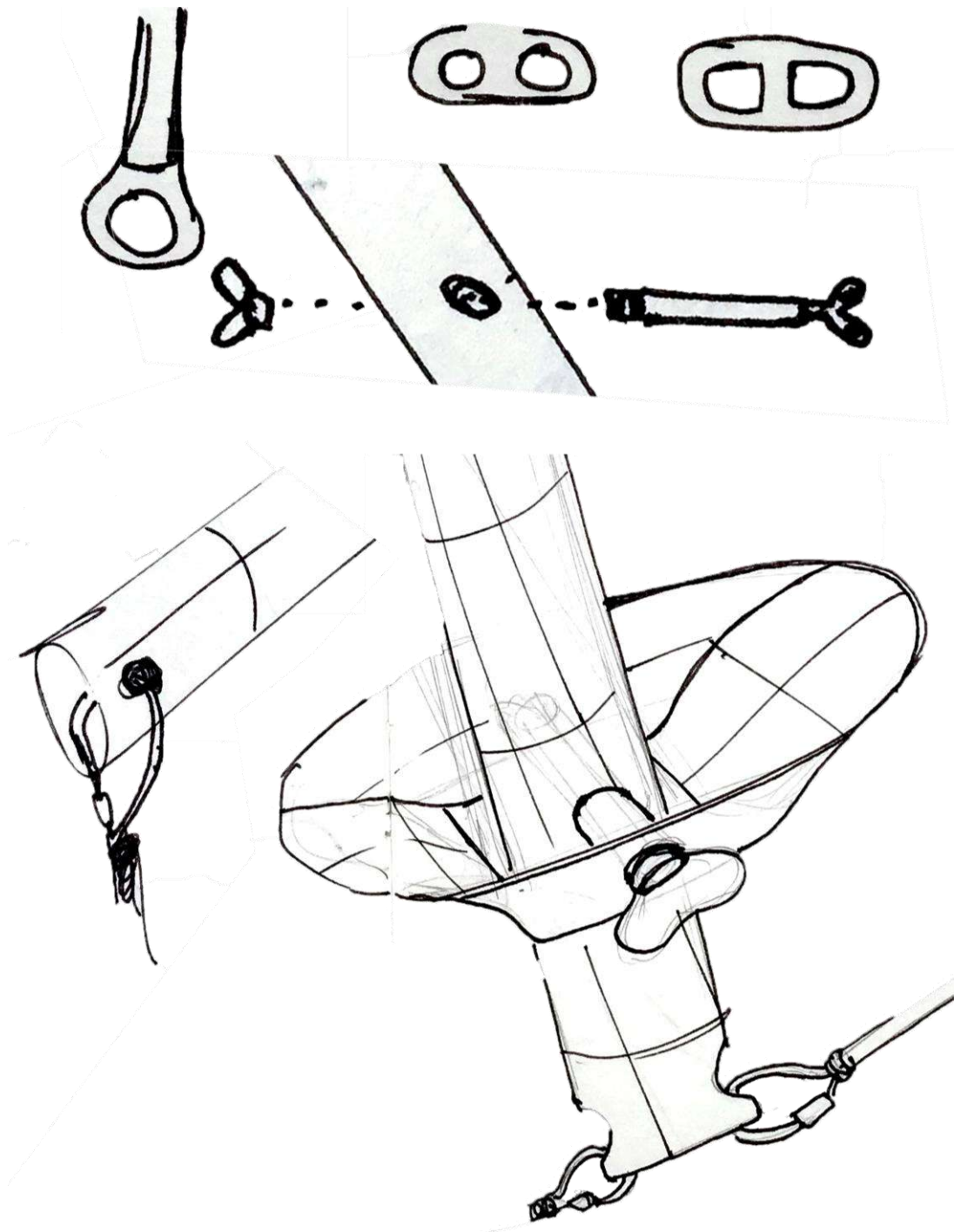


Figura 148. Esboços da fixação do corpo do joystick.

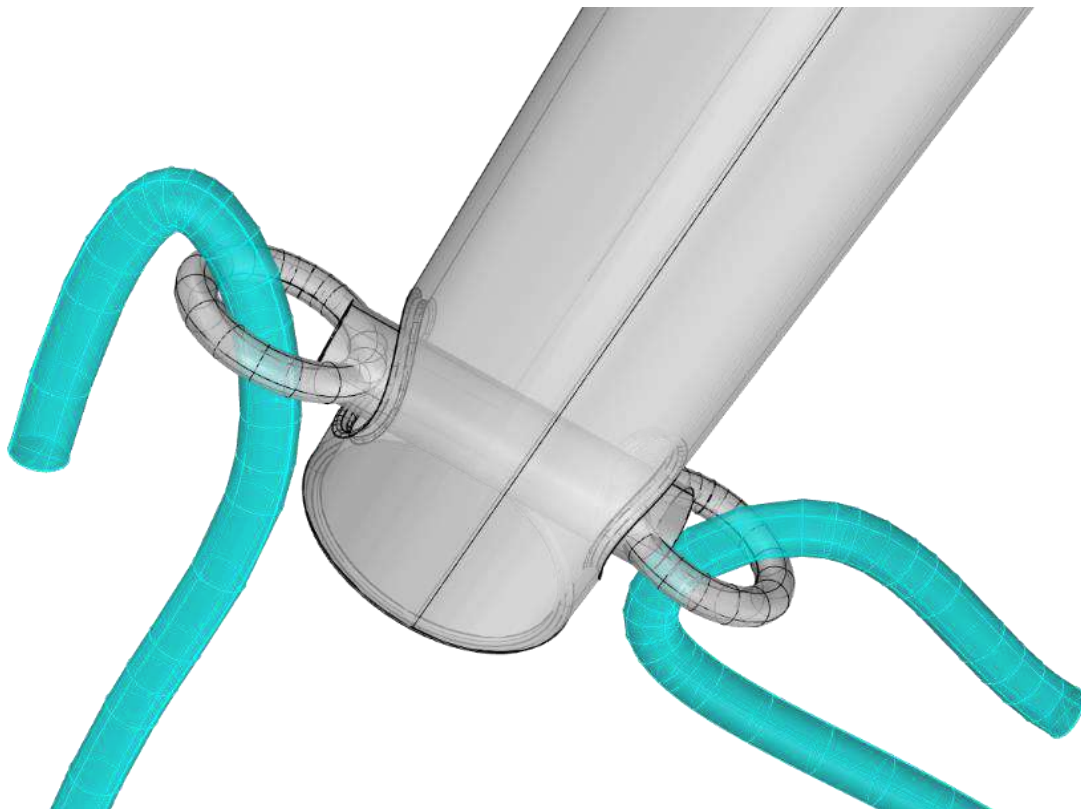


Figura 149. Fixação do cabeamento do leme no joystick.

3.3.6 Base do controle do leme.

Chamamos base ao elemento onde o Joystick se fixa no cockpit através do eixo de rotação. Para possibilitar o uso do controle de forma confortável para destros e canhotos, este elemento precisa ser repetido no lado direito e esquerdo do painel de controle.

Na primeira iteração (Figura 151) foi considerado um elemento externo ao cockpit, que pudesse ser instalado no lado direito ou esquerdo dependendo da preferência do usuário e de fabricação acessível em termos de forma e custo. Já que o objetivo era uma ter uma forma simples, os rascunhos tiveram bastante utilidade.

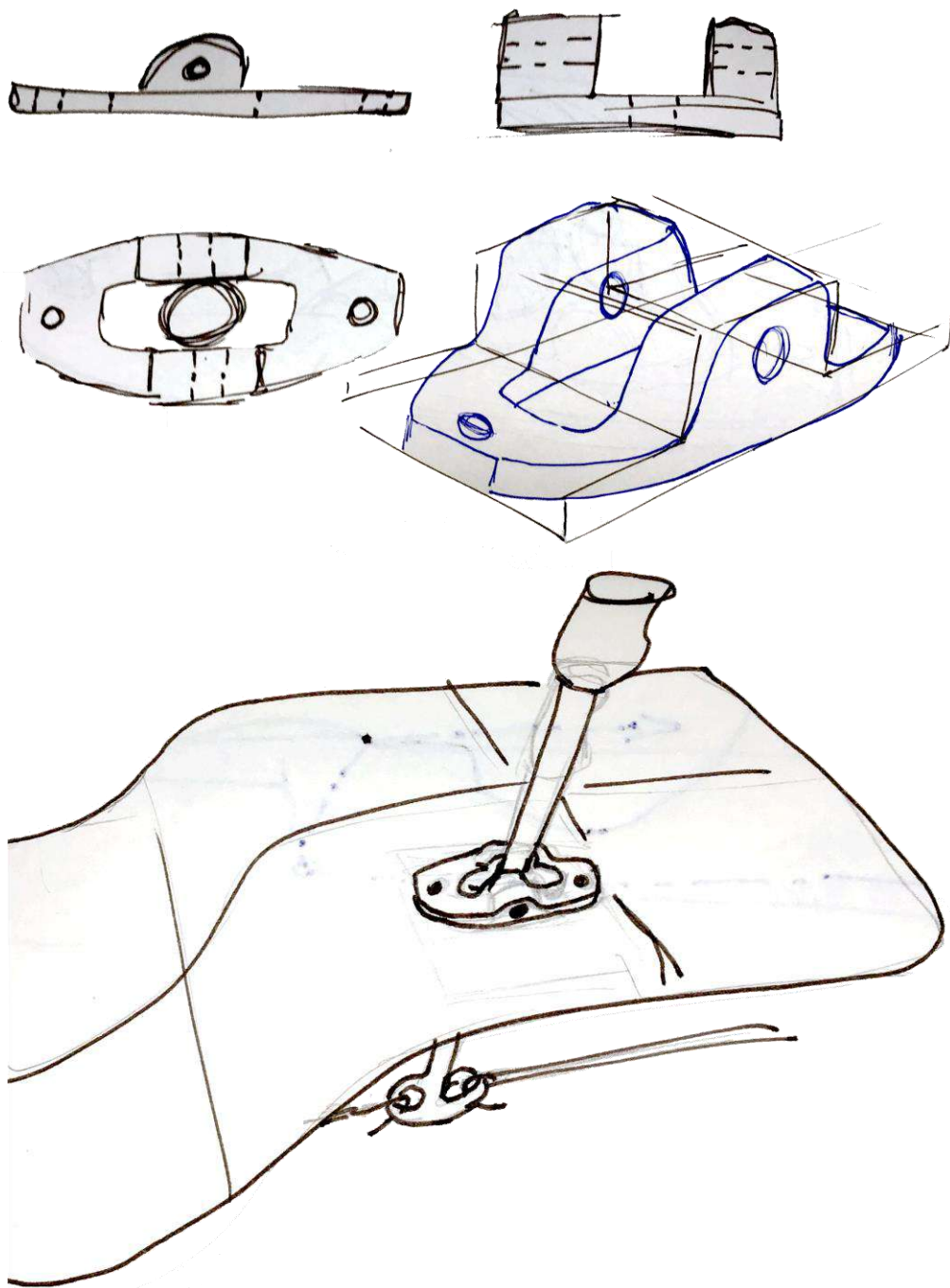


Figura 150. Rascunhos da primeira iteração base joystick.

Já na segunda iteração (Figura 152), procuramos embutir a base na forma do painel de controle. Isso traz uma enorme vantagem ao projeto já evita usar um elemento externo para essa função, podemos aproveitar o próprio molde do painel para produzir a peça.

Em termos de forma e viabilidade de produção, a segunda iteração atende as necessidades do projeto, porém, não permite que o usuário consiga fixar o leme e usar a mão em alguma outra função como fazer alguma regulagem, beber água ou se comunicar. Para atender esta demanda, foi desenvolvido um sistema de canalização na base que permite travar a posição do leme tangente à linha de centro do

barco (Figura 153). Não com a intenção de conduzir o barco por longas distancias, mas para oferecer alguns segundos de disponibilidade da mão controladora do leme.

Como observado na Figura 153, o corpo do leme tem três movimentos possíveis quando se encontra nesta posição. Dois movimentos com sentido horário e anti-horário (Laranja) que permitem controlar a direção do leme e um movimento no sentido da popa que permite travar o leme (Azul). Com o leme travado (à direita) só há um movimento possível, no sentido da proa, que destrava o leme e coloca ele na posição representada na figura (à esquerda).

Arrastar o joystick sobre o eixo não é recomendável por serem duas superfícies de contato muito pequenas, quanto mais longe deste eixo for aplicada a força para arrastar o tubo, maior o efeito de alavanca que tenderá a travar o escorregamento. As bordas do furo do alumínio também se desgastarão com o atrito com o pino o que tornará todo o conjunto frouxo com o tempo. Figura 154 observa-se que foi colocada uma bucha através furos do corpo do leme de forma que ela escorregasse sobre o pino. Para esta peça recomendamos o uso de algum polímero autolubrificante de alta resistência. Também observamos as fixações do eixo, recomendamos o uso de uma porca com olhal para facilitar a desinstalação de esta peça.

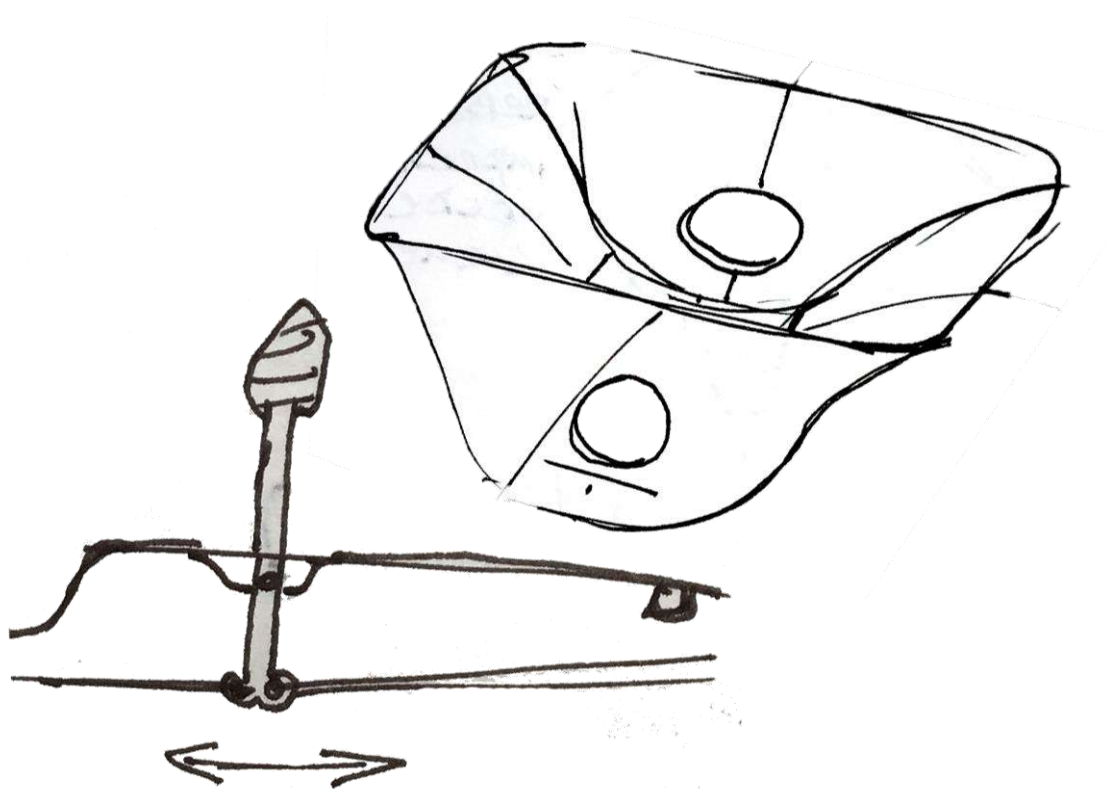


Figura 151. Rascunhos segunda iteração da base do joystick

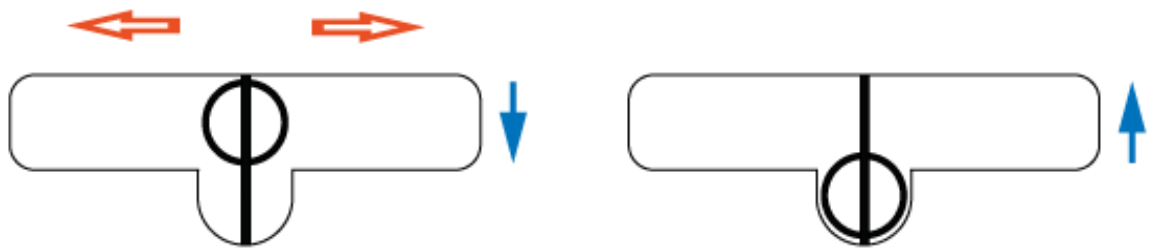


Figura 152. Sistema de canalização do piloto automático

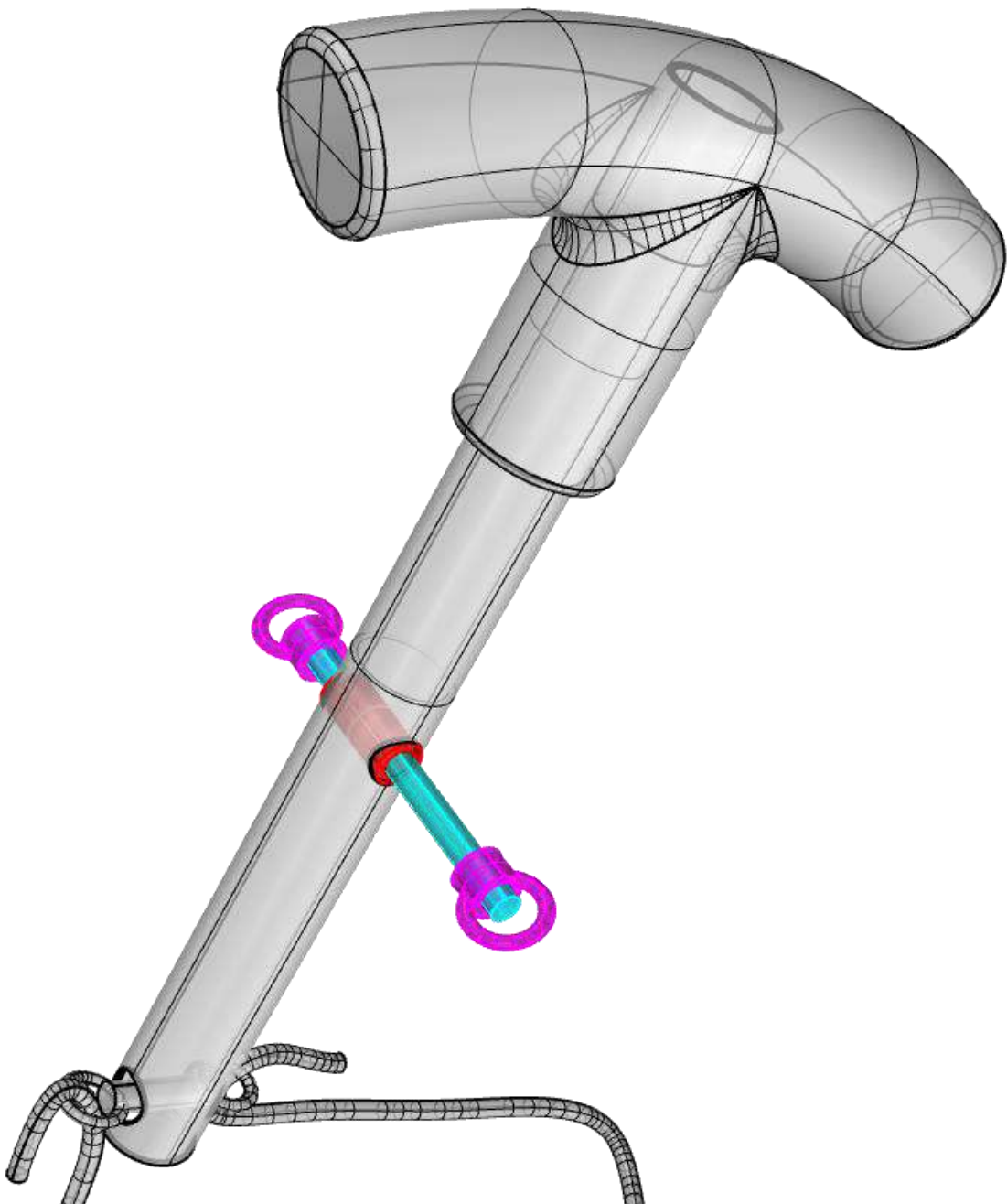


Figura 153. Bucha (vermelho) para facilitar o deslizamento do Joystick no eixo(azul) e fixações do eixo (magenta)

Para validar os esboços foi fabricado um modelo usando EPS (Figura 155) e o tubo de alumínio definido como corpo do controle do leme. Os resultados dos testes foram satisfatórios e o princípio de solução foi adotado para vir a complementar a segunda iteração na solução do desenvolvimento.



Figura 154. Modelo em EPS da base do leme.

3.3.7 Posicionamento do leme.

Já que o controle do barco é uma atividade constante, se fez necessário posicionar o manípulo de forma que o usuário assumisse uma posição confortável ao usá-lo. Para isto realizamos testes usando um modelo de EPS escala 1:1 e sujeitos com percentis acima do 95% masculino (Figura 157) e abaixo do 5% feminino (Figura 156) definidos pela tabela de referência.



Figura 155. Teste do posicionamento do joystick com voluntária do percentil 5% feminino.

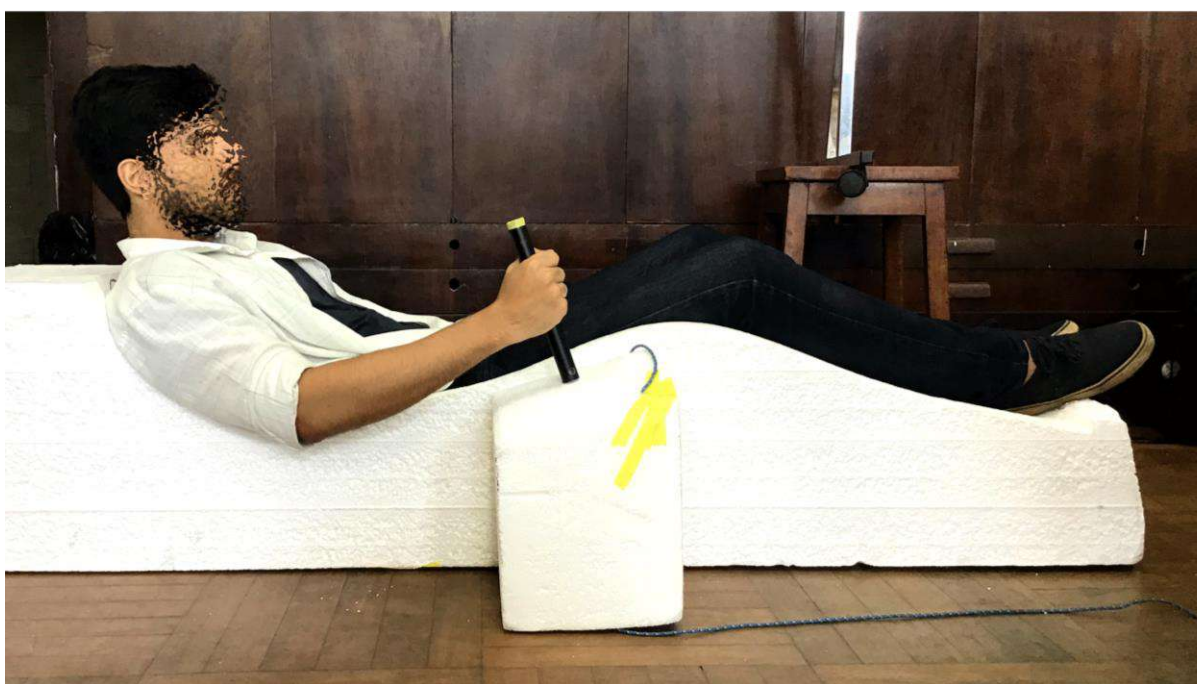


Figura 156. Teste do posicionamento do joystick com voluntária do percentil 95% masculino.

Apesar de não conseguir medições precisas a partir do registro fotográfico dos testes, é possível estabelecer uma comparação visual entre o teste com percentil 5% e a representação das zonas de alcance máximo e preferencial apresentadas por Iida (2005 p.125) para postura sentada (Figura 158). Os resultados dos testes foram os critérios que definiram a posição do controle. Ao longo deles observamos pouca variação no posicionamento do controle confortável entre os dois percentis, isto porque o ajuste é feito no encosto da cadeira, projetando a parte superior do corpo do usuário para frente.

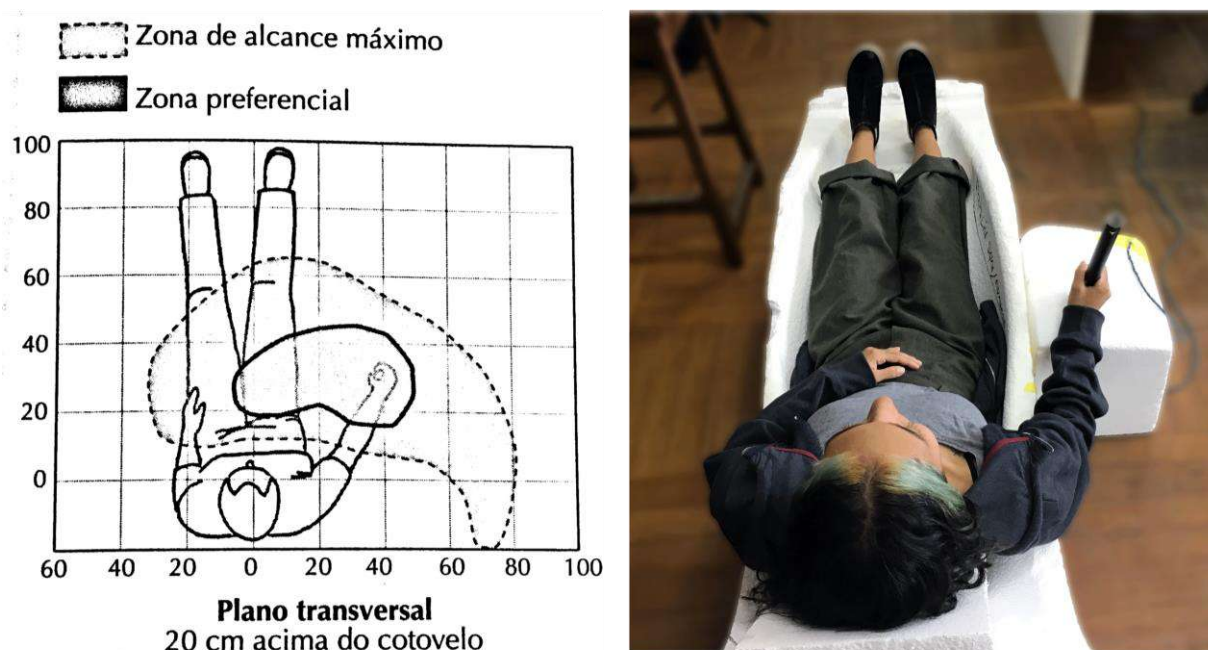


Figura 157. Áreas de alcance e conforto sinalizadas por IIDA2005 (esquerda) e teste realizado no modelo de EPS escala 1:1 (direita).

3.4 Desenvolvimento do controle da Vela.

3.4.1 Cabeamento

A configuração do cabeamento do veleiro Dingue, usa como ponto de interação com o convés um moitão giratório situado quase na metade longitudinal da linha de centro do barco (Figura 108). Isto representa um problema, já que a passagem do cabo da escota acontece no espaço que após a adaptação, será usado para acomodar o assento do cockpit (Figura 159).

Conhecendo este problema, direcionamos o esforço para o desenvolvimento de uma nova configuração para o cabeamento da vela. Tendo particular cuidado no posicionamento dos moitões, já que nem todas as partes do convés são estruturada para receber as cargas de esforço geradas pelo vento e transmitidas através da escota.

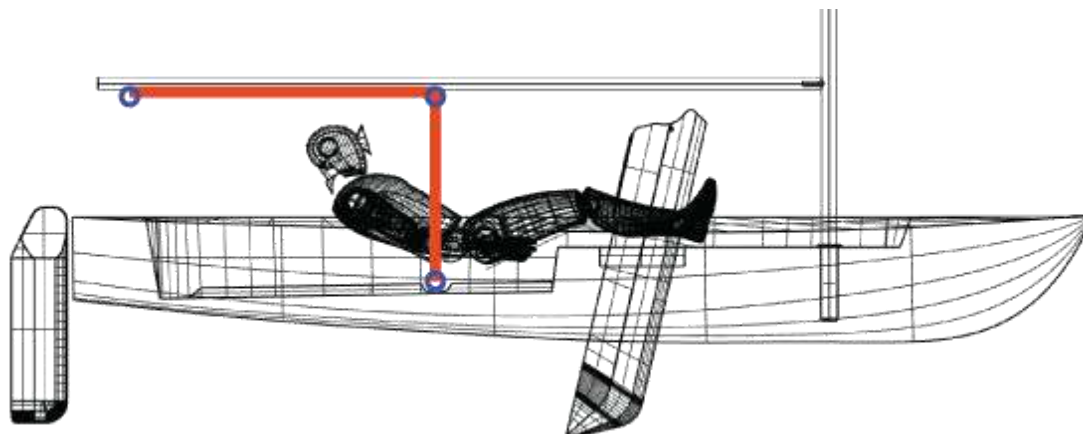


Figura 158. Passagem da escota na configuração padrão.

Na primeira iteração (Figura 160), os moitões e passagem da escota foram movidos na direção da popa. Esta alternativa funciona, já que a passagem dos cabos acontece afastada do corpo do usuário, porém, os testes realizados no barco e no modelo a escala, apontaram que o esforço realizado para controlar a vela ficava maior.

Na segunda iteração (Figura 161) os moitões e passagem de cabos foram movidas na direção da popa, com a finalidade de aumentar o momento da força aplicada na retranca para assim diminuir o esforço do usuário. Os testes realizados no barco, e no modelo a escala, apontaram que o esforço realizado para controlar a vela diminuiu consideravelmente em relação à iteração anterior.

Na terceira iteração (Figura 162) foi adicionado mais um moitão na parede mais próxima a popa, pois quando a retranca se afastava do barco, a escota era obstruída pela borda do barco. Também foi adicionado o moitão do sistema de passagem de cabos da lateral. Por atender as necessidades do projeto, foi adotada esta iteração como solução para o cabeamento da escota.

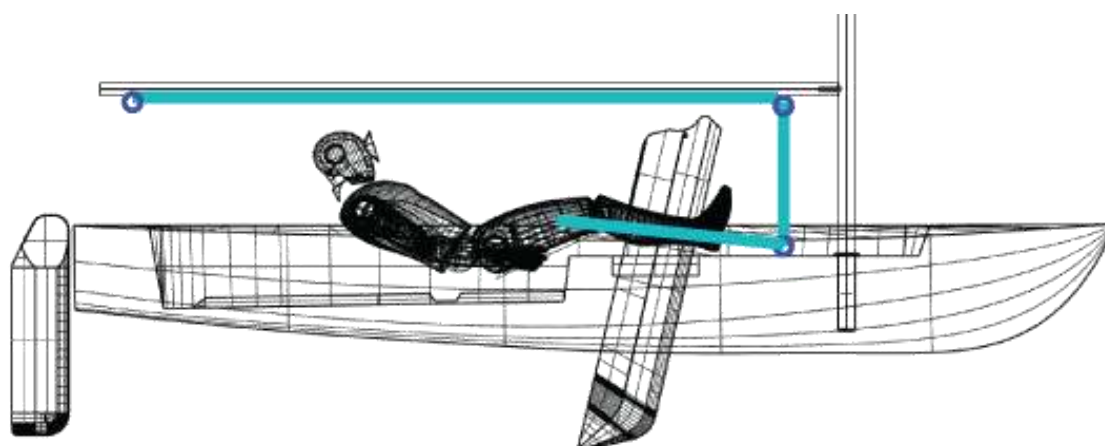


Figura 159. Primeira Iteração cabeamento da vela

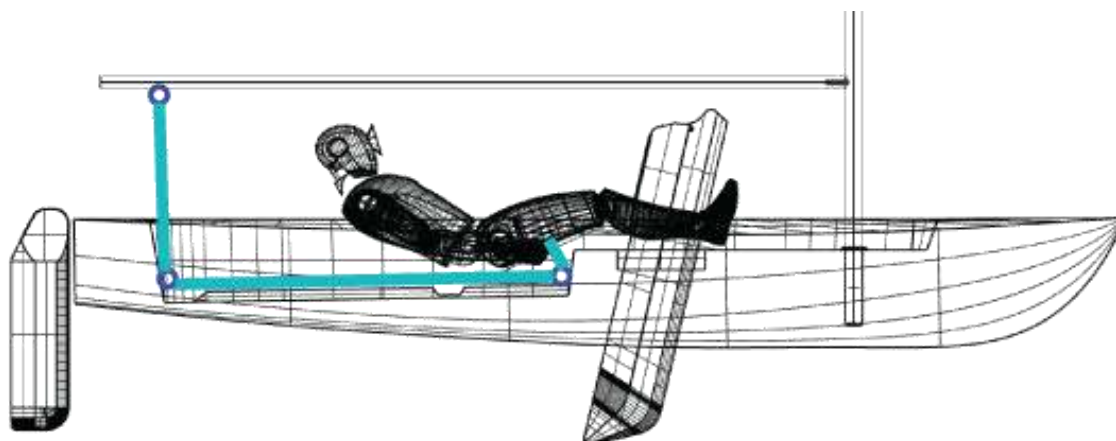


Figura 160. Segunda iteração cabeamento da vela

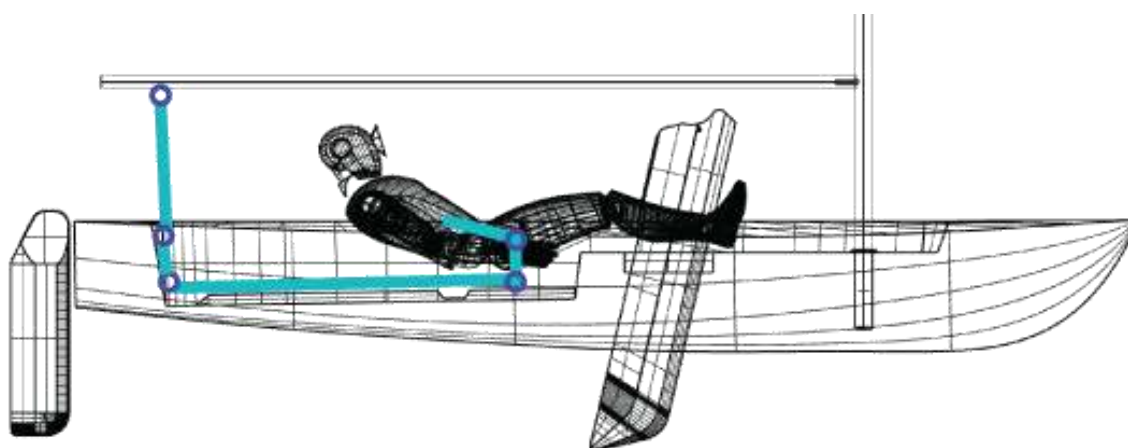


Figura 161. Configuração final do cabeamento da escota.

3.4.2 Controle do usuário

Na configuração padrão do Dingue o usuário puxa ou solta o cabo da escota para controlar a vela, isto porque as cargas transmitidas pela força do vento são consideradas baixas em relação a barcos maiores que normalmente usam equipamentos auxiliares para reduzir o esforço da mesma função (Catracas). Cogitamos pesquisar alguns destes sistemas já que consideramos que resguarda a integridade física do usuário e evita ter cordas emaranhadas em cima do convés. Porém, já que estamos projetando para um usuário com plenitude cognitiva e física nas extremidades superiores do corpo, acreditamos que mudar este sistema poderia descaracterizar a atividade de velejar barcos de pequeno porte, além de aumentar o custo final do produto.

Por estes motivos foi mantido o sistema atual e só ocorreram mudanças na direção do cabeamento e ferragens utilizadas. Para determinar o direcionamento do cabo da escota em relação ao usuário, foi realizado um teste no modelo de EPS escala 1:1 (Figura 163 e 164). Foi pedido aos usuários

que puxassem a corda fixada no painel de controle e posteriormente marcada a posição do cabo para determinar um ângulo de inclinação da ferragem. Também observamos o movimento realizado por eles para conferir que a forma não apresenta obstáculos que possam limitar ou atrapalhar a tarefa.

Seria interessante ao projeto que o usuário pudesse travar o posicionamento da vela, e de fato isto é viável por meio de um mordedor porém, sabendo que o Dingue não tem nenhum sistema que impeça ele de virar, consideramos a possibilidade de uma rajada de vento coincidir com a vela presa no mordedor, isto faria o barco adernar subitamente colocando em risco o usuário. Por este motivo, não foi implementado o mordedor como parte da solução final. Na Figura 165 observamos a passagem do cabo da escota pela lateral do assento, e nas Figuras 166 podemos ver uma simulação virtual do uso deste controle.

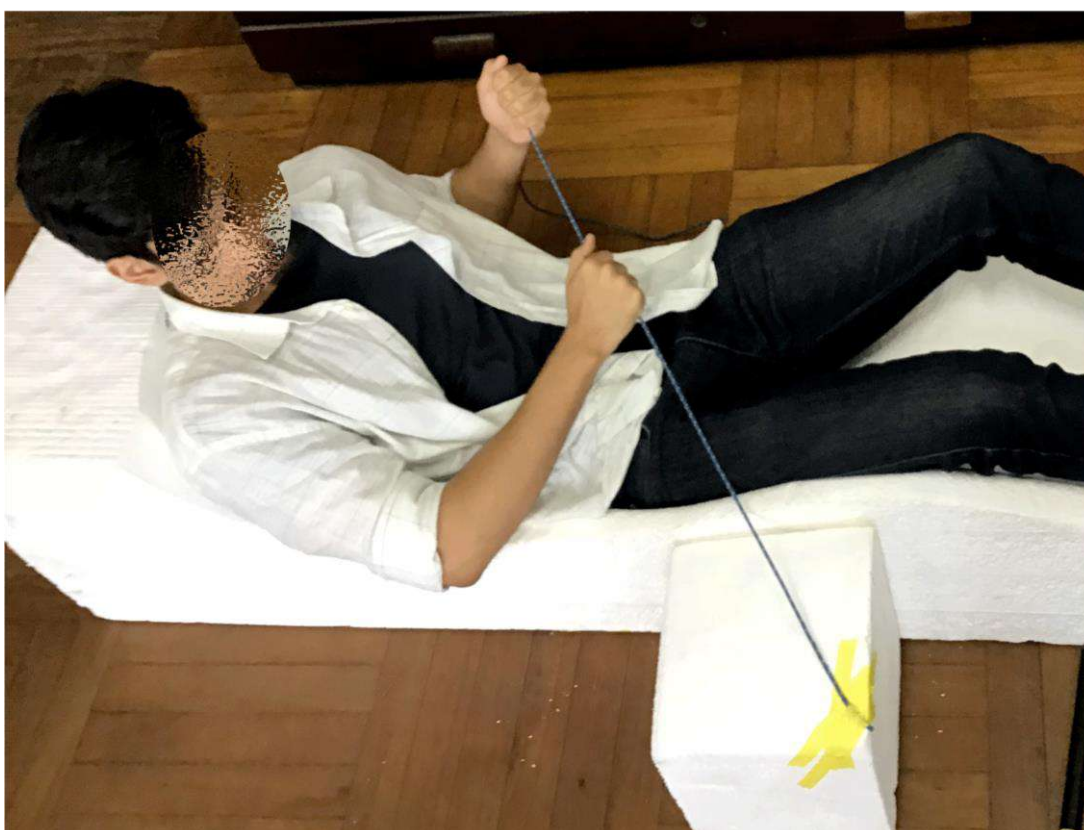


Figura 162. Testes dos movimentos para controle da vela, percentil 95% masculino.

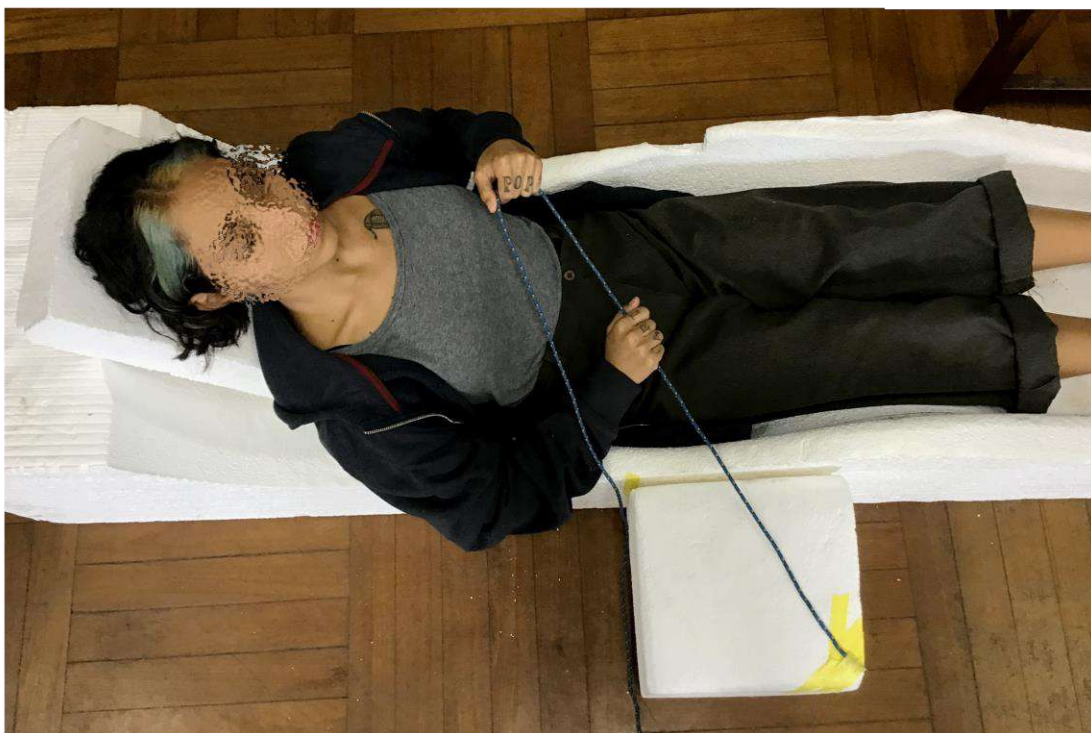


Figura 163. Testes dos movimentos para controle da vela, percentil 5% feminino.

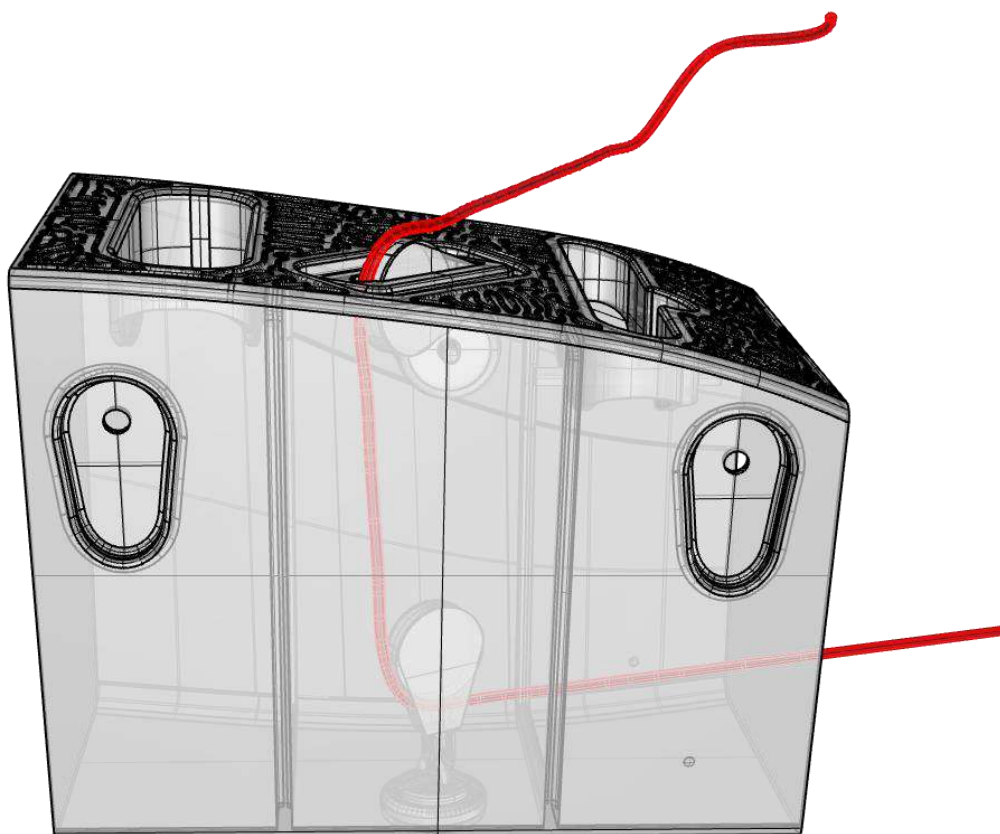


Figura 164. Passagem da escota (vermelho) dentro da lateral do assento



Figura 165. Simulação virtual do controle da vela

3.5 Área de transferência.

Apesar deste projeto não abordar diretamente às questões referentes ao acesso do usuário à embarcação desde o píer, foi considerada a necessidade dele aceder ao assento de forma confortável, segura e autônoma. Para isto foi criada uma área de transferência (Figura 167) que conecta o assento com a borda do Dingue. Facilitando assim o uso de rampas ou outros mecanismos disponíveis.

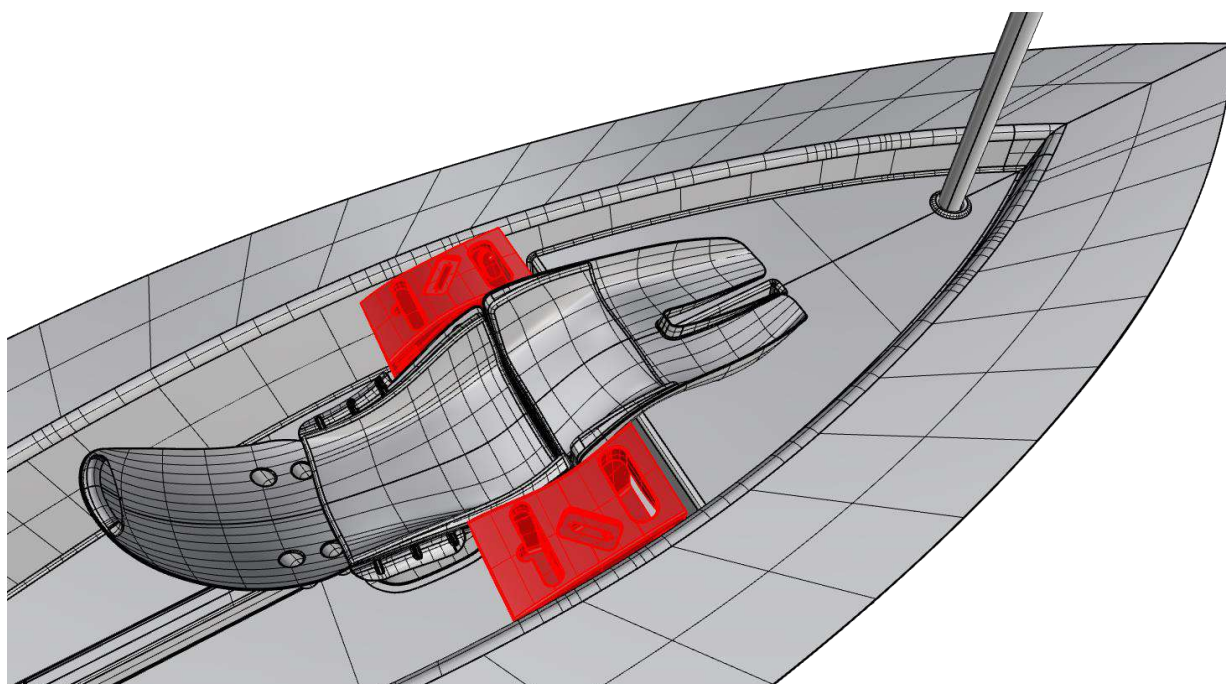


Figura 166. Área de transferência (vermelho) para conectar a borda do assento à borda do barco.

Segundo NBR 9050 (ABNT, 2004) uma área de transferência é um espaço livre de obstáculos, correspondente no mínimo a um módulo de referência, a ser utilizado para transferência por pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida, observando as áreas de circulação e manobra.

O módulo de referência considerado é de 40 cm de largura, aplicado para plataformas fixas de transferência em banheiras. Porque a atividade acontece em ambientes com condições similares e porque segundo a norma, esta área deve ter uma superfície antiderrapante, sem ser excessivamente abrasivos o que também se aplica ao nosso projeto.

Para desembarcar, o usuário, apoiando-se nas abas do assento, deverá estender os braços para levantar o quadril deixando quase nivelado com a superfície de transferência (Figura 168). Posteriormente deslizar o quadril lateralmente até ficar sentado na área de transferência (Figura 0), para este movimento poderá se auxiliar da pega de apoio da área de transferência (Figura 169). A partir desse momento poderá acomodar as pernas e se deslizar até a borda do Digue. Uma simulação virtual dos movimentos a serem realizados pode ser observada na sequência de Figuras 168

Para embarcar, o usuário deverá inverter a ordem da sequência de movimentos. Nos dois casos a ação poderá ser executada maiormente por movimentos laterais e entre superfícies com pouca diferença de alturas. O usuário deverá realizar uma checagem visual e se assegurar que o elemento de controle do leme foi desmontado da área de transferência que será usada, antes de começar os movimentos.

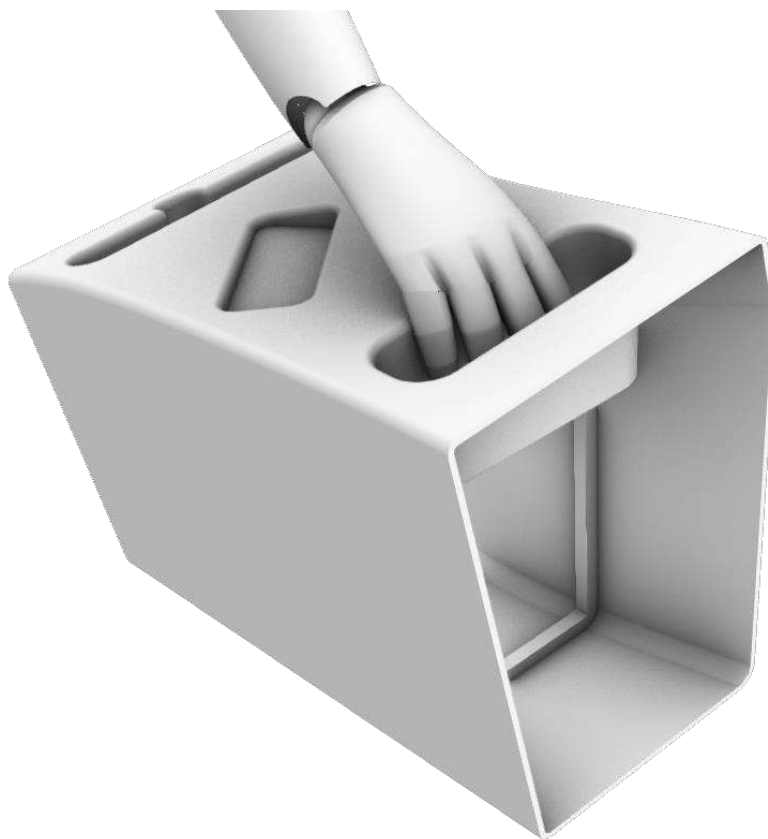


Figura 167. Detalhe da pega de apoio da lateral.

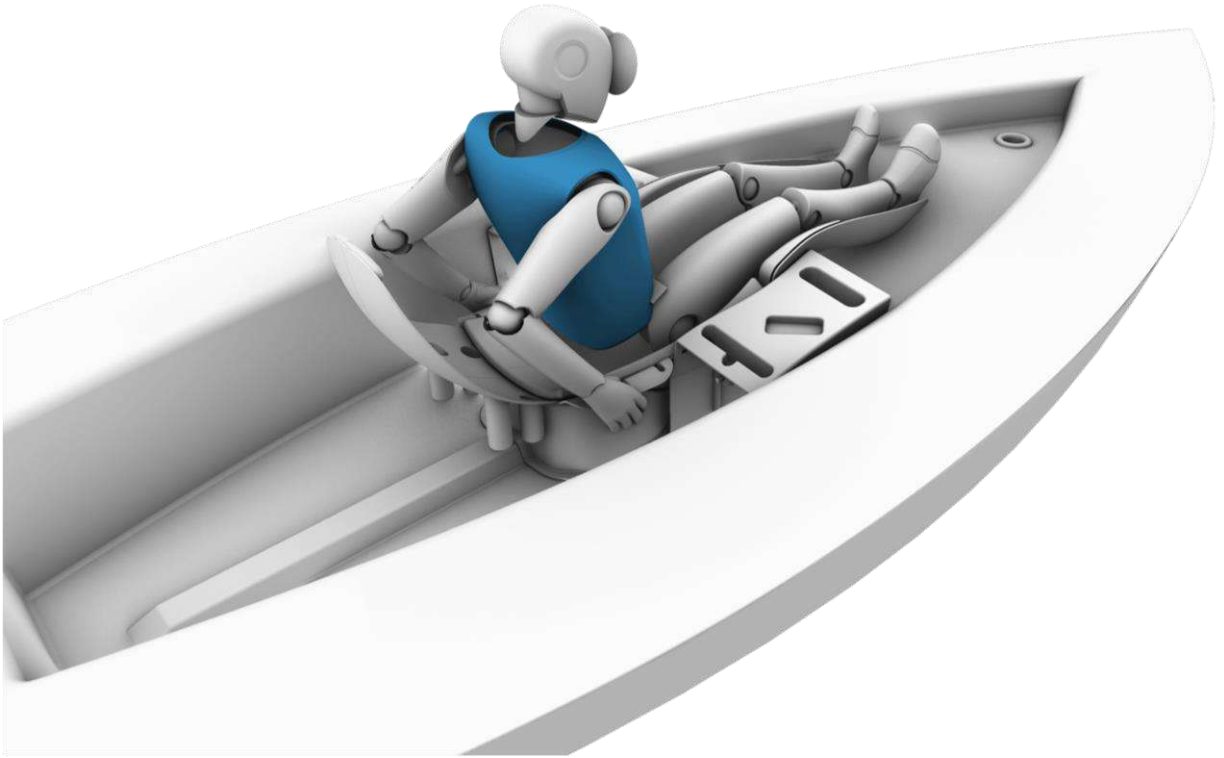


Figura 168. Desembarque (a)



Figura 169. Desembarque (b)



Figura 170. Desembarque (c)



Figura 171. Desembarque (d)

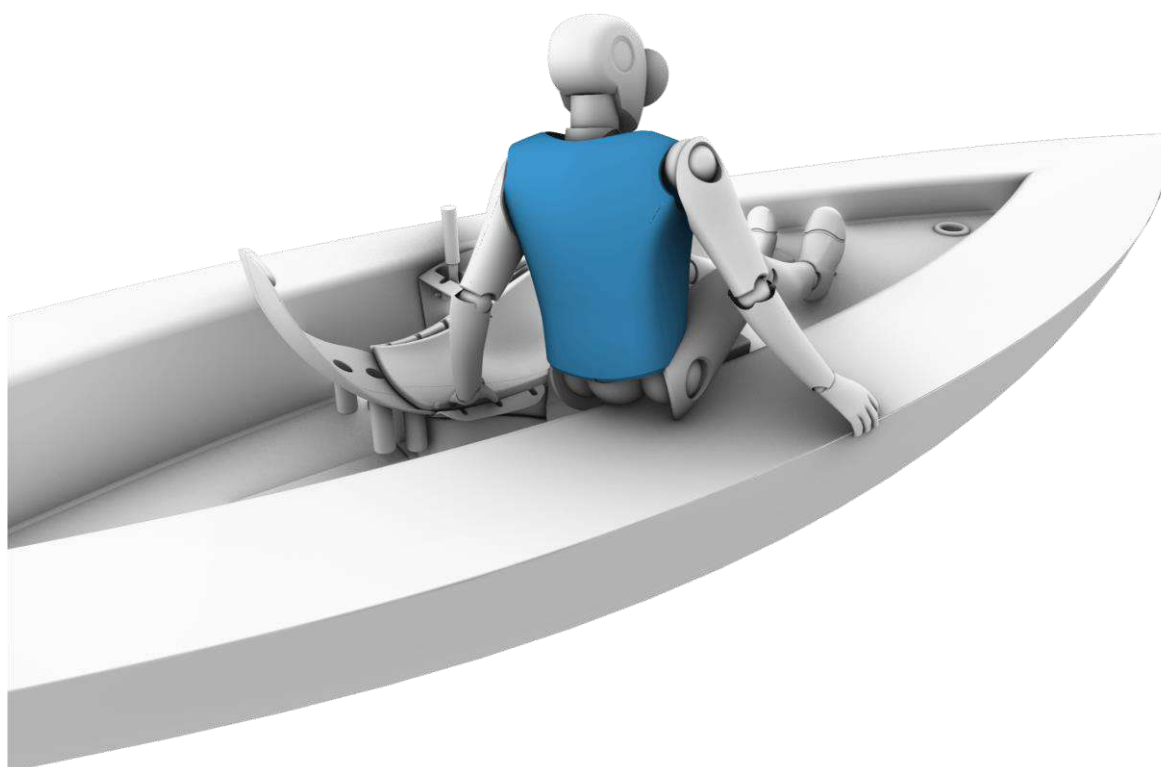


Figura 172. Desembarque (e)

3.5.1 Fixações da área de transferência.

Como apontado na Figura 116 a lateral do assento tem uma função estrutural, sendo um elemento auxiliar da base do assento usado para aliviar as cargas de forças nos momentos em que o barco estiver adernado. Ela é presa ao convés do Dingue em três pontos, sendo estes um no piso, e dois na parede lateral do cockpit (Figura 174). Para instalar esta peça será necessário remover do convés os dois suportes de madeira que servem como auxílio ao velejador para voltar ao barco após ter caído na água. Na lateral que estiver sendo usado o controle da vela, a fixação do piso deverá ser usada como suporte para o moitão, conforme a Figura 175. Nas imagens foi representada somente a lateral direita, porém aplicam-se os mesmos princípios de solução para a lateral esquerda.

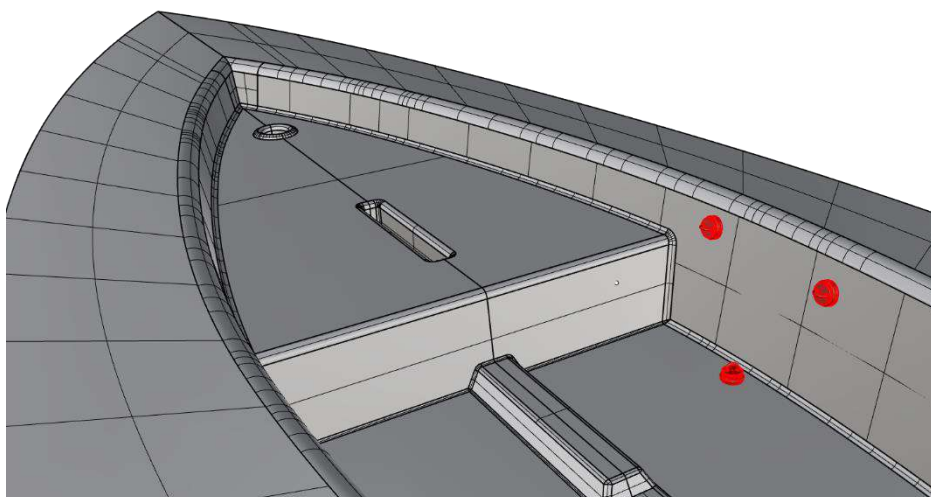


Figura 173. Pontos de fixação da lateral no convés.

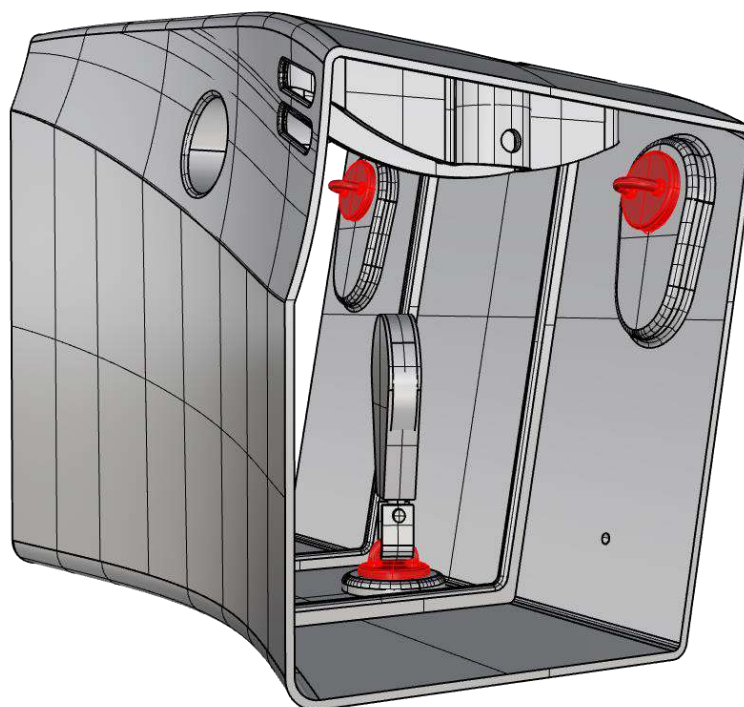


Figura 174. Pontos de fixação da lateral direita e suporte para moitão

3.5.2 Textura

Para conseguir uma superfície antiderrapante e se adequar à norma NBR 9050 ABNT (2004), foi aplicada uma textura na área de transferência. Para gerar o padrão base da textura foi usado o plugin Parakeet, dentro da interface do Grasshopper 3D. Esta ferramenta cria padrões simulando parâmetros de crescimento encontrados em seres vivos e permitiu que a textura criada lembrasse formações de corais. Apesar de gerar formas orgânicas, esta ferramenta nos permite controlar o espaçamento entre as linhas da padronagem, e a altura do relevo. Controlando estes dois parâmetros podemos garantir que a textura proposta seja viável para fabricação pelo método usado no Dingue.

Como pode-se observar na Figura 176, a padronagem cresce numa superfície base, neste caso foi usada a superfície da área de transferência. Além dos parâmetros antes mencionados podem ser configurados dois tipos de crescimento, um que parte das bordas da superfície e outro que começa a partir do centro da superfície base. Na figura 177 este algoritmo é apresentado e pode-se apreciar que foram adicionados componentes para simplificar as curvas resultantes. Na Figura 178 podemos observar o resultado da aplicação na peça de uma padronagem crescendo a partir do centro da superfície base.

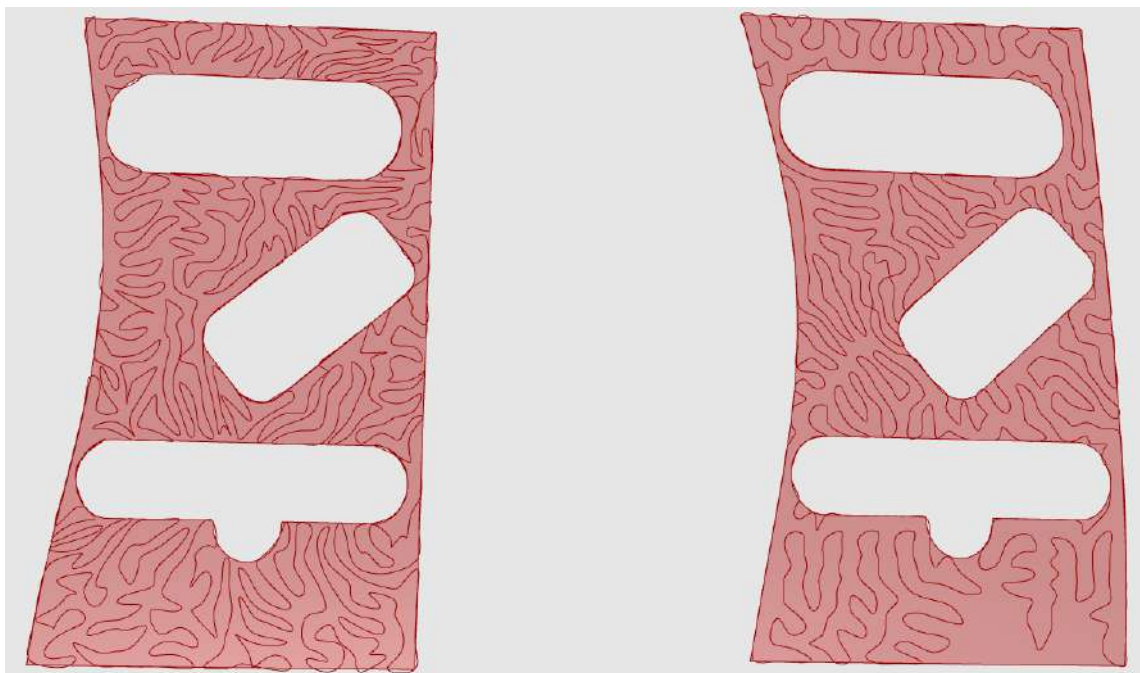


Figura 175. Padronagem crescendo a partir das bordas da superfície (esquerda) e a partir do centro da superfície (direita)

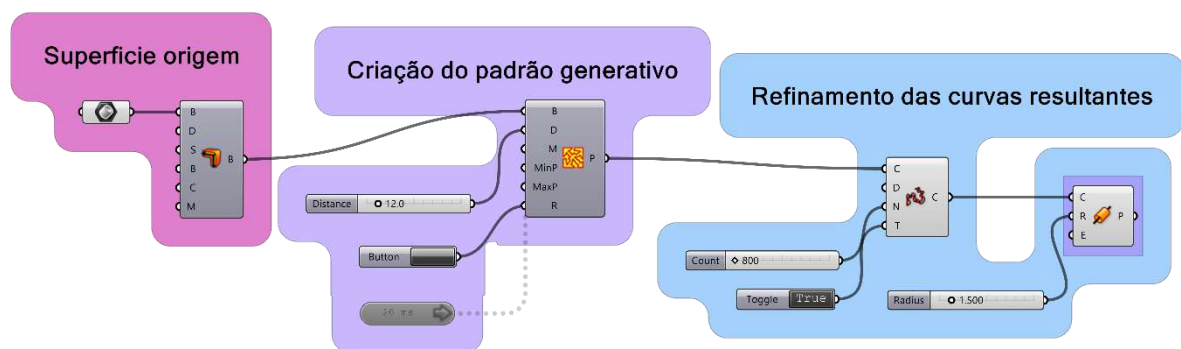


Figura 176. Algoritmo usado para gerar a textura usada como antiderrapante.



Figura 177. Aplicação da textura antiderrapante.

3.6 Cinto de Segurança.

Ao longo da pesquisa mencionamos alguns modelos de cinto de segurança aplicados em cadeiras de rodas, suas características e vantagens. Também observamos o uso deste elemento em barcos adaptados analisados durante o levantamento de similares.

O ponto mais relevante do cinto de segurança neste projeto, é a necessidade dele poder ser acionado rapidamente e de forma muito intuitiva. Isto porque caso o barco vire, o usuário deverá se soltar do assento que estará submerso e voltar à superfície. Consideramos esta possibilidade um caso extremo já que durante estes poucos segundos, ele estará de olhos fechados, seus sentidos confusos já que o corpo experimentou uma rotação súbita de 180 ° e deverá conscientemente prender a respiração.

Um cinto de segurança que prenda o torso e o abdômen pode dificultar os movimentos próprios da atividade de velejar, além de gerar confusão ou travar com alguns elementos do colete salva vidas.

Para solucionar este problema, a proposta é utilizar um cinto subabdominal fabricado a partir de tiras trançadas de poliéster com um sistema de gancho de argola (Velcro) para o fechamento, como implementado na handbike (Figura 39) e no barco adaptado Hansa Liberty (Figura 35). Na ponta da tira foi adicionada uma aba de cor chamativa com o objetivo de sinalizar a área de acionamento do cinto, deixando-a acessível e reconhecível (Figura 179).

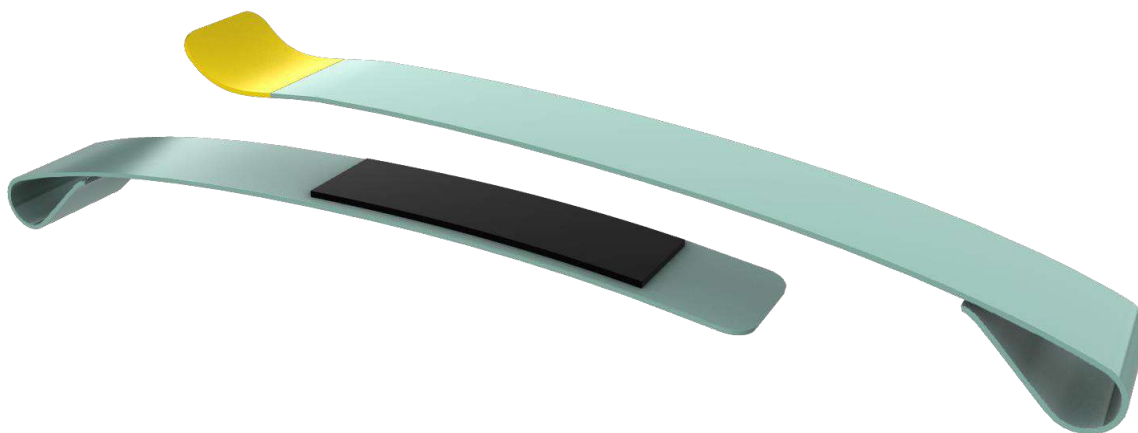


Figura 178. Cinto de segurança com tiras de poliéster (verde) fechamento com velcro (negro) e aba de sinalização (amarelo)

Foram realizados testes no modelo 1:1 para determinar a posição do cinto de segurança de forma a atender o percentil 5% feminino (Figura 180) e o percentil 95% masculino (Figura 181). Já que o ajuste do corpo é feito no encosto, observamos que há pouca variação na posição do cinto.



Figura 179. Teste cinto de segurança subabdominal, percentil 5% feminino.



Figura 180. Teste cinto de segurança, percentil 95% Masculino.

Após os resultados dos testes foi gerada no ambiente virtual uma proposta para fixação e posicionamento do cinto de segurança (Figura 183).

Até o final do prazo deste projeto não foi testada em ambiente real nenhuma configuração de cinto de segurança, inviabilizando a validação da proposta que inclui estreita relação entre o usuário, os movimentos do barco e os movimentos de controle dos elementos de navegação.

Como resultado da aplicação dos princípios de solução anteriormente expostos e visando atender às restrições impostas por norma NBR 9050 (ABNT 2004), chegamos ao componente no barco que reúne a maior quantidade de funções. Este componente e seu complementar espelhado, instalado no lado oposto do convés, serve como painel de controle, comportando um joystick para controlar o leme, ou um moitão para controlar a vela dependendo da preferência do usuário; é usada como área de transferência entre o assento e a borda do barco a forma de oferecer autonomia ao usuário no momento do embarque e desembarque; atua como um elemento estabilizador do assento contra o efeito das forças do barco adernado sobre seu suporte; e comportara o ponto de fixação do cinto de segurança (Figura 182)

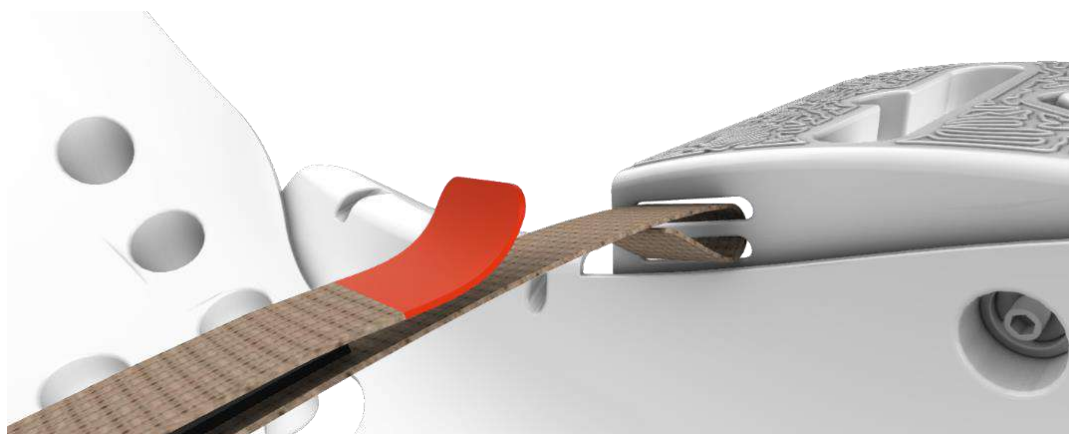


Figura 181. Fixação do cinto de segurança na latera

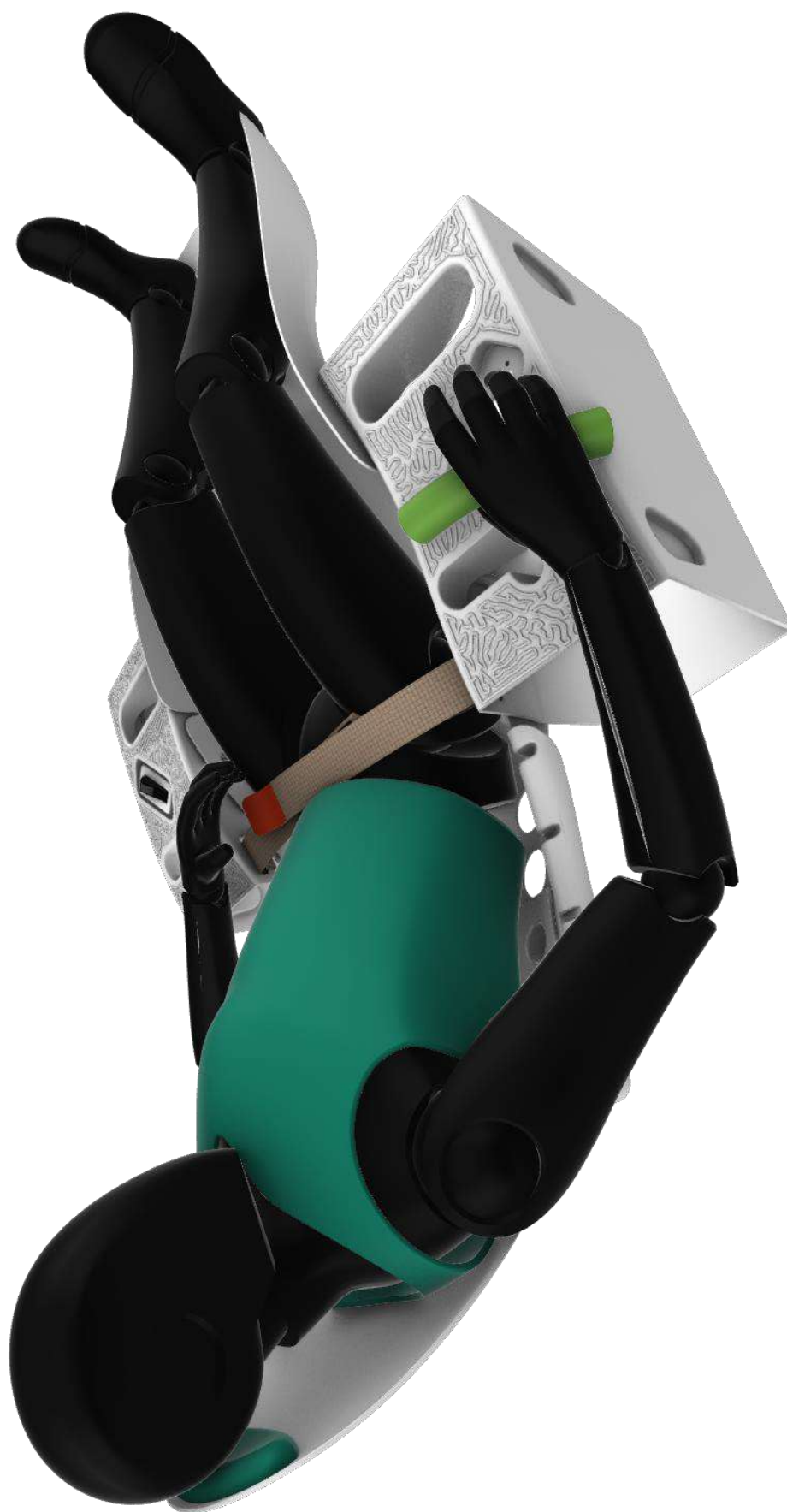


Figura 182. Simulação virtual do uso do cinto de segurança subabdominal.

4 DETALHAMENTO

4.1 Materiais e processos de fabricação.

A decisão sobre material e processo de fabricação de cada componente está condicionada por vários fatores, entre eles, as necessidades específicas do projeto e sua viabilidade em termos de custo e produção. Já que o presente projeto se desenvolve dentro da indústria náutica será proposta a implementação de materiais que já são utilizados na área.

Através da análise da tarefa realizada durante a pesquisa foi possível determinar alguns requisitos que condicionaram a escolha do material.

Necessidades específicas do ambiente:

- Resistente à corrosão
- Resistente à água salgada
- Resistente à exposição direta a raios UV

Necessidades específicas do projeto:

- Baixo custo e alta durabilidade
- Não requerer manutenção constante
- Resistência a deformações térmicas ou mecânicas
- Leveza

Já no processo de fabricação, foram atendidas as capacidades da empresa fabricante do Dingue, evitando assim inviabilizar a produção pela necessidade de uma tecnologia indisponível. Desta forma, foi priorizado o uso de equipamentos e acessórios náuticos existentes no mercado e o uso de técnicas produtivas já dominadas pela empresa.

4.1.1 Materiais do assento, base e painel de controle.

Estes três elementos serão apresentados juntos pois a proposta é produzi-los usando a mesma técnica e o mesmo material.

Assim como o Dingue, sugerimos que os componentes sejam fabricados em material compósito. Segundo (CALLISTER, 2002, p.359) “pode-se considerar um compósito como sendo qualquer material multifásico que exiba uma proporção significativa das propriedades de ambas as fases que o constituem, de tal modo que é obtida uma melhor combinação de propriedades”. Ou seja, um material compósito é formado pela combinação de materiais buscando obter as melhores características de cada um deles.

A ordem em que são dispostos os materiais no laminado, o plano de laminação, deverá ser desenvolvido por um engenheiro atendendo aos esforços mecânicos, tipos de material e processo pelo qual será fabricada a peça.

Há muita diversidade dentro dos compósitos, sendo essa a principal vantagem desta classe de materiais cujos componentes podem ser agrupados em duas fases: matriz e fase dispersa (CALLISTER,

2002). Na fabricação do cockpit é recomendado o uso de uma Matriz de resina de poliéster-insaturada Isoftálica combinada com fibra de vidro tipo E. Recomendamos também a aplicação de um revestimento de Gel-Coat e reforços estruturais com espumas de PVC e núcleo flexível de poliéster não tramado. Recomendamos também o uso de um tecido de poliamida desmoldante para garantir um bom acabamento superficial na face que não estará em contato com o molde.

Gelcoat Isoftálico.

O gelcoat é um revestimento superficial que é aplicado no molde antes do laminado (Figura 184). Apesar de ser uma camada fina, após a cura o Gel confere um acabamento superficial liso, podendo ser lixado e polido até obter uma superfície brilhante e espelhada. Segundo Associação Brasileira de Materiais Compósitos (2009) é resistente às intempéries, tem baixa permeabilidade e alta resistência química. Estas características fazem com que o gelcoat seja a opção de revestimento de quase a totalidade dos barcos de fibra de vidro produzidos na indústria náutica brasileira.



Figura 183. Aplicação do Gelcoat. Fonte (<https://perfilnautico.com.br/wp-content/uploads/2017/08/gelcoat2.jpeg>)

Matriz.

Pensando em reduzir o custo da produção, recomendamos o uso da resina termofixa de Poliéster insaturada do tipo Isoftálica, amplamente utilizada na indústria náutica pela boa relação custo benefício, nela são obtidos poliésteres de alto peso molecular o que se reflete em alta resistência mecânica da peça final, apresenta resistência aos raios UV e pode ser usada em peças que estarão expostas à umidade (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MATERIAIS COMPÓSITOS, 2009).

Uma alternativa seria o uso da resina Epóxi a base de Bisfenol A, devido à sua relação custo-benefício. Também termofixa, a resina epóxi oferece melhores propriedades mecânicas comparado à resina poliéster e possui um processo de cura com uma melhor distribuição de temperatura, isto reduz o

risco de contração pós-cura e possíveis deformações nas peças uma vez desmoldadas desmoldadas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MATERIAIS COMPÓSITOS, 2009).

Fibra de vidro Tipo E.

As fibras de vidro em geral são produto da fusão de vários minerais moídos que são aquecidos entre 1400 e 1500 °C. O vidro do tipo E deve sua popularidade a uma ótima relação custo benefício já que oferece excelentes propriedades mecânicas por um preço muito baixo.

As fibras são comercializadas em forma de rolo, manta, moídas, escamas e em forma de tecido. Para a fabricação das peças deverá ser usada na forma de manta e tecidos. A manta (Figura 184) é composta por fibras picotadas orientadas quase aleatoriamente, já no caso dos tecidos (Figura 186), a orientação das fibras e seu peso por metro quadrado irão determinar a sua funcionalidade e posição no plano de laminação.



Figura 184. Manta de fibra de vidro

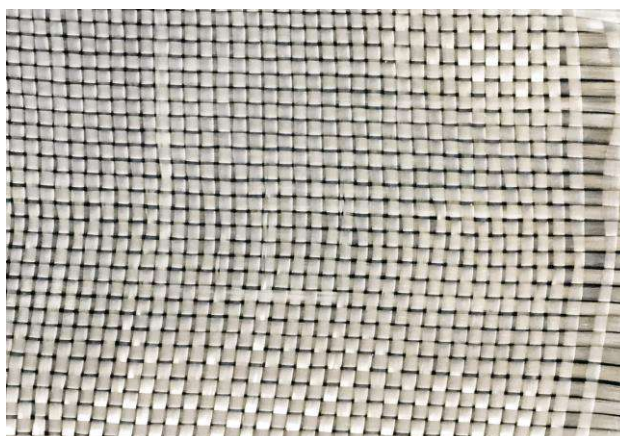


Figura 185. Tecido de fibra de vidro

Procurando aumentar as propriedades mecânicas e diminuir o peso das peças, é recomendado como alternativa o uso de fibra de carbono ou tecidos híbridos de carbono e vidro. Porém vale ressaltar que o preço aumenta exponencialmente com o uso de reforços mais nobres.

Espuma de PVC.

Segundo (NASSEH, 2011, p.129) “o laminado sandwich consiste em duas fases de um laminado de alta resistência e um núcleo de baixa densidade”. E é precisamente o uso de este núcleo que permite aumentar a rigidez das peças sem ter que aumentar a espessura do laminado de fibra. Isto garante um menor peso na peça resultante. É recomendado o uso do núcleo de espuma de PVC (Figura 187) comercialmente conhecido como Divinycell, que pode ser encontrado no mercado em placas de 4 até 40 mm de espessura, se ajustando à fabricação de peças de pequeno porte. Este tipo de núcleo é muito usado na indústria náutica na fabricação de elementos estruturais já que otimiza as propriedades mecânicas do laminado.



Figura 186. Espuma de PVC

Procurando aumentar o desempenho, recomenda-se como alternativa o uso de um núcleo de aramida com estrutura de colmeia, estes diminuem muito o peso do laminado enquanto conferem à peça ótimas propriedades mecânicas.

Núcleo flexível de poliéster não tramado.

Conhecido comercialmente como Coremat (Figura 188), o núcleo flexível de poliéster não tramado é um não-tecido composto por fibras de poliéster e microesferas de vidro. Uma das suas principais vantagens é a maleabilidade, isto é fundamental no caso de aplicação em geometrias complexas. Este material é compatível com processos de laminação manual e após a cura ganha muita rigidez, é recomendada sua aplicação em áreas que irão receber fixações por parafuso.

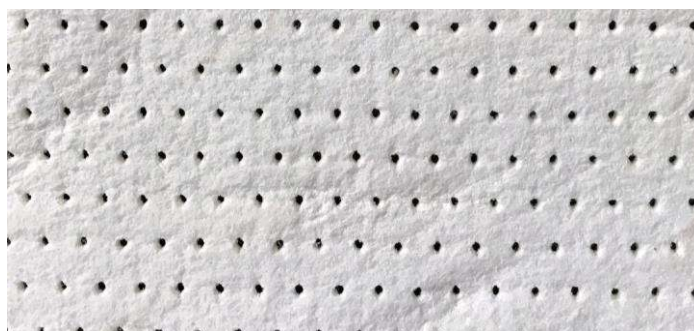


Figura 187. Não-tecido de Poliéster Coremat.

Tecido de poliamida desmoldante.

Após finalizada a laminação, uma das faces estará em contato com o molde copiando as características superficiais deste, e outra não. A face que não está em conato com o molde tem o risco de apresentar uma textura irregular como acabamento superficial, isto em alguns caso pode afetar a estética da peça, dando a impressão de mal-acabado ou falta de qualidade. Para erradicar esse problema, recomendamos o uso de um tecido desmoldante que é aplicado como última camada do laminado. Após a cura, este tecido poderá ser removido e a superfície terá uma textura homogênea imitando a trama do tecido.

4.1.2 Processo de Fabricação. Laminação Manual

É recomendado o processo de laminação manual (Figura 189), uma vez que é o mesmo utilizado na fabricação do Dingue. O uso de esta técnica dispensa investimento em equipamentos e se ajusta aos tipos de materiais sugeridos anteriormente. Normalmente a cura é feita com o molde aberto e acontece a temperatura ambiente.



Figura 188. Processo de laminação manual. fonte (<http://signatureproducts.com/our-processes/signature-products-hand-lay-up-process-for-contact-moulding>).

Apesar de não precisar de muitos equipamentos, a Associação Latino-americana de Materiais Compósitos (2009) sugere o uso de algumas ferramentas, entre elas: Compressor e linhas de ar comprimido, revolver de pintura de gelcoat, balança para pesagem, tesoura para corte de manta e tecidos, trinchas, roletes de lã e roletes de aço. É obrigatório o uso de EPI adequado para manipulação e contato com tais materiais e um controle rigoroso da exposição do trabalhador no ambiente de trabalho.

A continuação será apresentada a sequência operacional deste processo de fabricação, conforme sugerido pela Associação Latino-americana de Materiais Compósitos (2009):

- Aplicação do desmoldante sobre o molde limpo e seco
- Aplicação do gelcoat
- Após a gelatinização do gelcoat, iniciar a laminação com uma farta umectação do mesmo com resina e prosseguir com a colocação de uma camada de manta evitando deixar bolhas de ar
- Prosseguir com a aplicação de camadas de manta ou tecido conforme plano de laminação, utilizando o rolete de lã para impregnar a fibra com resina, e o rolete de aço para eliminar as bolhas de ar que possam ficar entre as camadas de tecido
- Realizar a rebarbagem, após a gelatinização do laminado
- Quando a resina estiver em estágio avançado de cura, realizar a desmoldagem
- Vale observar que a cura final da resina poliéster só ocorre dias após a desmoldagem, durante este período, a peça ainda poderá sofrer deformações.

4.1.3 Impacto ambiental e reciclagem.

Segundo dados da Associação Brasileira de Materiais Compósitos (2009) a fabricação em materiais compósitos no Brasil gera anualmente um volume de resíduos de aproximadamente 13 mil toneladas anuais, que são descartadas em aterros sanitários como resíduos de Classe 2 gerando um custo de descarte de quase R\$ 90 milhões.

Além da poluição por resíduos sólidos, os processos de fabricação em compósitos geram resíduos particulados resultantes dos procedimentos de acabamento e emissões de vapores contaminantes pelo uso de solventes e reagentes químicos. Sendo estes dois últimos, os maiores responsáveis por problemas de saúde ocupacional dentro das empresas. Por este motivo se faz necessária a implementação de sistemas de tratamento de vapores e captação de pós, antes de que estes resíduos sejam liberados na atmosfera.

As propriedades das resinas termofixas conferem às peças fabricadas uma longa vida útil com pouca degradação ao longo do tempo, esta grande vantagem para a indústria, torna-se um problema para o meio ambiente, já que após o final do período de uso, a reciclagem ou reaproveitamento das peças acaba não sendo viável do ponto de vista econômico.

Segundo a os tipos de reciclagem para os resíduos sólidos podem ser catalogados como: reciclagem energética, reciclagem mecânica e reciclagem química.

O primeiro destes processos, não recicla o material, mas o usa como fonte de geração de energia por meio da combustão, substituindo alguns combustíveis fósseis. O problema é que na queima, os compósitos liberam gases tóxicos que precisam de processamento antes de serem liberados na atmosfera.

Também vale ressaltar que o potencial energético do compósito é reduzido pelas fibras e cargas utilizadas, o que provoca que na maioria dos casos este processo não seja sustentável.

A reciclagem mecânica é o processo pelo qual os resíduos sólidos são triturados e usados como componentes em outros materiais, no caso dos compósitos por exemplo, são amplamente utilizados como carga para reforçar concreto. A deficiência deste processo segundo é não poder estabelecer um fornecimento contínuo de resíduos pós-consumo corretamente catalogados. Já que para o correto desempenho do material resultante da reciclagem, os resíduos devem estar limpos e serem separados atendendo aos tipos de materiais que os compõem, pois a mistura de polímeros com propriedades muito diferentes pode resultar em um produto de baixa qualidade.

O último destes processos é a reciclagem química, neste processo é desintegrada a matriz do compósito com o objetivo de recuperar a fibra com a menor perda de propriedades possíveis. O método mais utilizado é a pirólise, nele o polímero é quebrado termicamente elevando a temperatura até atingir o ponto de queima da matriz, que dependerá da composição dela. Este processo tem duas deficiências, a primeira é a geração de vapores tóxicos que precisam ser processados antes de serem liberados na atmosfera, e o segundo é a perda de qualidade nas propriedades da fibra pela exposição a altas temperaturas.

Uma alternativa para diminuir o impacto ambiental destes materiais é o uso de fibras naturais substituindo às fibras de vidro. Porém quando comparadas, as fibras naturais oferecem propriedades mecânicas inferiores e sua instabilidade térmica dificulta seu uso limitando a compatibilidade com algumas matrizes poliméricas. Apesar disto segundo Associação Brasileira de Materiais Compósitos (2009) são amplamente usadas na indústria automotiva, construção civil e na indústria naval.

Devido às limitações do escopo do presente projeto, não serão abordadas as fibras naturais como alternativa viável já que não haverá a possibilidade de validar o seu funcionamento.

4.1.4 Estofamento do assento.

Para o estofamento do assento é recomendado o uso de espuma de poliuretano flexível do tipo viscoelástica (Figura 190). Este material tem a capacidade de retornar suavemente a sua forma original após ser comprimido, dissipando as cargas exercidas sobre ele e diminuindo assim a pressão do corpo do usuário contra a superfície rígida. Amplamente utilizado na indústria automotiva na fabricação de assentos, as peças de espuma viscoelástica garantem maior conforto do que aquelas de espuma de poliuretano flexível convencional já que se adaptam à geometria do corpo do usuário.



Figura 189. Espuma de PU viscoelástica. Fonte

(http://www.redesdeportivasonline.com/WebRoot/Store/Shops/redesdeportivasonline/4FB7/DF6E/69B3/678E/D38D/55EE/0960/CBE5/Topper_-_Sobre-Colchon_viscoelastico.jpg)

Em termos deste projeto, é muito importante aumentar o conforto do usuário nas posições preestabelecidas, caso ele se sinta desconfortável, há uma tendência a assumir posturas alternativas que podem acabar gerando lesões. Por tal motivo recomendamos o uso deste material.

É provável que por se tratar de peças com espessuras relativamente baixas, seja necessário o uso de alguma espuma com maior densidade, nesse caso recomendamos o uso de espuma de PU flexível.

A reciclagem destas espumas de poliuretano é viável por dois dos métodos descritos anteriormente, a reciclagem física, onde as espumas são cortadas em pequenos pedaços e passar a formar parte de outros componentes. E a reciclagem química onde também se usa a pirólise, sendo mais usada a Glicólise, processo no qual se combinam os resíduos de PU pós-consumo com resíduos industriais e outros agentes químicos que permitem obter um material resultante com pouca perda de propriedades e funcionalidades quando comparado ao original.

4.1.5 Revestimento do estofamento.

Para revestir o estofamento, é recomendado o uso de um tecido de Policloropreno similar ao usado nas roupas de acessórios de surf, mergulho e outros esportes aquáticos (Figura 191). Estes tecidos normalmente são compostos por três camadas, sendo os dois exteriores de poliéster ou nylon e a camada interna de borracha de policloropreno.

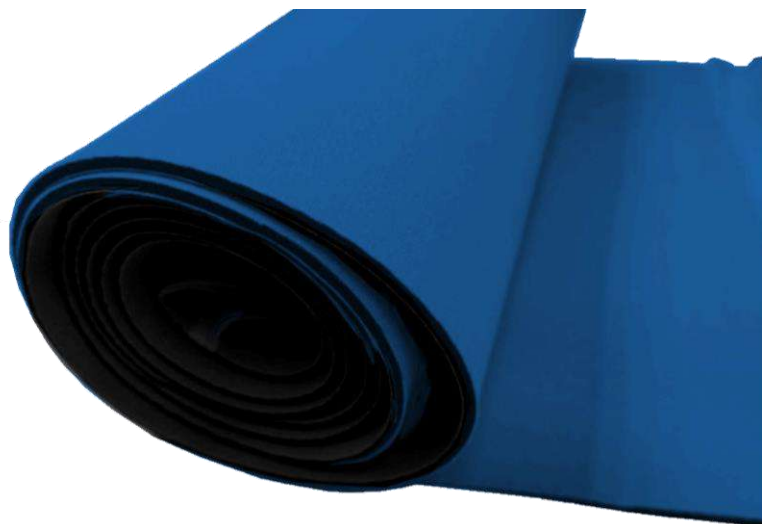


Figura 190. Tecido de policloropreno (Neoprene). Fonte

(www.centerfabril.com.br/media/catalog/product/cache/3/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/n/e/neoprene_a_sroyal_1.jpg)

Estes tecidos têm uma alta resistência a intempéries, são impermeáveis e funcionam como isolante térmico. Também são muito resistentes a rasgos e apresentam uma baixa taxa de deformação, o que garante uma vida útil estendida quando comparado aos tecidos de couro sintético usados na indústria náutica como revestimento de estofados.

Do ponto de vista estético, o uso destes tecidos está associado à esportividade e tecnologia, se inserindo bem no contexto do projeto. Também são compatíveis com processos de estamparia o que permitiria o uso de grafismos no assento para decorar ou identificar o assento.

Apesar de muito vantajoso para uso em ambientes adversos, este material é uma borracha vulcanizada, isto dificulta a sua reciclagem quando comparado a outras borrachas não reforçadas. Um ponto positivo é que os pneus de carro, também são de borracha vulcanizada e há grandes esforços no desenvolvimento de técnicas para reciclagem e reaproveitamento destes materiais. Podendo ser catalogados estes processos como biológicos, químicos e físicos. Sendo os mais populares, a moagem dos resíduos pós-uso ou de produção cujo resultado é usado como reforço para asfalto e a irradiação do material com micro-ondas com a finalidade de quebrar as ligações de enxofre e reutilizar a borracha sem perder muitas propriedades.

4.1.6 Cinto de segurança.

Para o cinto de segurança recomendamos o uso de cintas trançadas em poliéster e um sistema de gancho e argola, conhecido comercialmente como Velcro, este sistema é utilizado como fecho em equipamentos de surf, kite surf e na própria vela, o que indica que seu funcionamento e propriedades físicas são compatíveis com atividades no ambiente marinho. Pode ser encontrado no mercado com

grande variação de formatos e cores e uma ótima relação custo benefício. Recomendamos que a ponta das cintas seja identificada com uma cor chamativa.

Das principais necessidades do cinto de segurança neste projeto estão, que ele seja muito simples, rápido de soltar e que prenda parcialmente o usuário. Apesar de existirem sistemas avançados de fechamento para cinto de segurança, a simplicidade, funcionalidade e viabilidade econômica fazem do velcro uma boa opção para este componente. No caso das cintas de poliéster, é um ponto favorável que o material seja comercializado em diversas cores, permitindo a personalização do produto.

4.1.7 Controle do Leme. Joystick

Para o corpo do Joystick é recomendado o uso de um tubo de alumínio 5052 anodizado, com diâmetro de 25,40mm. A liga 5052 de alumínio é amplamente usada na indústria naval, assim como na fabricação de peças que estão expostas à intempérie. É recomendado que o tubo seja anodizado porque além de ser um revestimento superficial que alongará vida útil do perfil, esteticamente traz valor à peça. Vale ressaltar que o alumínio é um material com uma boa relação custo benefício e cujo processo de reciclagem é viável e amplamente difundido no Brasil.

Já no caso da empunhadura, recomendamos o uso de borracha de policloropreno, como apresentado anteriormente, este material oferece conforto ao toque, e resiste às condições ambientais onde a atividade será desenvolvida.

Fixações

Para fixar e regular o assento na base serão usados parafusos de aço inoxidável 304, tipo Allen com sextavado interno e cabeça cilíndrica com diâmetro de 10mm. Este tipo de parafuso é recomendado para aplicação em locais com pouco espaço onde seja preciso bom aperto. Devido às exigências do ambiente é necessário o uso de aço inoxidável, as peças são mais custosas quando comparado ao aço carbono, porém as suas propriedades mecânicas e resistência à corrosão justificam o valor.

Para fixar o a base e as laterais na embarcação, recomenda-se o uso do mesmo tipo de parafuso, porém com um diâmetro da rosca de 12mm.

Com o fim de distribuir a força gerada pelo aperto entre o parafuso e a porca, recomenda-se o uso de arruelas de polietileno com peso molecular ultra alto (UHMWPE). Este material apresenta uma alta resistência a impacto e compressão e é amplamente usado em sistemas de fixação na indústria náutica. É sugerido seu uso, pois é mais leve e absorve melhor a energia do que uma peça metálica.

Pelo tipo de geometria e processo de fabricação das peças em compósito, se fez necessário usar uma porca que pudesse ser fixada na superfície e funcionasse como espera de um parafuso que seria removido após o uso (Figura 192). Para fixação e regulagem do assento na base é sugerido o uso de porcas de aço inoxidável 304 com flange e diâmetro da rosca de 10mm.



Figura 191. Porca de aço inox com flange. Fonte (<https://www.climbingwallservices.com/wp-content/uploads/2017/04/T-nut.jpg>)

Já para fixação da base e as laterais na embarcação, sugerimos o uso de um sistema de rosca vedada que impeça a entrada de água no casco do barco (Figura 193). Estes sistemas são um tipo comum de ferragem náutica e são fabricados com ligas de aço inoxidável e materiais poliméricos compatíveis com a atividade.



Figura 192. Base com rosca vedada. Fonte (http://www.antal.it/data/files/prodotti_img/Accessories/7306_G_636525547593414306.jpg)

4.2 Ferragens náuticas

Ferragens náuticas são componentes que auxiliam na navegação e não são parte do casco ou convés da embarcação. Para viabilizar a fabricação do produto é recomendado o uso das mesmas ferragens utilizadas no Dingue, pois o fabricante já possui uma relação de confiança com o fornecedor, que no caso é uma empresa nacional com mais de 40 anos no mercado. A continuação apresentamos as ferragens a serem usadas no projeto e os materiais que as compõem.



Figura 193. Moitão simples de embutir com roldana de alumínio e corpo de Nylon e aço inox.

Fonte

https://images.tcdn.com.br/img/img_prod/556195/moitao_line_28mm_simples_de_embutir_1619_1_20190121140855.jpg



Figura 194. Moitão simples de 20mm com roldana de alumínio e corpo de aço inox. Fonte

<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRvj2Bxlrey9uR3u->

[NEJ2AFTME0QLq8BT8AkOxh2l14_QdDTTLP&s](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRvj2Bxlrey9uR3u-NEJ2AFTME0QLq8BT8AkOxh2l14_QdDTTLP&s)



Figura 195. Moitão catraca giratório, com roldana de alumínio, corpo em Nylon e aço inox.

Fonte: https://www.iatenautica.com.br/583-large_default/moitao-catraca-giratorio-57m

5 CONCLUSÃO

O resultado deste projeto é um cockpit que vai permitir que pessoas sem mobilidade nas extremidades inferiores possam usar de forma autónoma o veleiro Dingue. Isto inclui o embarque e desembarque, a acomodação e o controle dos elementos de navegação (Figura 197).



Figura 196. Cockpit adaptado instalado no Dingue

Uma das diretrizes deste projeto é a inclusão de novos participantes ao esporte, por isso apesar de ser projetado para atender pessoas com mobilidade reduzida, o produto poderá ser usado por qualquer pessoa cujas condições físicas lhe permitam velejar. Isto é possível porque o foco do desenvolvimento foi garantir que qualquer usuário com plenas capacidades nos membros superiores pudesse navegar no Dingue a partir de uma única posição no convés. Também prezamos por não descaracterizar a atividade e gerar rejeição ou estranhamento, para isto alteramos o menos possível os sistemas de navegação, mantendo a escota para controlar a vela e usando um sistema de alavanca para controlar o leme. Vale ressaltar que no caso dos controles, a posição destes poderá ser ajustada para atender a usuários destros ou canhotos.

O produto é composto por seis peças fabricadas em compósito com acabamento superficial liso (Figura 198). Elas são: o encosto, a cesta ou apoio lombar, o apoio para as extremidades inferiores, a base, a lateral esquerda e a lateral direita. Sendo as três primeiras componentes do assento e a quinta e sexta responsáveis pelos controles e o acesso. A forma final do assento foi obtida através de métodos de

modelagem paramétrica de superfícies complexas o que trouxe como resultado um formato orgânico e fluido no qual é possível realizar alterações controladas.

Também formam parte do conjunto, o joystick e a cana de leme que permitirão ao usuário controlar o rumo do barco. O desenvolvimento destes itens prezou pela simplicidade de fabricação e uso e por oferecer a possibilidade de fazer regulagens. Para instalar a cana de leme, basta inseri-la na cavidade da cabeça do leme do Dingue e amarrar as cordas no olhal roscado na ponta do tubo. Já para instalar o joystick é preciso passar o eixo pelo furo correspondente na lateral e no corpo do joystick, após a fixação do eixo, será necessário amarrar a o cabeamento do leme no olhal correspondente na ponta do tubo.

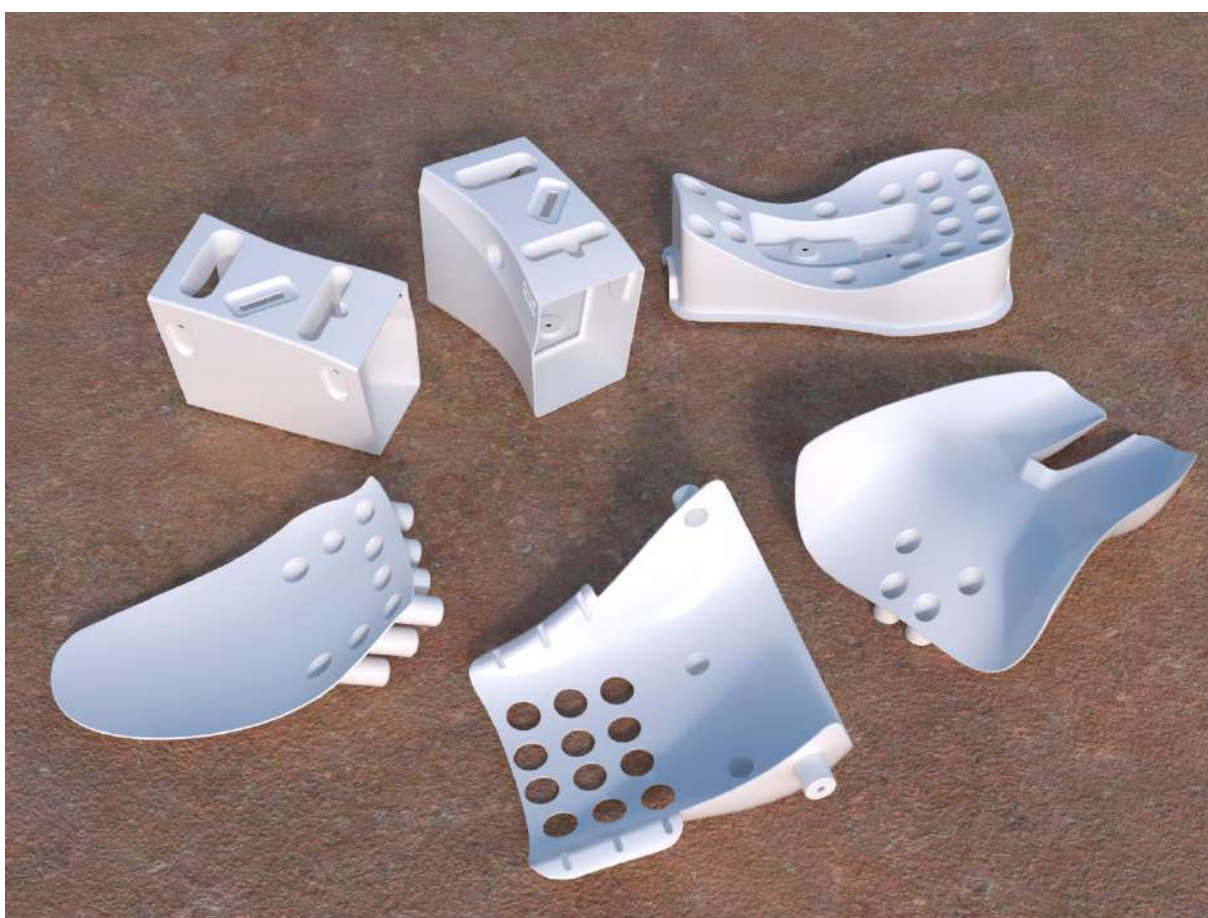


Figura 197. Peças fabricadas em material compósito.

5.1 Usabilidade.

Dependendo das dimensões antropométricas do usuário este poderá precisar de ajustes no encosto e/ou ajustes na largura do quadril. Para realizar ajustes no encosto, durante a montagem deverá ser usado um sistema de pinos para orientar a peça e um sistema de porca e parafuso para fixá-la. Há três possibilidades que buscam atender usuários com alturas desde 1.55m até 1.85m aproximadamente. Vale ressaltar que esta regulagem é fixa, ou seja, não poderá ser alterada durante a velejada. Na Figura 199 pode-se observar uma simulação de uso de um usuário que se enquadra no percentil 5% feminino, e na Figura 200 a configuração que atenderia um usuário do percentil 95% masculino.

Para regular a largura foram projetadas três versões do estofamento, buscando atender usuários com dimensões de quadril entre 30cm e 46cm aproximadamente. Vale ressaltar que estes estofamentos são peças separadas, ou seja, o usuário poderá escolher combiná-las segundo as suas preferências.



Figura 198. Configuração do encosto para atender usuário do percentil 5% feminino.



Figura 199. Configuração do encosto para atender usuário do percentil 95% masculino

Para controlar a vela o usuário precisará puxar ou soltar uma corda que chegará a ele a partir de uma das laterais, já para controlar o leme, deverá mover um joystick para direita ou esquerda e o barco se orientará na direção do movimento (Figura 201). Também existe a possibilidade de travar a posição do controle do leme, para isto, o usuário deverá manter o leme no meio e puxar o joystick ao longo do eixo metálico.



Figura 200. Simulação do uso do controle da vela e leme

Para facilitar o acesso ao barco de forma autônoma, foi projetada uma área de transferência entre a borda do veleiro e a borda do assento cuja superfície foi texturizada a partir de padrões de modelagem generativa, conseguindo imitar o crescimento de organismos vivos e remetendo visualmente as formações de corais. Para desembarcar, o usuário deverá seguir a ordem de movimentos listada a continuação e apresentada visualmente no capítulo 3 (p.134-136). Para embarcar só é necessário inverter a ordem do procedimento.

- Desmontar o joystick caso pretenda sair pela lateral onde está instalado.
- Segurar com as ambas mãos as abas de apoio do assento.
- Estender os braços para levantar o quadril de forma que este fique perto da superfície de transferência.
- Mover o quadril até ficar sentado na área de transferência.
- Acomodar as pernas no convés
- Se deslizar pela borda do Dingue até o exterior do barco.

5.2 Montagem

Para garantir um correto funcionamento do produto é importante seguir as instruções de montagem (Figura 202). Estas estão organizadas para permitir que o procedimento seja feito da forma mais rápida e confortável possível. Vale a pena ressaltar que na montagem, é provável que o usuário com mobilidade reduzida precise de ajuda, pois será necessário transportar peças até o interior do convés.

As instruções da montagem serão listadas a continuação:

- Na lateral que será usada para controlar a vela, fixar o moitão de embutir e o moitão catraca.
- Na lateral que será usada para controlar o Leme, fixar os moitões simples de 20mm
- Fixar as duas laterais na cesta do assento
- Fixe a base no convés do Dingue
- Fixe à base o apoio para membros inferiores.
- Fixe cesta e laterais na base e convés do Dingue
- Configure o cabeamento da escota
- Monte a cana de leme
- Configure o cabeamento do leme
- Fixe o encosto
- Fixe o estofamento
- Configure o cinto de segurança.

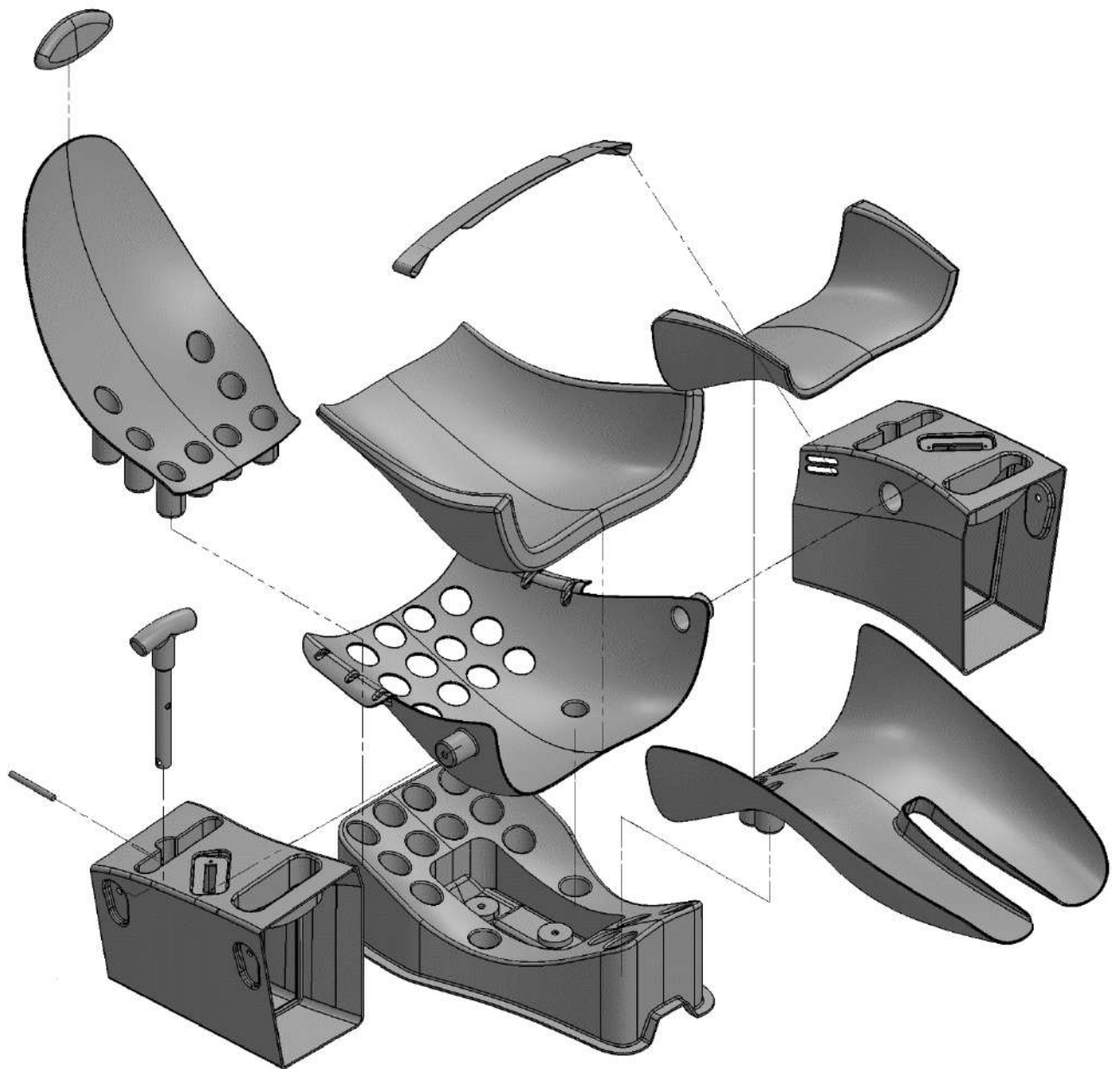


Figura 201. Montagem do cockpit. Vista explodida

5.3 Ambientação

Para contextualizar o produto, foram geradas imagens a partir do modelo digital, nas Figuras 203; 204 e 205. pode-se apreciar como seria realizada a atividade utilizando o equipamento desenvolvido.



Figura 202. Cena de ambientação 1



Figura 203. Cena de ambientação 2

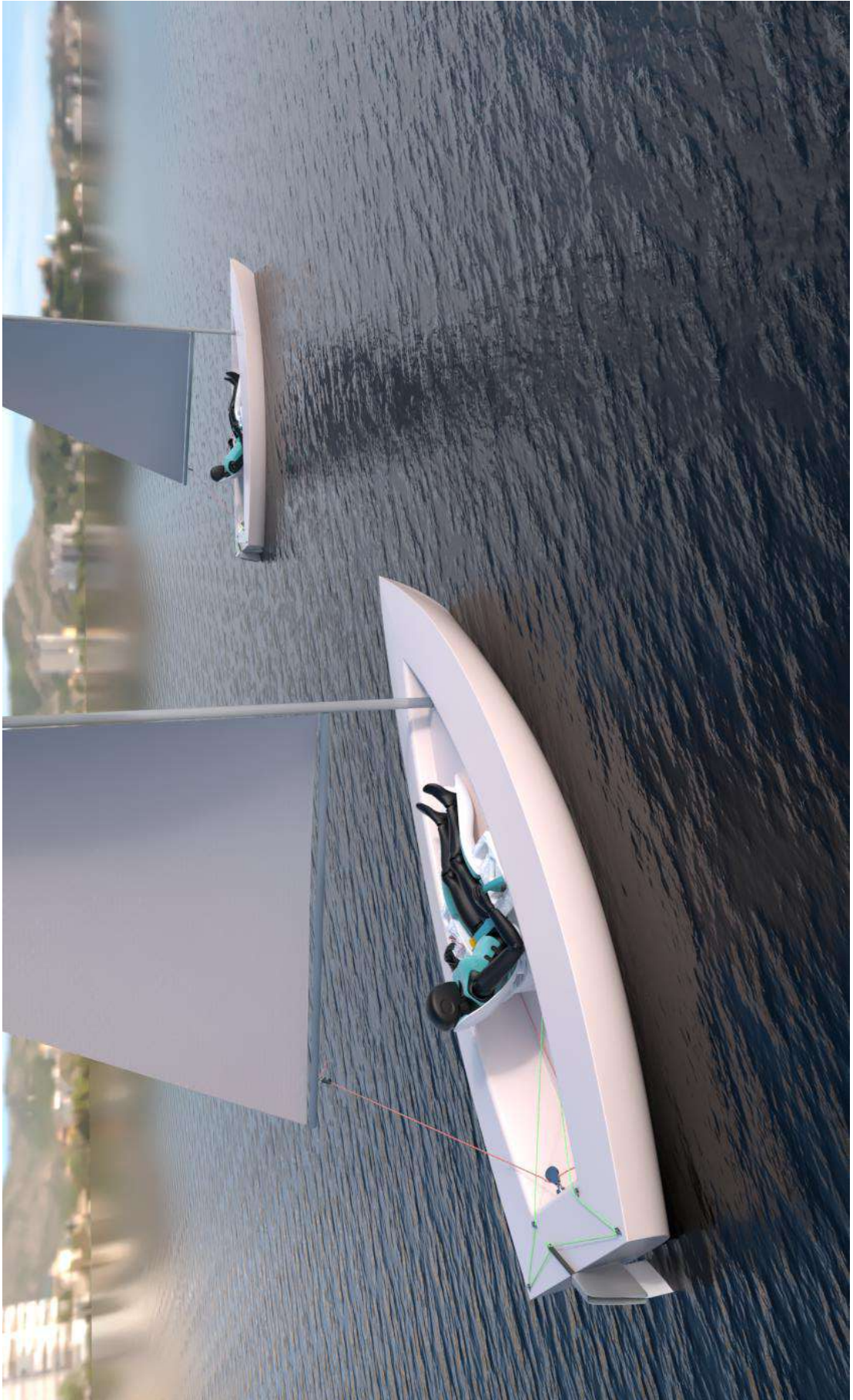


Figura 204. Cena de ambientação 3

5.4 Considerações finais

Este projeto busca permitir que usuários sem mobilidade nos membros inferiores do corpo possam velejar de forma segura e autônoma um veleiro da classe Dingue. Durante a fase de pesquisa foram identificados quatro elementos como fundamentais para realizar a tarefa de forma plena. O primeiro deles é a estabilidade cuja função seria garantir que o barco não iria virar. O segundo é o acesso, cuja função é permitir o trânsito desde a cadeira de rodas até o cockpit. O terceiro elemento é o controle cuja função é permitir que os componentes de navegação sejam utilizados a partir de uma única posição no convés. E o quarto é a acomodação, que iria garantir que o usuário com mobilidade reduzida pudesse se acomodar confortavelmente no convés do Dingue. Por se tratar de um projeto de graduação desenvolvido por um único estudante, não foi possível atender a todas as questões anteriormente apresentadas.

Pela dependência de conhecimentos relacionados à engenharia naval, não foram incluídas no escopo do projeto os temas referentes à estabilidade. Os conhecimentos obtidos na pesquisa foram utilizados durante o desenvolvimento do produto, porém não foi projetado nenhum princípio de solução para atender esta necessidade.

No caso do acesso, pode-se dizer que a necessidade foi atendida parcialmente. Dada a variabilidade de condições nas que se produz o embarque e desembarque, projetar um objeto que conectasse o cockpit com a cadeira de rodas seria uma árdua tarefa. Decidiu-se então oferecer os meios para que o usuário chegasse até a borda do Dingue, restando o percurso entre o barco e a cadeira de rodas. Esta escolha esteve fundamentada pelo fato de ser possível prever com precisão a área e condições de passagem entre o cockpit e a borda do veleiro.

O Dingue é um veleiro relativamente simples, isto é, pode ser guiado só por uma escota para a vela e um controle para o leme. Isto não quer dizer que sejam essas as únicas regulagens possíveis e necessárias no barco. No presente projeto não foram desenvolvidas soluções para outras regulagens além da navegação básica, isto se deu devido as limitações de prazo e condições de projeto anteriormente mencionadas. Pelo fato de ser o primeiro produto do seu tipo, as configurações básicas irão atender àqueles que são pouco experientes ou nunca tiveram contato prévio com o esporte. Vale ressaltar que a intenção é inserir a pessoa no esporte e oferecer a ela uma experiência satisfatória durante a velejada, sem fins competitivos.

Pode-se dizer que a acomodação é o elemento onde foram colocados mais esforços durante o processo de desenvolvimento, foram fabricados modelos a escala real com um retorno muito positivo das pessoas que participaram dos testes. Porém não foi possível validar o modelo final em condições reais de funcionamento. Devido ao alto custo de produção de um protótipo funcional e a aproximação do final do prazo deste projeto.

5.4.1 Necessidades específicas

Após a análise da tarefa no capítulo 2 foram levantadas as necessidades específicas da atividade. O Quadro 9 apresenta uma avaliação especulativa de quão bem o produto projetado pode atender a necessidades. Serão utilizados números do 0 ao 5 para representar a qualificação, sendo 0 como necessidade não atendida e 5 como necessidade atendida totalmente.

Necessidades específicas da atividade	Avaliação
Acomodar-se na embarcação	4
Apoio para cabeça, costas, coxas e pernas	5
Impedir que os membros sem mobilidade controlada pelo usuário balancem conforme o movimento do barco.	3
Controlar a embarcação por meio de movimentos que possam ser realizados por longos períodos.	3
Oferecer ao usuário a maior amplitude possível do campo de visão.	4
Permitir que uma das mãos possa ficar livre da sua função por alguns instantes.	5
Impedir que a retranca colida com o corpo do atleta.	4
Impedir que o usuário saia acidentalmente do espaço destinado a sua acomodação.	4
Facilitar o embarque e desembarque.	2
Poder variar a posição dos controles dos elementos de navegação para atender usuários destros e canhotos.	4
Manter o sistema de controle da embarcação reconhecível.	5
Tornar os movimentos de controle do leme congruentes com a direção em que se deseja navegar	4
Permitir checagem visual do funcionamento da embarcação.	4
Transmitir a sensação de conforto e segurança.	4
Conferir autonomia para realizar as atividades de navegação.	3
Permitir a identificação dos cabos e suas funções no barco.	4
Evitar que hajam ruídos ocasionado por atrito entre partes do barco e do cockpit.	3
Permitir a mudança do curso da embarcação através do leme.	4
Permitir a regulagem da captação de vento através da escota.	4
Permitir a visualização dos elementos auxiliares à navegação(birutas)	4
Permitir a checagem visual do perfil da vela.	5
Permitir a orientação visual sem que seja necessária uma mudança posição no barco.	5

Quadro 9. Avaliação do produto em relação as necessidades específicas do projeto

De modo geral a maioria das necessidades da tarefa parecem ter sido atendidas de forma satisfatória, porém para ter uma análise mais detalhada é preciso avaliar também os objetivos do desenvolvimento, traçados após a análise coletiva dos dados levantados durante a pesquisa.

O primeiro objetivo era posicionar os controles para que estivessem sempre visíveis. Neste sentido, pela posição dos controles em relação ao usuário, eles estarão sempre visíveis, porém há um problema que não foi resolvido durante o desenvolvimento: Uma das regulagens da escota implica em um longo comprimento de cabo solto pelo convés, pode haver risco deste cabo se enrolar com os controles do leme ou partes do cockpit. Porém validar esta informação só seria possível por meio de um teste mais avançado do que aqueles realizados neste projeto.

O segundo objetivo era posicionar de forma estável e confortável o corpo de um usuário sem mobilidade nos membros inferiores. Durante os testes com modelos em escala 1:1 o conforto do assento foi muito bem avaliado, inclusive por terapeutas ocupacionais, porém não houve oportunidade de realizar testes com atletas de vela adaptada, ou qualquer outro usuário com mobilidade reduzida.

O terceiro objetivo era manter o corpo do usuário longe do percurso da retranca e foi atendido parcialmente. A maior preocupação foi afastar o corpo da retranca durante os movimentos prescritos da atividade, ou seja, enquanto o usuário estiver usando os controles de navegação e acomodação do cockpit segundo o projetado, ele estará sim afastado do percurso da retranca. Porém se no momento de passagem da mesma o usuário colocar alguma parte do seu corpo acima do nível do encosto da cabeça, poderá sofrer algum dano físico.

O quarto objetivo impedir que o usuário saia acidentalmente do espaço destinado a sua acomodação. Apesar de ter dedicado grandes esforços ao desenvolvimento de sistemas que atendessem essa questão, os resultados do projeto só poderão ser validados com um teste em condições reais, já que se faz inviável simular os movimentos próprios da velejada no ambiente terrestre.

O quinto objetivo era posicionar os controles para que estivessem sempre dentro da zona de conforto do alcance. Este quesito foi atendido satisfatoriamente já que a regulagem do encosto mantém a posição dos controles confortável independentemente do perfil antropométrico do usuário.

5.5 Recomendações

O presente projeto não pretende trazer nenhuma solução absoluta ou definitiva. Pelo contrário, a intenção é abrir uma linha de pesquisa e desenvolvimento que poderá beneficiar muitas pessoas e fortalecer o esporte por meio da inclusão de novos praticantes. É muito importante que este projeto encontre continuidade para que os resultados sejam aprimorados e satisfaçam as necessidades de um público mais diversificado podendo incluir usuários com outros tipos de limitações físicas ou cognitivas.

Para isto, algumas recomendações que surgem das deficiências deste projeto.

- Testar um modelo a escala 1:1 do assento com usuários que se enquadram no público alvo.
- Atender criteriosamente as questões de estabilidade afim de impossibilitar o barco de virar.

- Desenvolver princípios de solução que atendam às necessidades de acesso ao cockpit a partir da cadeira de rodas.
- Permitir o controle da bolina e burro e criar a possibilidade de incluir novas regulagens
- Testar um protótipo funcional em condições reais para validar as informações obtidas e procurar novas.
- Aumentar as possibilidades de regulagem do encosto
- Testar materiais e processos de fabricação ambientalmente amigáveis

REFERÊNCIAS:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CLASSE DINGUE, **Histórico**, disponível em http://www.classedingue.com.br/index_arquivos/Page5354.htm acessado em 15 de outubro de 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CLASSE DINGUE, **Medidas oficiais e regras de medição da classe Dingue**. Disponível em <http://www.classedingue.com.br> acessado em 15 de outubro de 2019

MOREIRA, Waldomiro. Compósitos 1-Materiais, Processos, Aplicações, Desempenhos e Tendências. **São Paulo: Associação Brasileira de Materiais Compósitos-Abmaco**, p. 37-88, 2008

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO POLIURETANO: <http://abripur.org/473-2/>. Acessado em 25/jan/2020

ASSOCIAÇÃO LATINOAMERICANA DE MATERIAIS COMPÓSITOS, **Compósitos 2. Tecnologia de processos**. 1.ed, 2009

CALLISTER, W. D., **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução**. 5.ed, LTC Editora S.A, 2002.

CALLENFELS, K.L., VAN DER ENT M. BERGER M.A. Seat Optimization for Single Handed Paralympic Sailing Boat. **Procedia Engineering**. The Hague.V.147, p. 449-454.2016

CAVALCANTI, Pereira Virginia de *et al*, Ergonomia e design de produtos orientado ao consumidor: Um experimento no desenvolvimento de jarras de vidro. Departamento de Design, UFPC, 2004

DESIGN COUNCIL. **A study of the design process; Eleven lessons: managing design in eleven global brands. London**. Disponível em : https://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/ElevenLessons_Design_Council. Acesso em 5 de novembro de 2019

DI MARCO, Giancarlo, **Simplified Complexity. Método para el modelado NURBS Avanzado com Rhinoceros**. 1.ed, Italia, Le Penseur: 2017

FEDERAÇÃO DE VELA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, **Classes Reconhecidas - Skud 18 (Paralímpicos)**. Disponível em http://www.feverj.org.br/classes_Skud18.html acessado em 04 de novembro de 2019

Hansa sailboat. Disponível em <https://hansasailing.com> Acessado em 07 de outubro de 2019

HOLMES, George C. V, **Ancient and modern ships Part1**, Londres, 1906

IATE CLUBE DE BRASÍLIA. Curso completo de Vela: classe de Dingue. Brasília.2013

IDEO. **Human Centered Design Kit**. 2ed.2015

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

LARSSON, Lars, ELIASSON, Rolf, **Principles of Yacht Design**, 2.ed, Londres, Adlard Coles Nautical: 2000

- LEITÃO, Ulisses Azevedo, **A física das Naus e Caravelas**, Departamento de Física-UFMG, 2015 disponível em <http://www.observatorio.ufmg.br/mes03.htm> acessado em 04nov2019
- LÖBACH, Bernd. Design Industrial: bases para a Configuração dos Produtos Industriais. 1.ed. São Paulo: Blucher, 2001.
- MANDELLI, Antonio, **Elementos de arquitectura naval**. 1.ed. Buenos Aires, Alsina: 1960
- MANZINI, Eduardo José. Considerações sobre a elaboração de roteiro para entrevista semi-estruturada. **Colóquios sobre pesquisa em educação especial. Londrina: Eduel**, v. 2010, 2003.
- MARTIN, Carlos C.M. **Mar vela emoção**. 1.ed, Rio de Janeiro Mercio: 2005
- MISNISTERIO DO ESPORTE, **Informações sobre entidades de vela adaptada**, disponível em <http://portal.esporte.gov.br/cen/detalhesEntidades.do?idEntidade=72> acessado em 4 de novembro de 2019
- MUNARI, Bruno. Como nascen los objetos? Apuntes para una metodologia proyectual. 10.ed. Barcelona: E Gustavo Gili SA, 2010.
- NASSEH, Jorge, **Manual de construção de barcos**. 4.ed, Rio de Janeiro, 2011
- PORTAL SAN FRANCISCO. **Iatismo**, 2016 disponível em <https://www.portalsaofrancisco.com.br/esportes/iatismo> acessado em 04 novembro 2019
- PORTAL SAN FRANCISCO. **Vela Paraolímpica**, disponível em <https://www.portalsaofrancisco.com.br/esportes/vela-paraolimpica> acessado em 04 novembro 2019
- RERC on Wheelchair Transportation Safety. **Guidelines for Use of Secondary Postural Support Devices by Wheelchair Users During Travel in Motor Vehicles**, PA: Rehabilitation Engineering Research Center on Wheelchair Transportation Safety, Pittsburgh, 2006.
- RYBERG, Maria de *et al*, **A fabricação digital como ferramenta de processo de projeto: conectando design e arquitetura**, p. 153-160 . In: . São Paulo: Blucher, 2015.
- SANSONIO, Barbara Marcucci, Análise do Lead e balanceamento Longitudinal de um veleiro do tipo monocasco, deslocante e com quilha profunda. UFSC, Joinville, 2018
- Saturday Small Boat Sailing** disponível em <http://www.baads.org/sailing/small-boats/> acessado em 04 novembro de 2019
- SILVA, Renato da Silveira, Contribuições da Ergonomia para projeto de Engenharia: Utilização de método baseado na observação participante. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013
- SLOOFF, J.W. **The Aero-and Hydromechanics of Keel Yacht**. 1.ed, Londres, Springer International:2015
- TEDESCHI, Arturo, **Algorithms- Aided Design: parametric strategies using Grasshopper**, 1.ed, Italia, Le Penseur: 2014
- US SAILING, Adaptive sailing resource manual. 2.ed. 2018

- VANDEVELDE, Anneke; VAN DIERDONCK, Roland; CLARYSSE, Bar. **The role of physical prototyping in the product development process**. Vlerick Leuven Gent Management School, Vlerick Leuven Gent Management School Working Paper Series. 2001.
- VIEIRA, Silvia, FREITAS, Armando. **O que é vela**, História regras e curiosidades, 1. Ed. Rio de Janeiro: Casa da palavra, 2006.
- WOODBURY, Robert, **Elements of parametric Design**, 1.ed, New York, Routledge: 2010

GLOSSÁRIO

A

ADERNAR: É a inclinação para um dos bordos da embarcação em relação ao eixo longitudinal do barco, é medida em graus.

ADRIÇA: Cabo utilizado para içar as velas e a Bandeira.

B

BARLAVENTO: É a direção de onde vem o vento, oposto a sotavento.

BOCA: É a maior largura de uma embarcação.

BOLINA: Lâmina de ferro, madeira, fibra ou chumbo, presa à quilha e que evita o deslocamento lateral da embarcação de vela.

BOMBORDO: É o lado esquerdo da embarcação para quem olha para a proa.

BORDOS: São os lados de uma embarcação.

BORESTE: É o lado direito da embarcação para quem olha para a proa.

C

CAMBAR: Virar de bordo.

CANA DE LEME: Parte do aparelho de governo da embarcação, peça que o piloto segura.

CASCO: É o corpo da embarcação sem a mastreação, aparelhos, acessórios, motores ou qualquer outro arranjo. O casco não possui uma forma geométrica definida sendo a sua principal característica ter um plano de simetria. Da forma adequada do casco dependem as qualidades náuticas de um barco: resistência mínima a propulsão; mobilidade e estabilidade.

E

ESTAIS: Cabos de aço que sustentam o mastro no sentido proa a popa.

J

JIBE: também conhecida como Cambada em Roda ou Virada em Roda, é uma manobra feita para mudar a direção do barco, mas, diferentemente da Cambada, é realizada com a proa a favor do vento.

L

LEME: Estrutura metálica ou de madeira que tem por finalidade dar direção à embarcação e mantê-la nesse rumo determinado. Seu efeito é resultante da ação das águas sobre sua porta sendo assim somente tem efeito quando a embarcação está em movimento ou em casos de correnteza. Ele é comandado por um timão, por uma roda de leme ou por uma cana de leme.

LINHA D'ÁGUA: É uma faixa pintada com tinta especial no casco de proa a popa da embarcação.

M

MOITÃO: Roldana por onde passam os cabos.

MORDEDOR: Usado para prender cabos.

N

NÓ: Unidade de velocidade utilizada em navegação, 1 nó equivale a 1 milha náutica por hora.

O.

ORÇAR: Velejar contra o vento.

P

PÉS: Unidade de medida utilizada para expressar o comprimento da embarcação, 1 pé equivale a 30,48 cm.

POPA: Parte de trás da embarcação.

PROA: Parte da frente da embarcação.

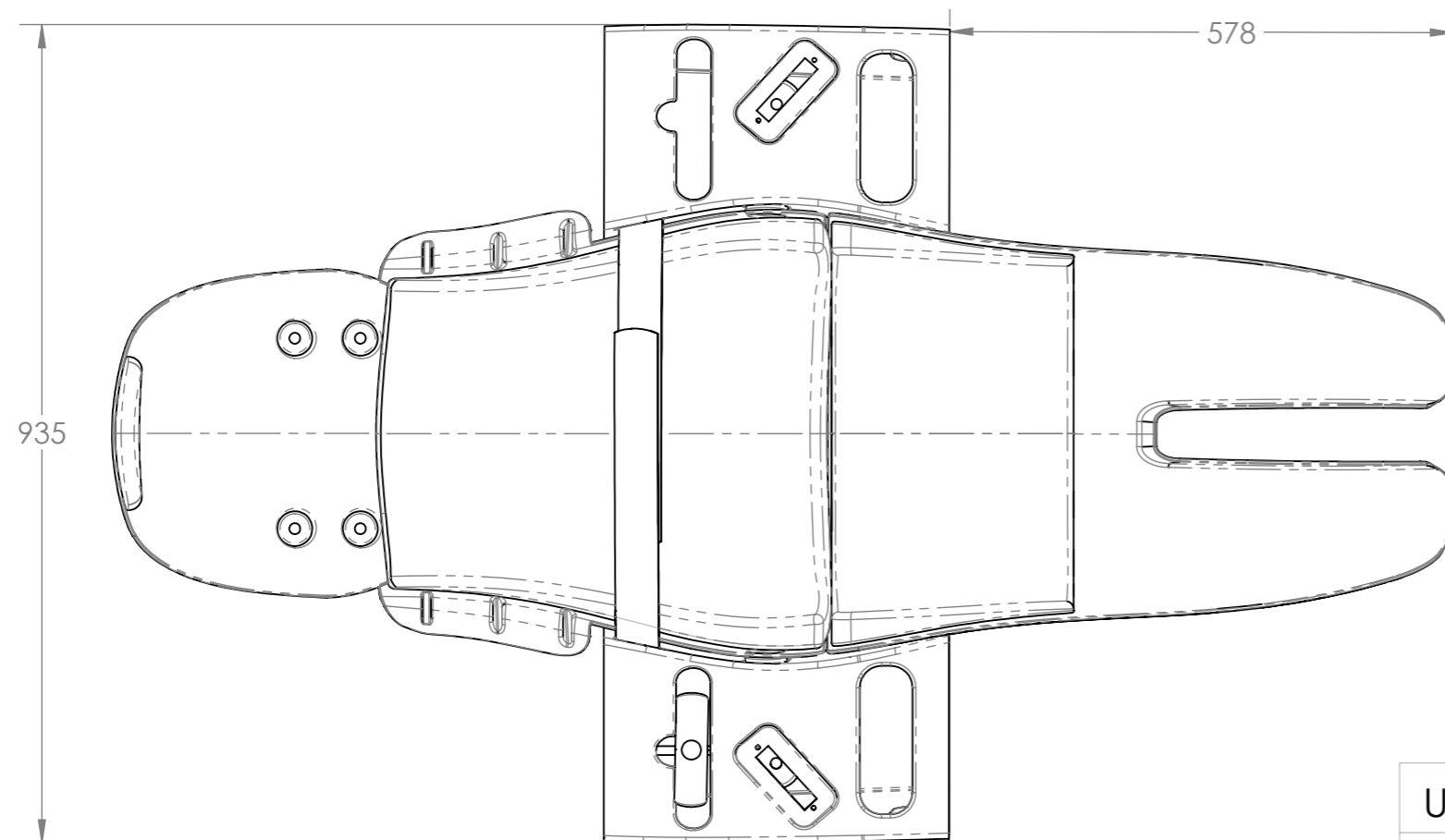
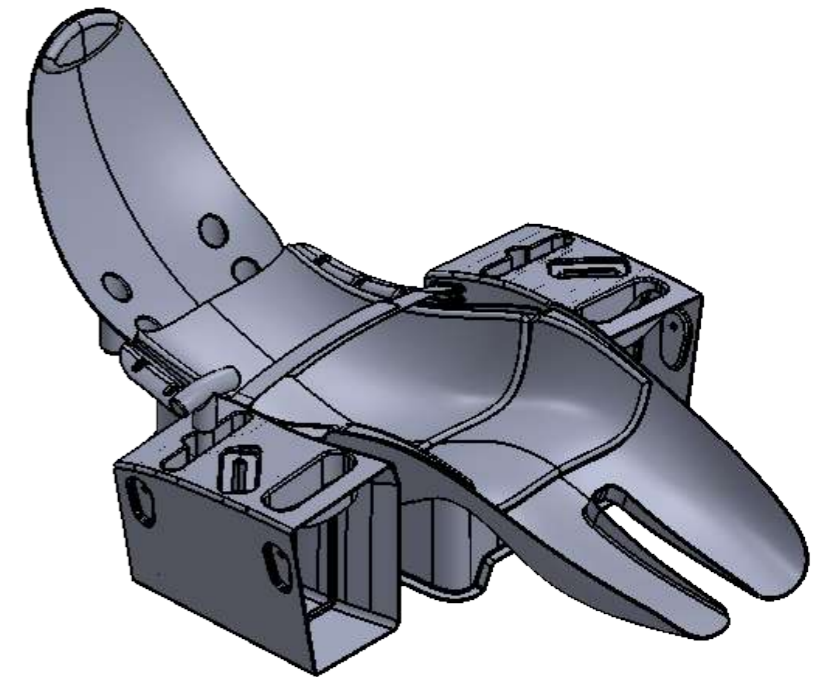
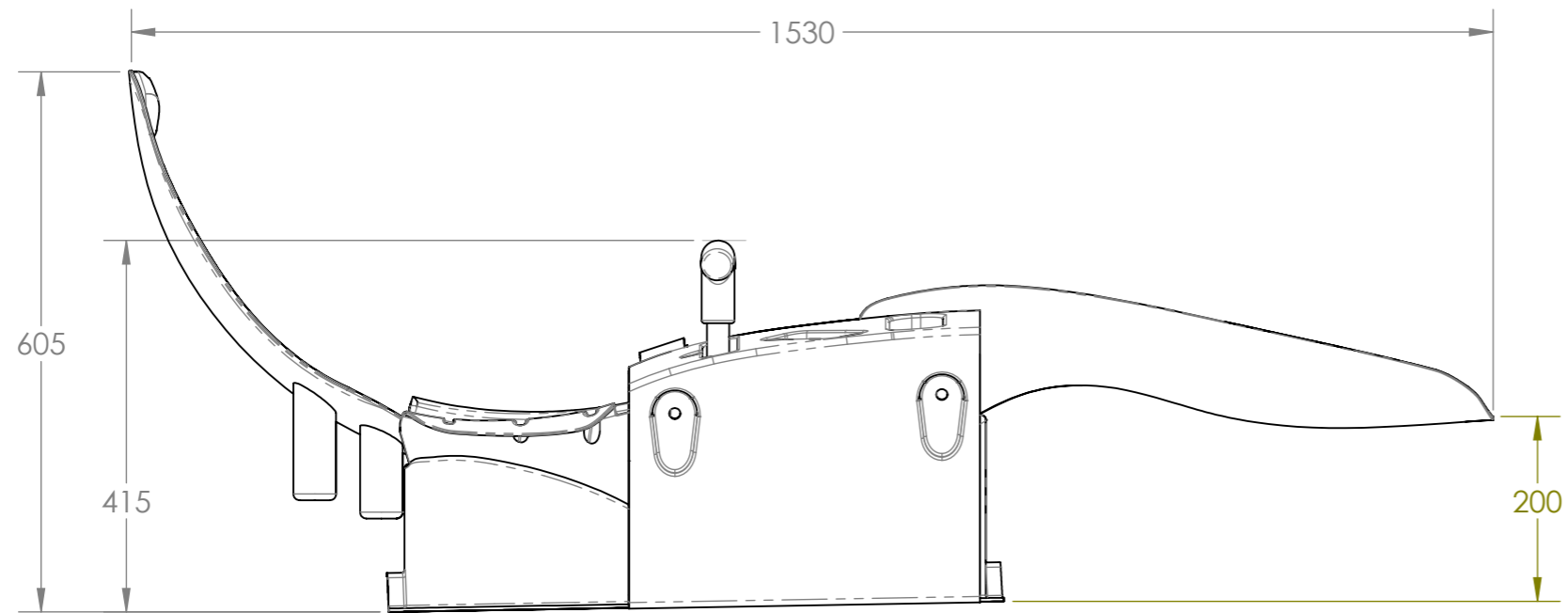
Q

QUILHA: Peça estrutural na embarcação no seu plano inferior, na qual se apóiam as cavernas e os costados

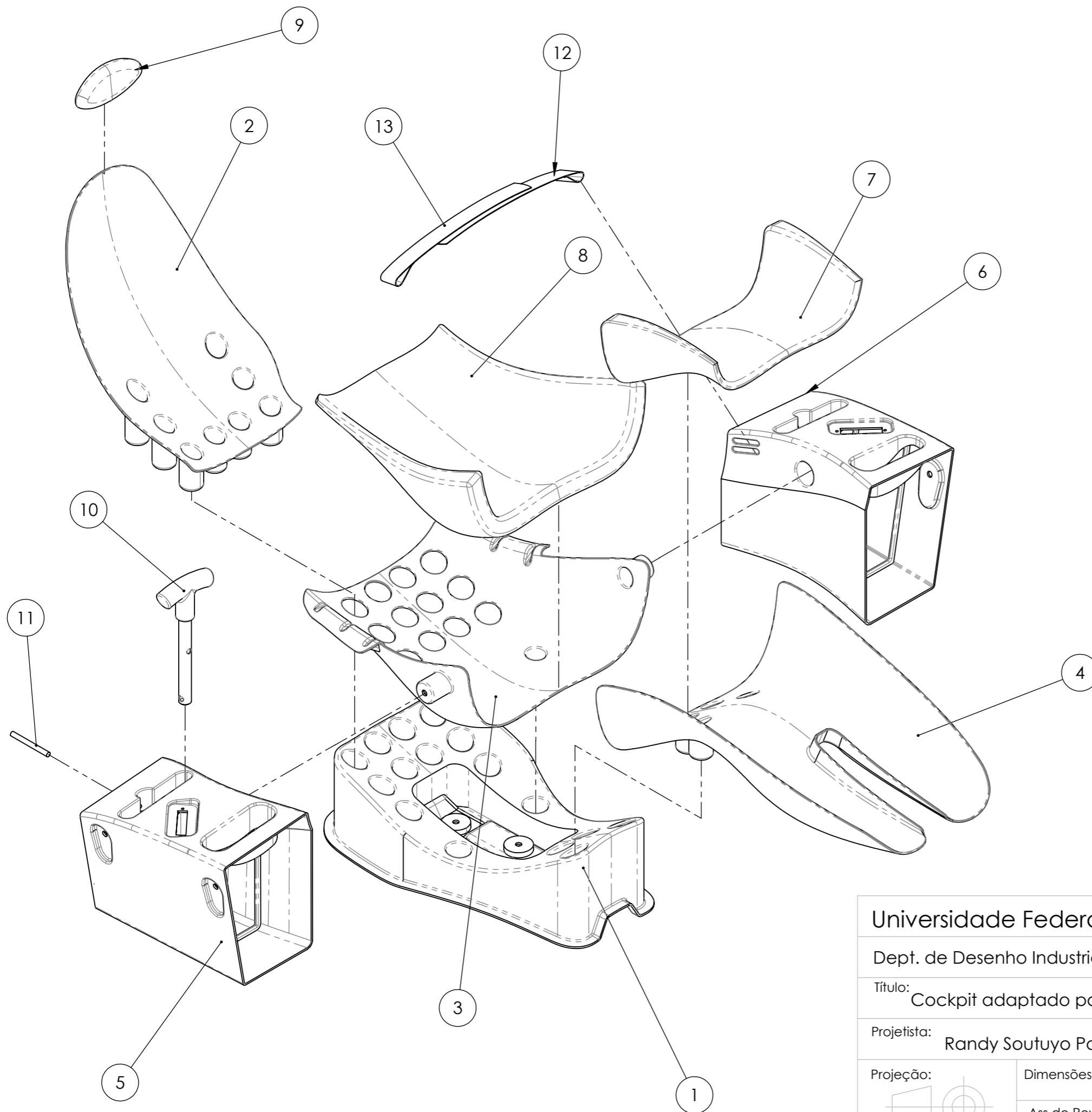
S

SOTAVENTO: Direção por onde sai o vento, oposto a barlavento.

APÊNDICES



Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola de Belas Artes			
Dept. de Desenho Industrial		Curso de Desenho Industrial - Habilitação em Projeto de Produto	
Título: Cockpit adaptado para veleiro Dingue		Descrição: Dimensões gerais do cockpit	
Projetista: Randy Soutuyo Pozo		Orientador: Anael Silva Alves	
Projeção: 	Dimensões: mm	Escala: 1:8	Folha: A3
	Ass.do Revisor:	Data: 27/02/2020	Número 1/12



ITEM NO.	NOME DO COMPONENTE	QDT
1	Base	1
2	Encosto	1
3	Apoio_Lombar	1
4	Apoio_Coxas_Pernas	1
5	Lateral_Direita	1
6	Lateral_Esquerda	1
7	Estofamento_Pernas	1
8	Estofamento_Lombar	1
9	Estofamento_Cabeça	1
10	Joystick	1
11	Eixo_Joystick	1
12	Cinto_Segurança_Esquerda	1
13	Cinto_Segurança_Direita	1

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola de Belas Artes

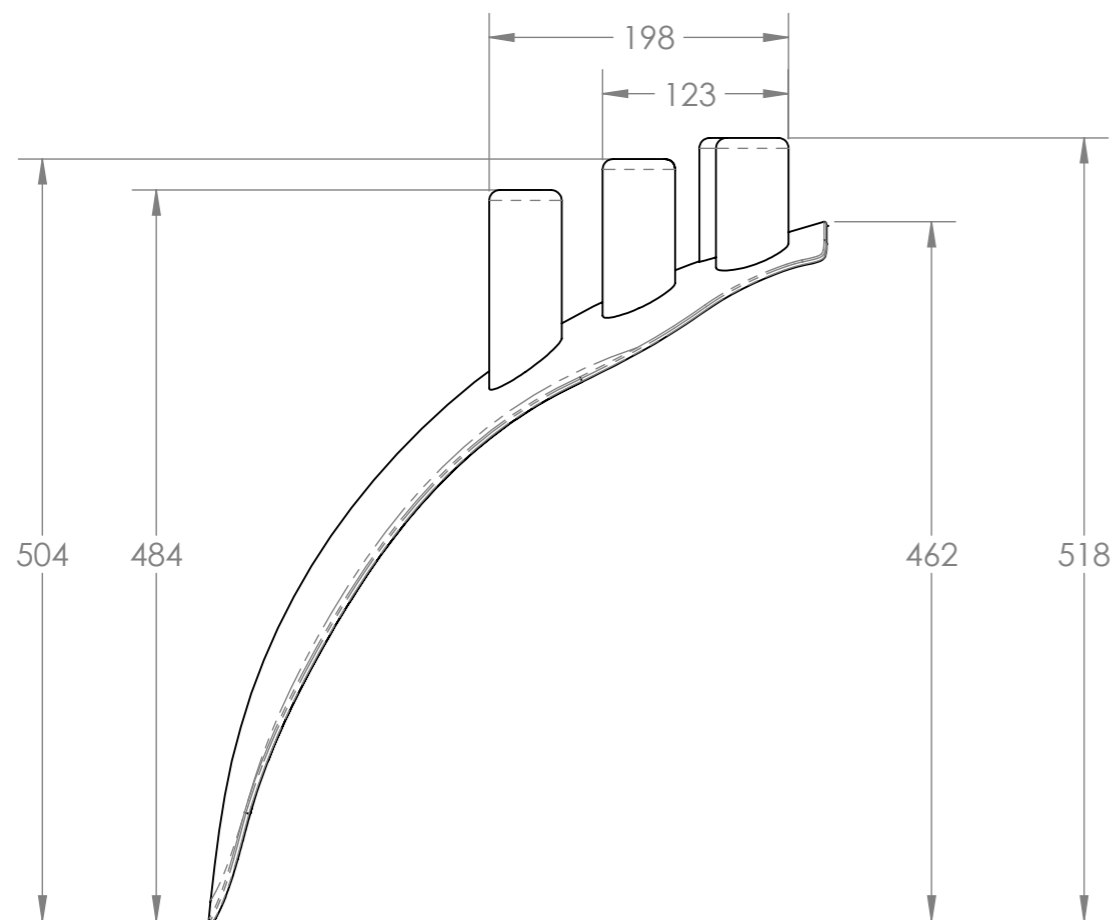
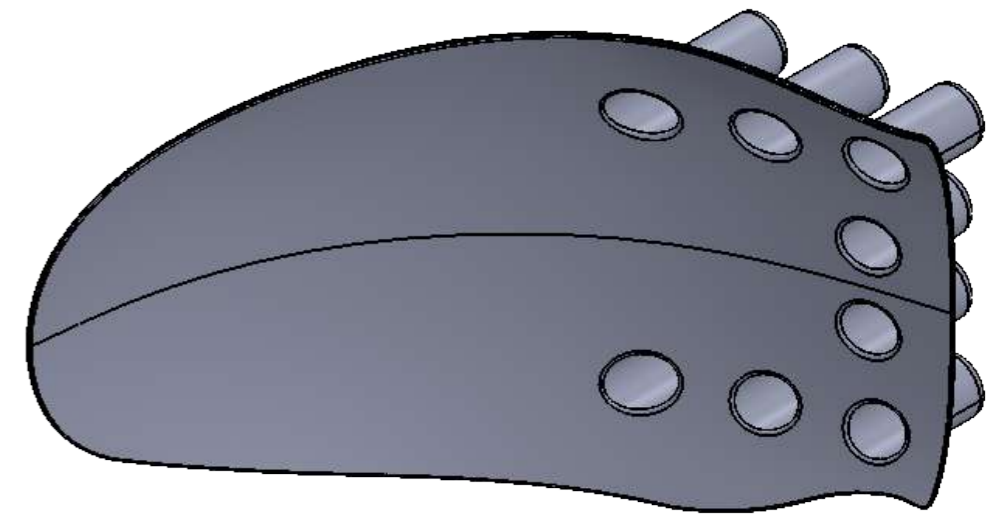
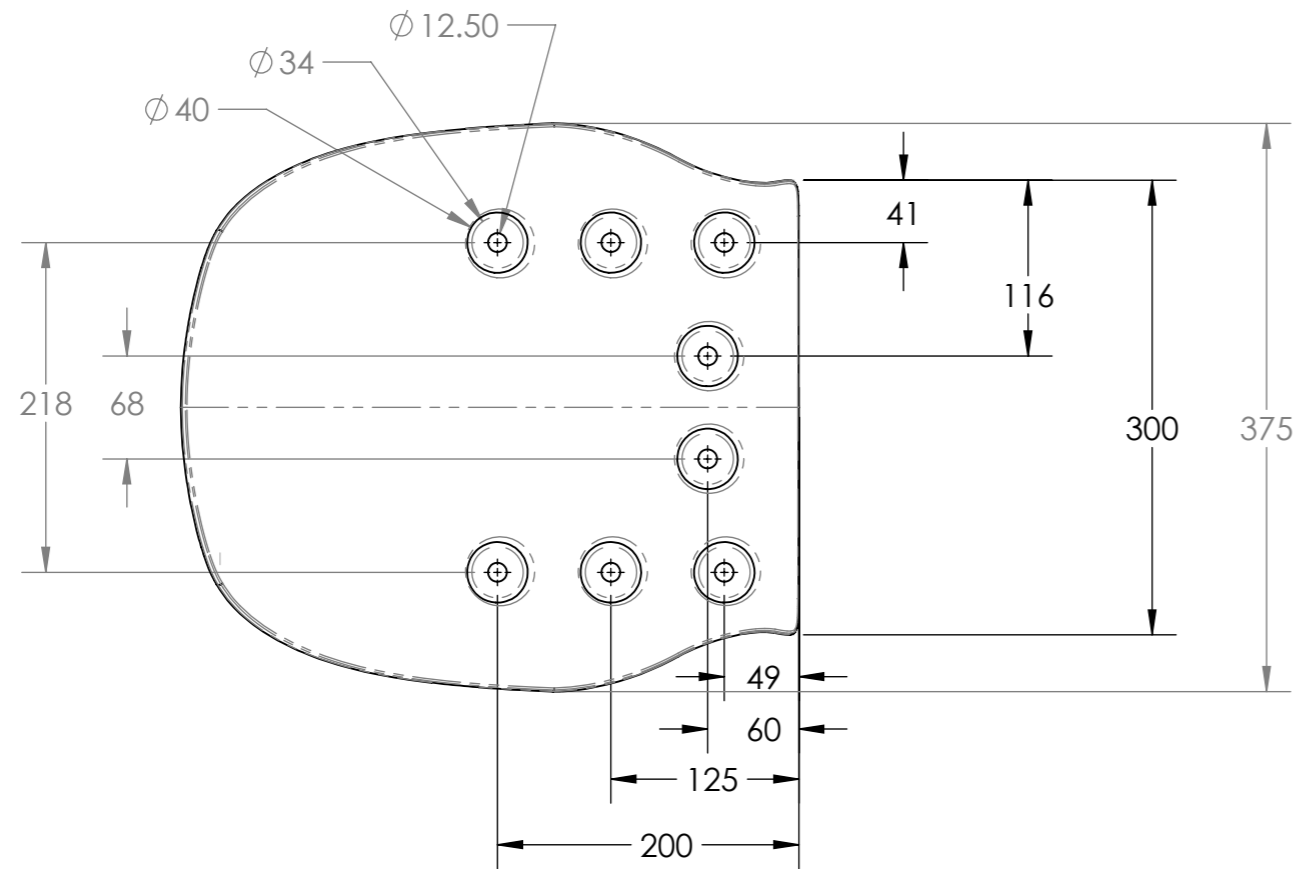
Dept. de Desenho Industrial Curso de Desenho Industrial - Habilitação em Projeto de Produto


Título: Cockpit adaptado para veleiro Dingue Descrição: Vista explodida

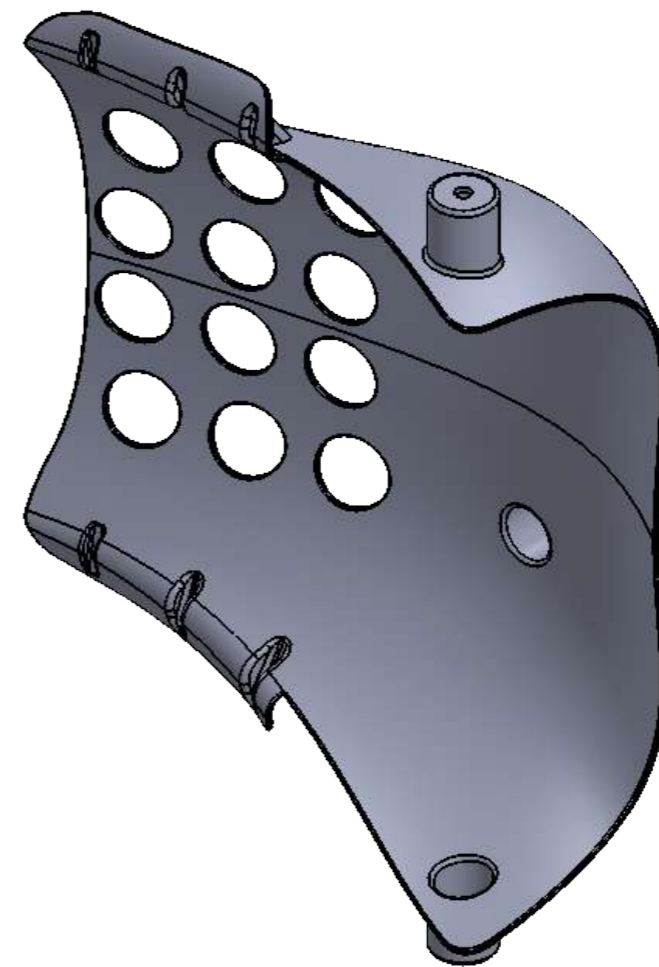
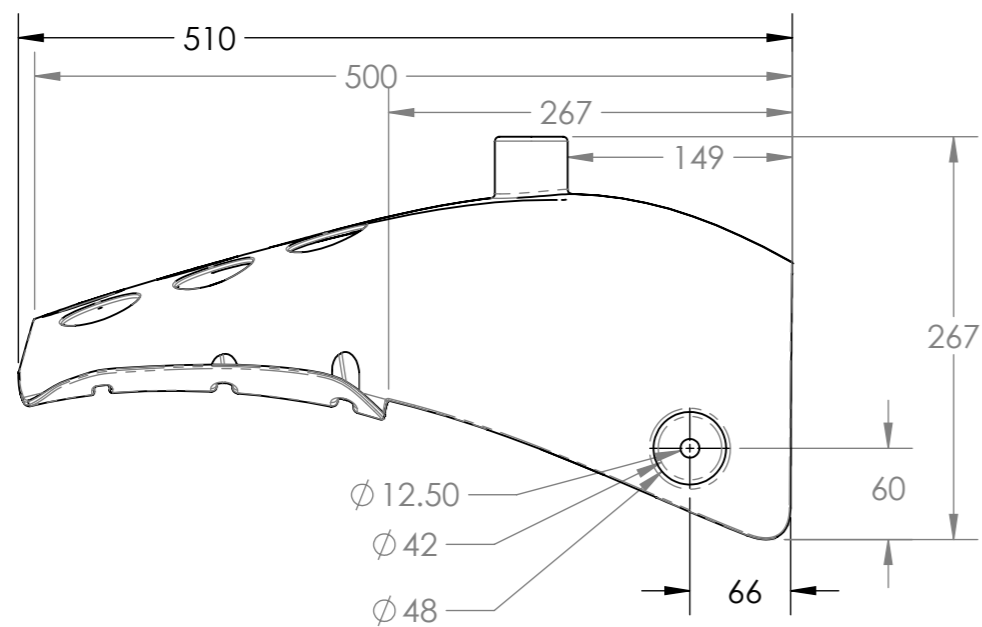
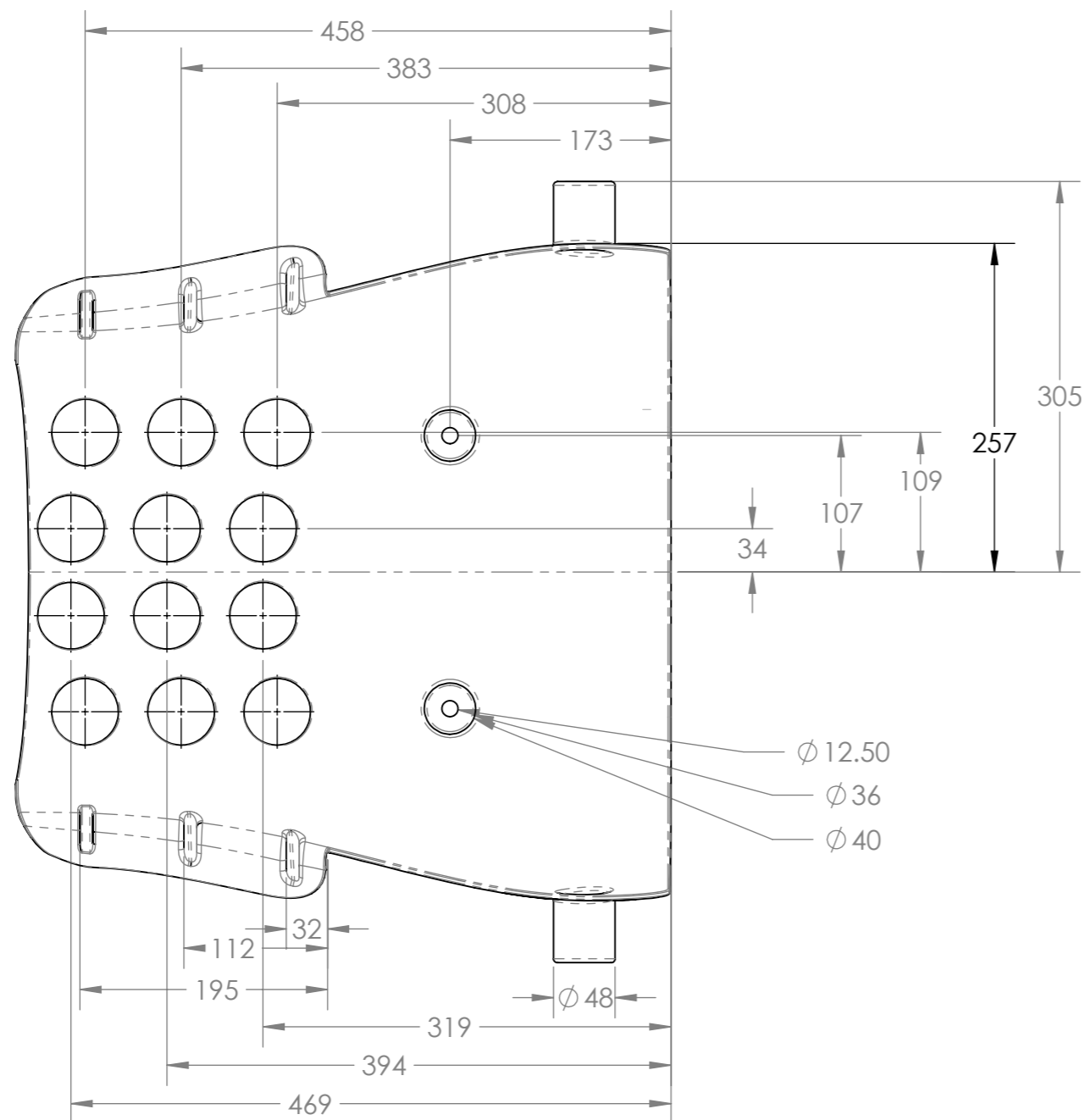
Projetista: Randy Soutuyo Pozo Orientador: Anael Silva Alves

Projeção:  Dimensões: mm Escala: 1:8 Folha: **A3**

Ass.do Revisor: Data: 27/02/2019 Número 2/12



Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola de Belas Artes			
Dept. de Desenho Industrial		Curso de Desenho Industrial - Habilitação em Projeto de Produto	
Título: Cockpit adaptado para veleiro Dingue		Descrição: Encosto	
Projetista: Randy Soutuyo Pozo		Orientador: Anael Silva Alves	
Projeção:	Dimensões: mm	Escala: 1:5	Folha: A3
	Ass.do Revisor:	Data: 27/02/2020	Número 4/12



Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola de Belas Artes

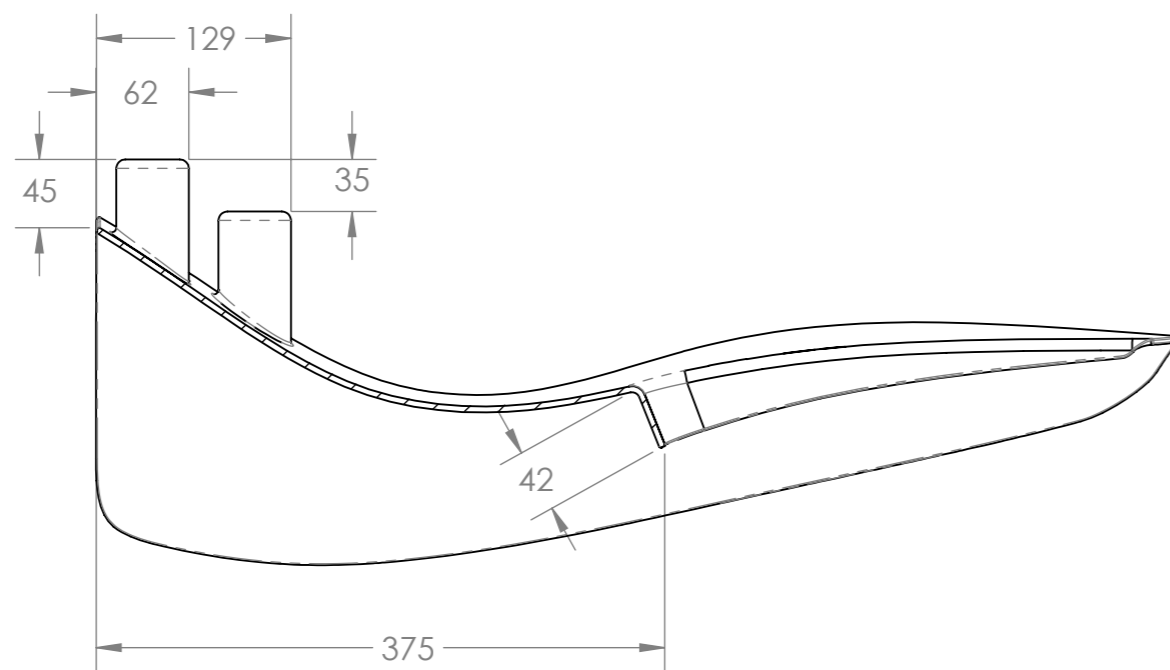
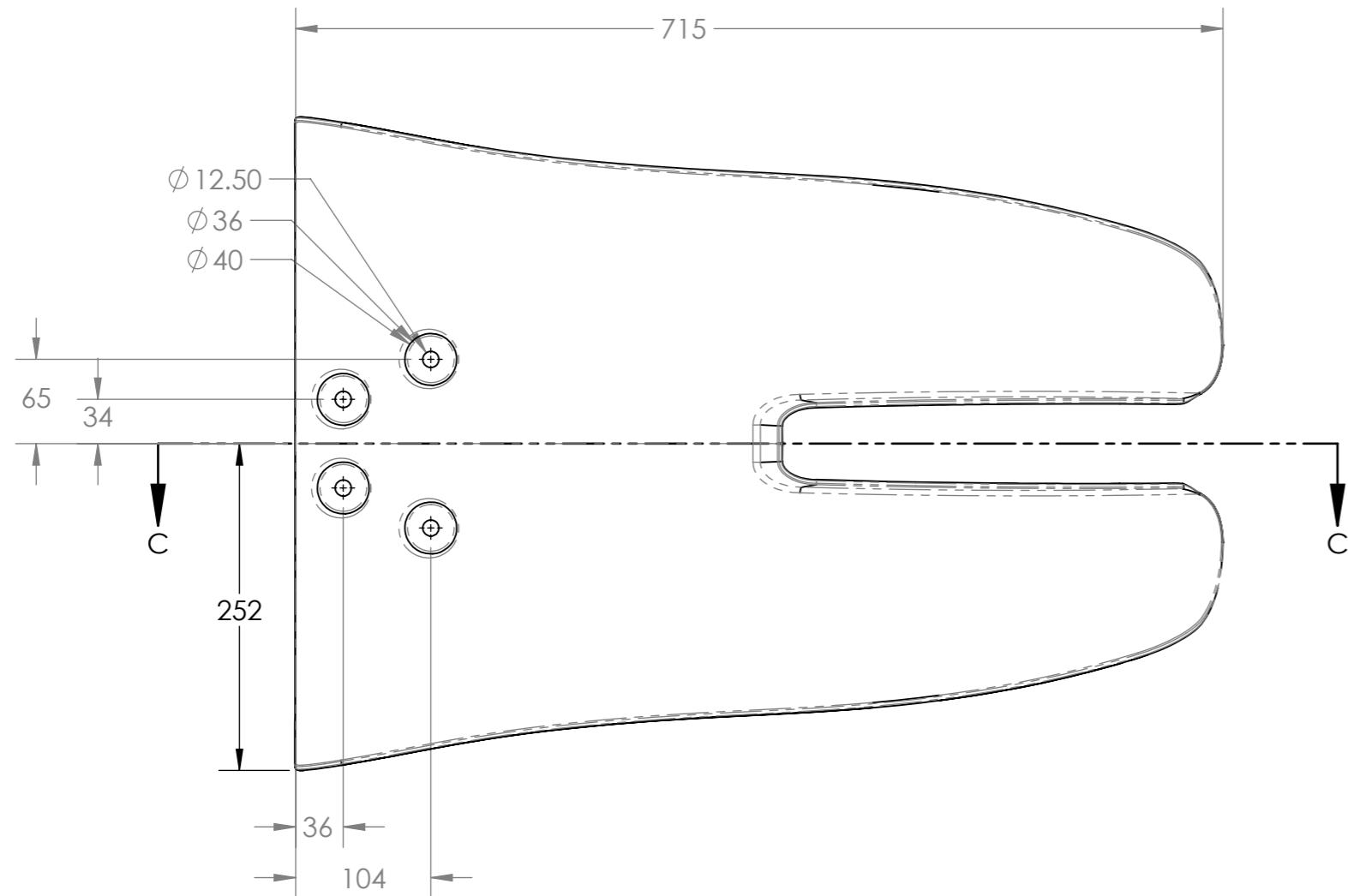
Dept. de Desenho Industrial | Curso de Desenho Industrial - Habilitação em Projeto de Produto

Título: Cockpit adaptado para veleiro Dingue | Descrição: Apoio Lombar

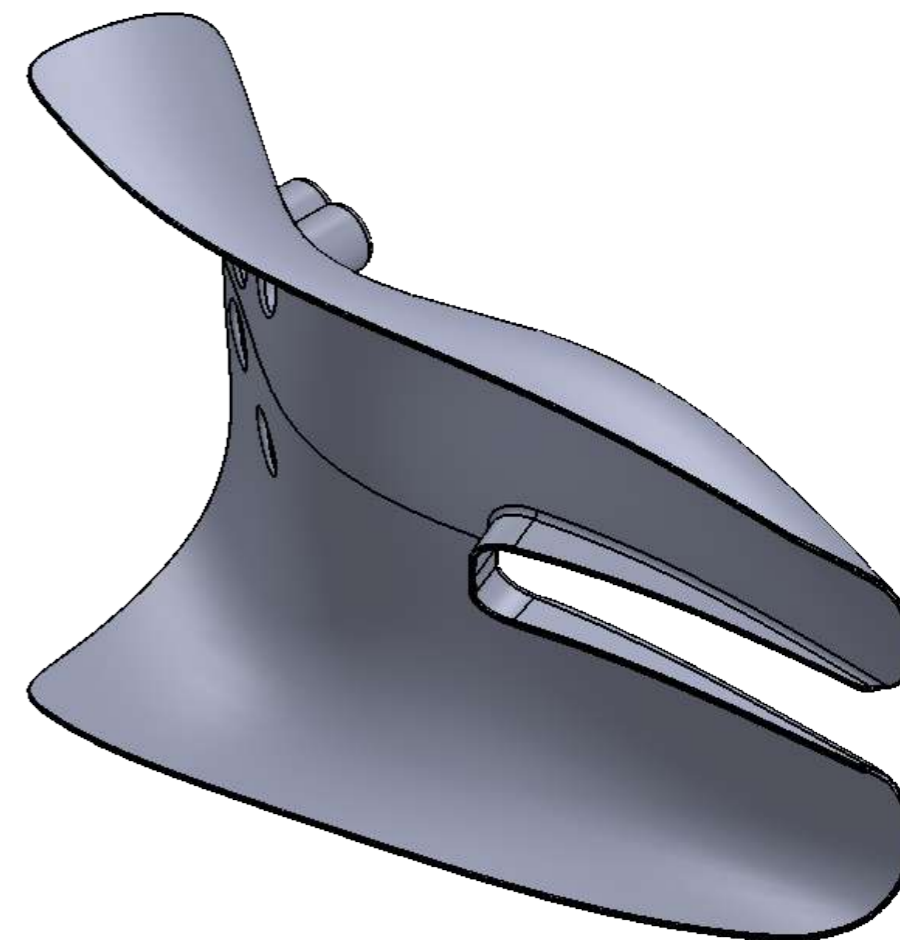
Projetista: Randy Soutuyo Pozo | Orientador: Anael Silva Alves

Projeção:  | Dimensões: mm | Escala: 1:5 | Folha: **A3**

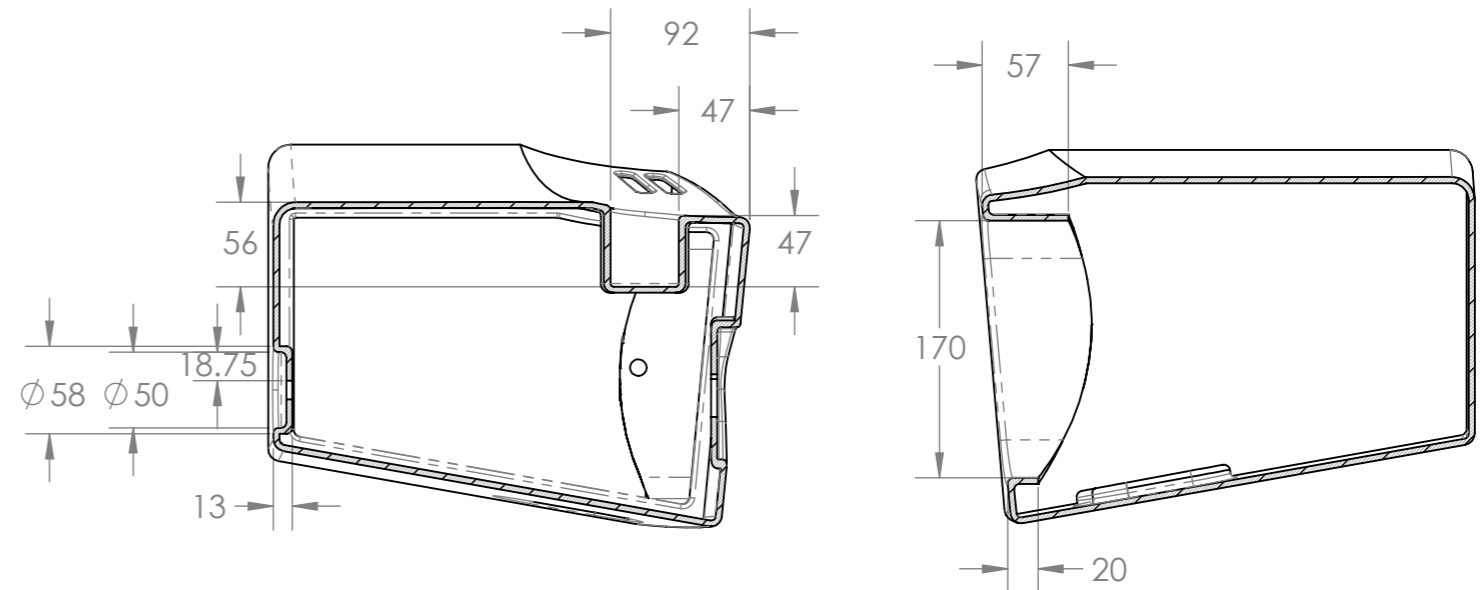
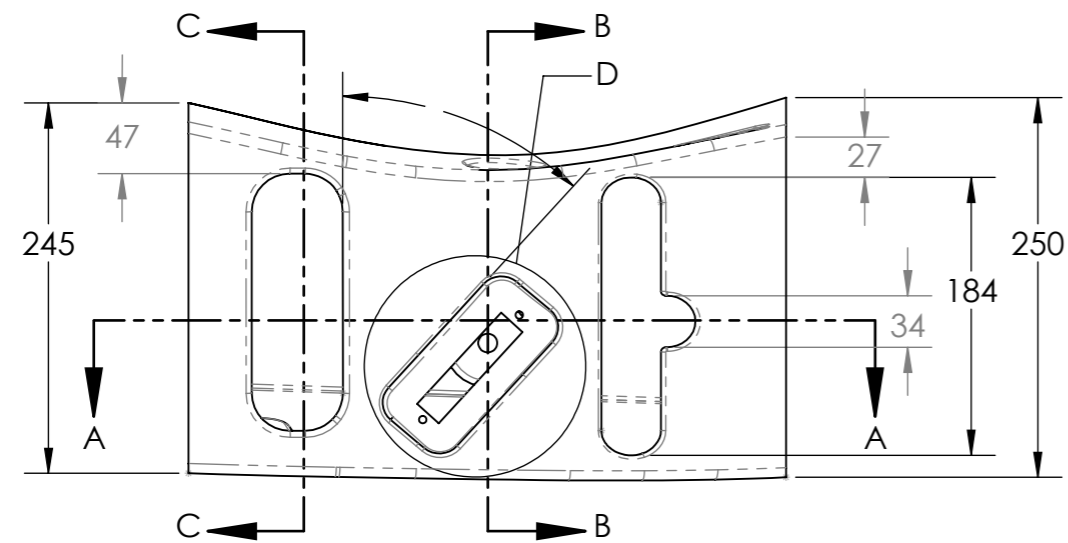
Ass.do Revisor: | Data: 27/02/2020 | Número: 5/12



SECTION C-C
SCALE 1 : 5

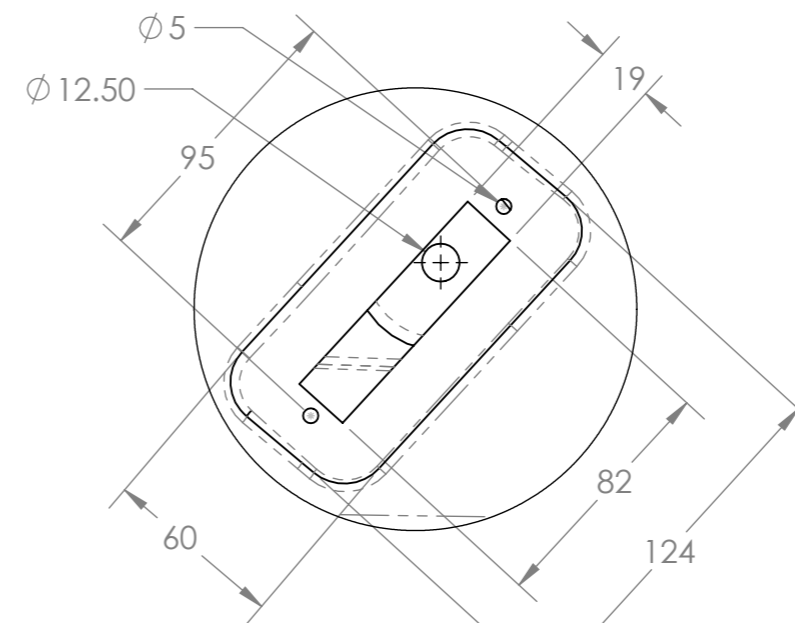
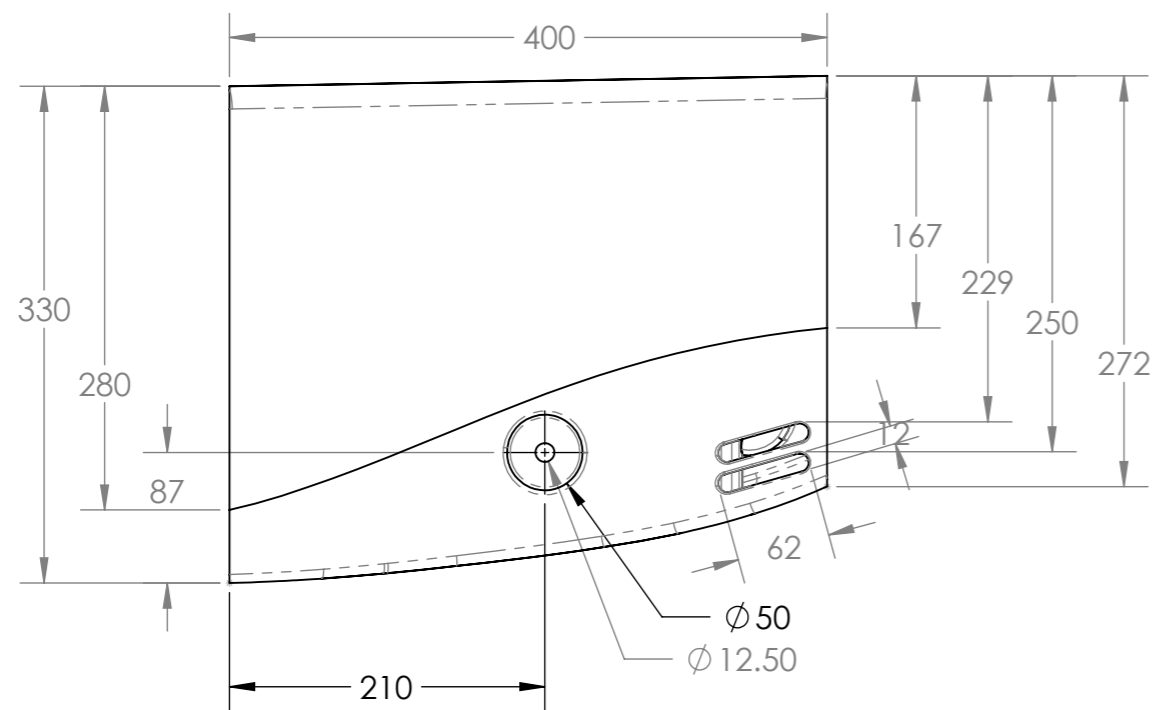


Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola de Belas Artes			
Dept. de Desenho Industrial		Curso de Desenho Industrial - Habilitação em Projeto de Produto	
Título: Cockpit adaptado para veleiro Dingue		Descrição: Apoio Coxas_Pernas	
Projetista: Randy Soutuyo Pozo		Orientador: Anael Silva Alves	
Projeção: 	Dimensões: mm	Escala: 1:5	Folha: A3
	Ass.do Revisor:	Data: 27/02/2020	Número 6/12

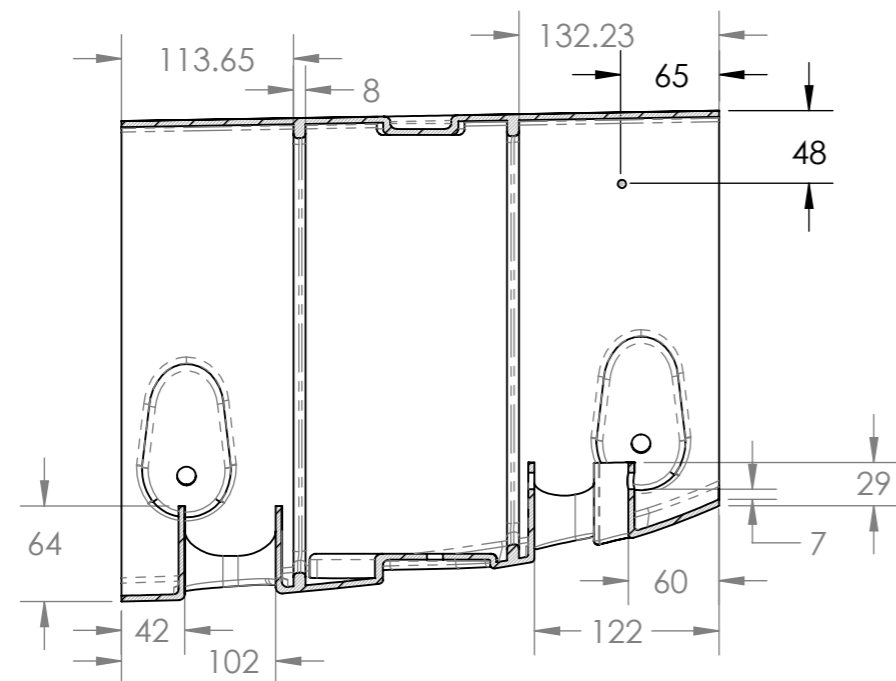


SEÇÃO B-B
ESCALA 1 : 5

SEÇÃO C-C
ESCALA 1 : 5

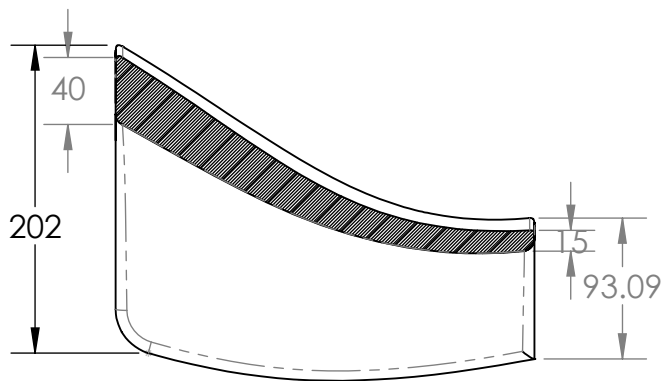
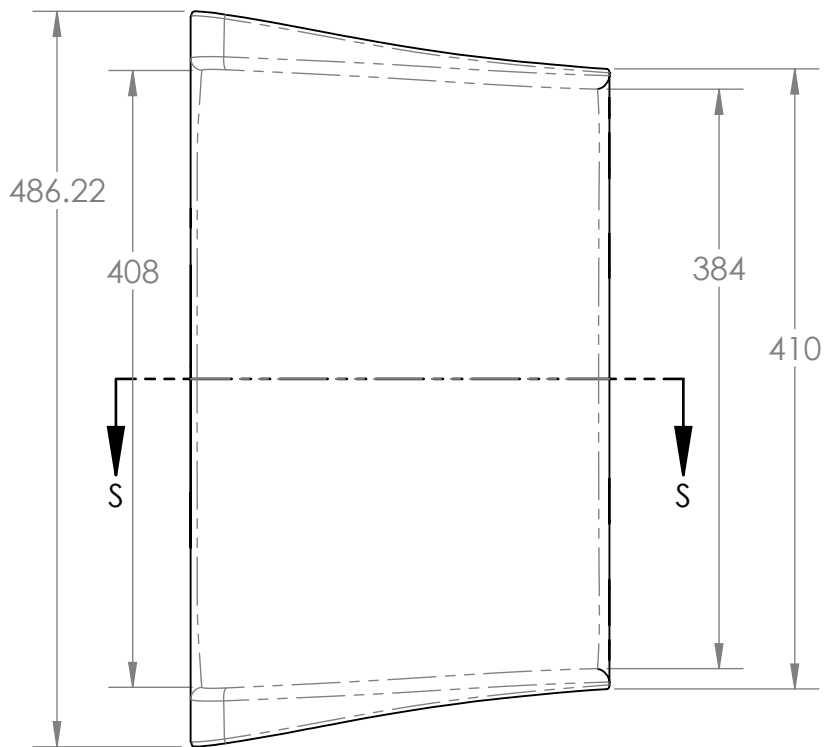


Detalhe D
Escala 2 : 5



SEÇÃO A-A
ESCALA 1 : 5

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola de Belas Artes			
Dept. de Desenho Industrial		Curso de Desenho Industrial - Habilitação em Projeto de Produto	
Título: Cockpit adaptado para veleiro Dingue		Descrição: Lateral	
Projetista: Randy Soutuyo Pozo		Orientador: Anael Silva Alves	
Projeção: 	Dimensões: mm	Escala: 1:5	Folha: A3
	Ass.do Revisor:	Data: 27/02/2020	Número 7/12



SEÇÃO B-B
ESCALA 1:5

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola de Belas Artes

Dept. de Desenho Industrial

Curso de Desenho Industrial - Habilitação em Projeto de Produto

Título: Cockpit adaptado para veleiro Dingue

Descrição: Estofamento Pernas

Projetista: Randy Soutuyo Pozo

Orientador: Anael Silva Alves



Dimensões: mm

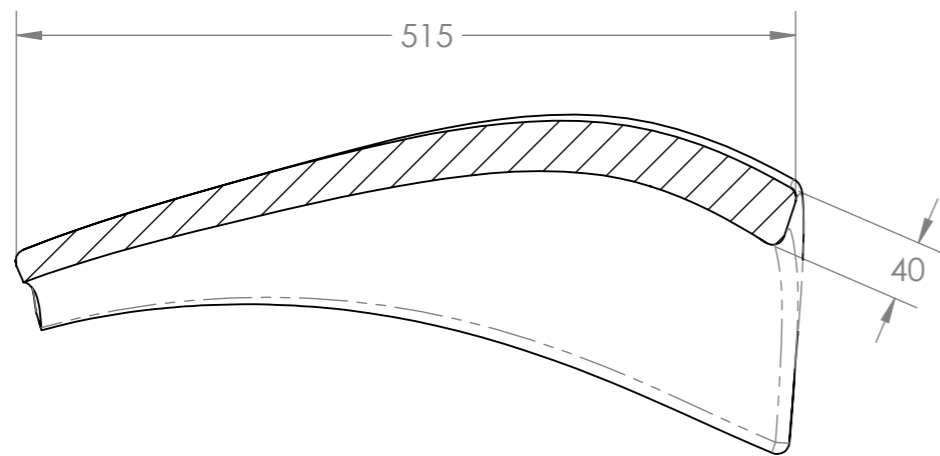
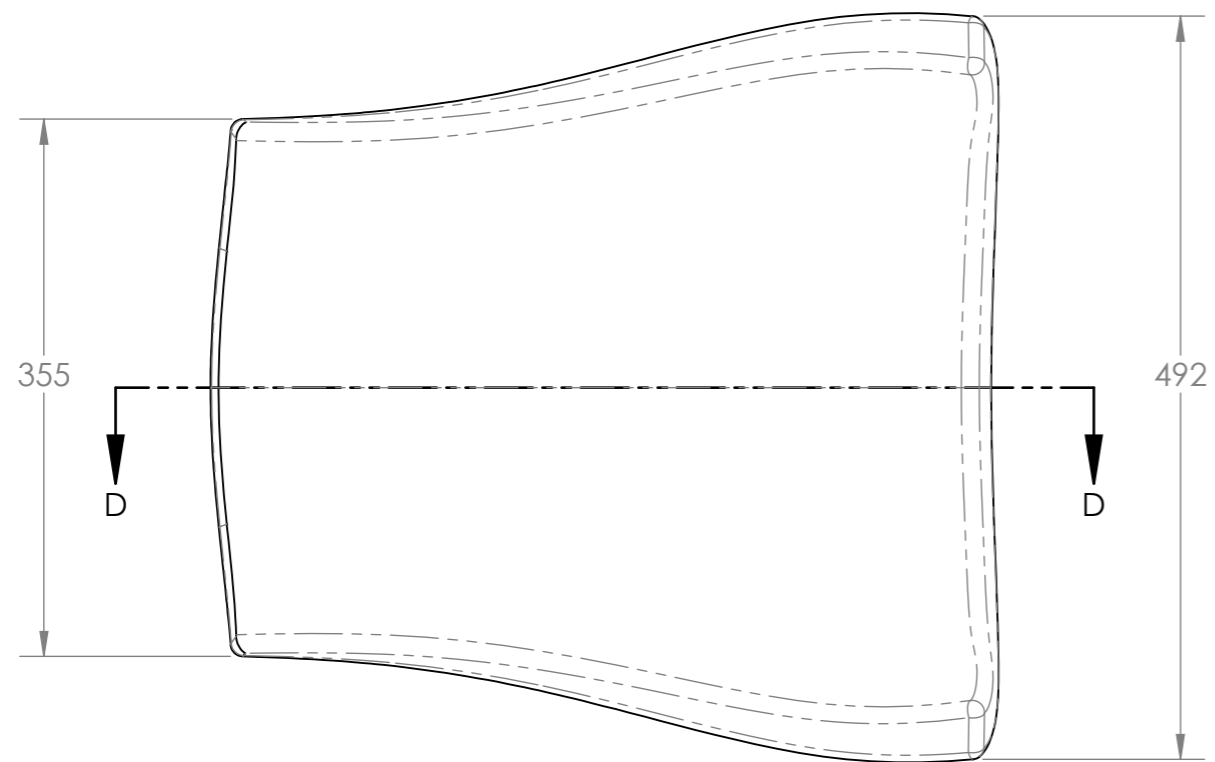
Escala: 1:5

Folha: **A4**

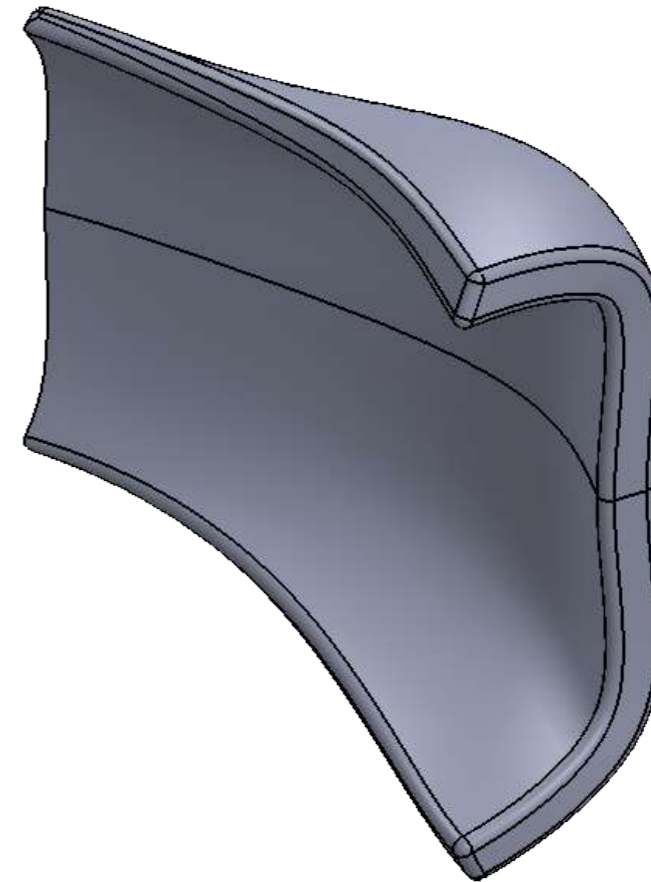
Ass.do Revisor:

Data: 27/02/2020

Número 8/12



SEÇÃO C-C
ESCALA 1:5



Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola de Belas Artes

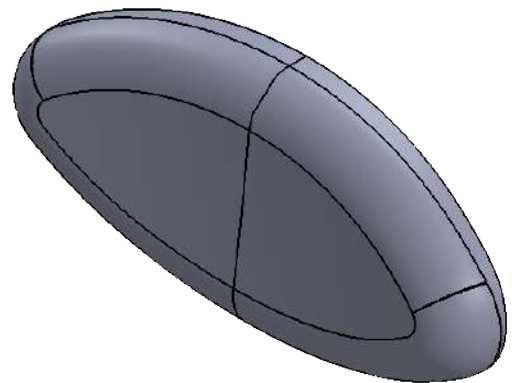
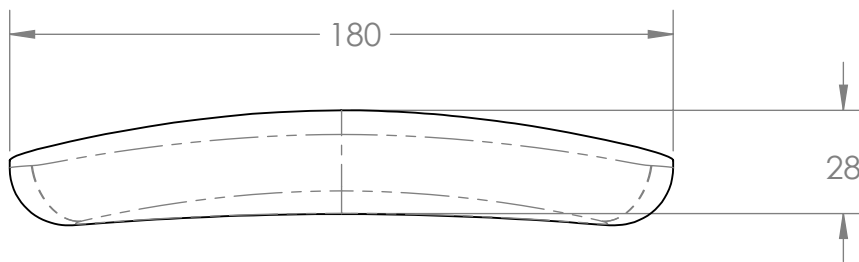
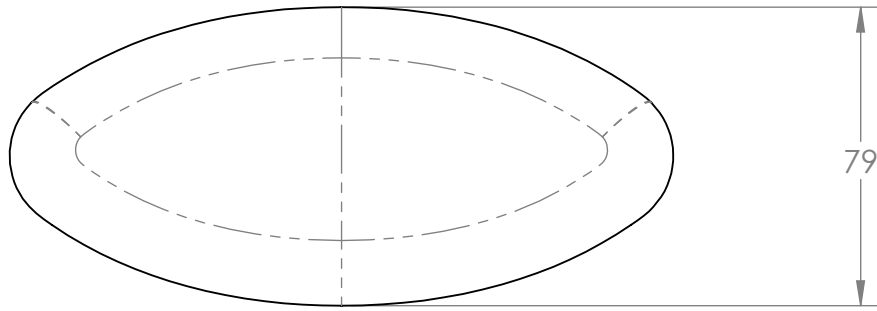
Dept. de Desenho Industrial | Curso de Desenho Industrial - Habilitação em Projeto de Produto

Título: Cockpit adaptado para veleiro Dingue | Descrição: Estofamento Lombar

Projetista: Randy Soutuyo Pozo | Orientador: Anael Silva Alves

Projeção:  | Dimensões: mm | Escala: 1:5 | Folha: **A3**

Ass.do Revisor: | Data: 27/02/2020 | Número 9/10



Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola de Belas Artes

Dept. de Desenho Industrial

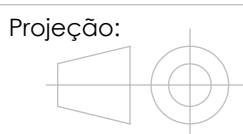
Curso de Desenho Industrial - Habilitação em Projeto de Produto

Título: Cockpit adaptado para veleiro Dingue

Descrição: Estofamento_Cabeça

Projetista: Randy Soutuyo Pozo

Orientador: Anael Silva Alves



Dimensões: mm

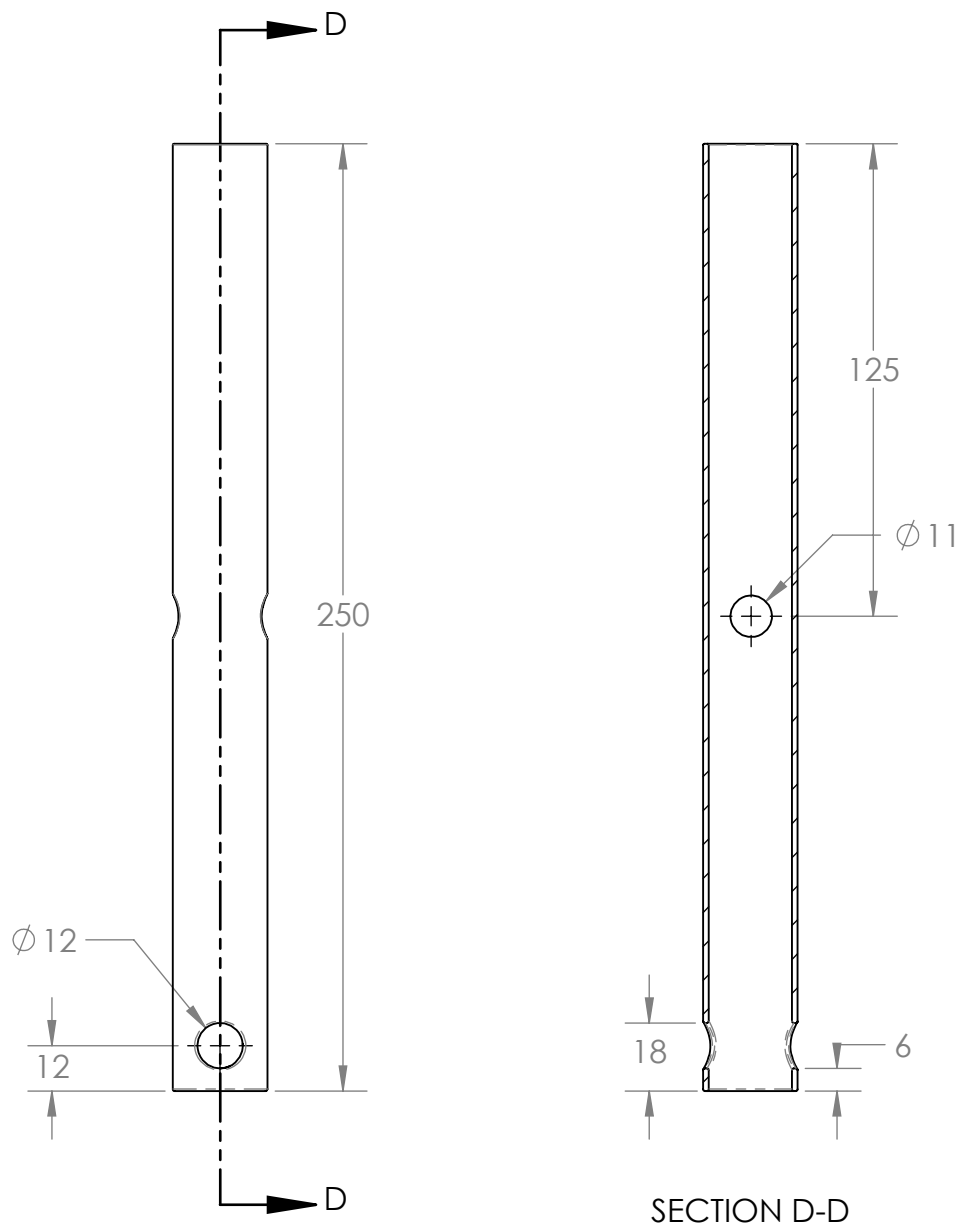
Escala: 1:2

Folha: **A4**

Ass.do Revisor:

Data: 27/02/2020

Número 10/12



Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola de Belas Artes

Dept. de Desenho Industrial

Curso de Desenho Industrial - Habilitação em Projeto de Produto

Título: Cockpit adaptado para veleiro Dingue

Descrição: Conjunto Joystick / Corpo

Projetista: Randy Soutuyo Pozo

Orientador: Anael Silva Alves



Dimensões: mm

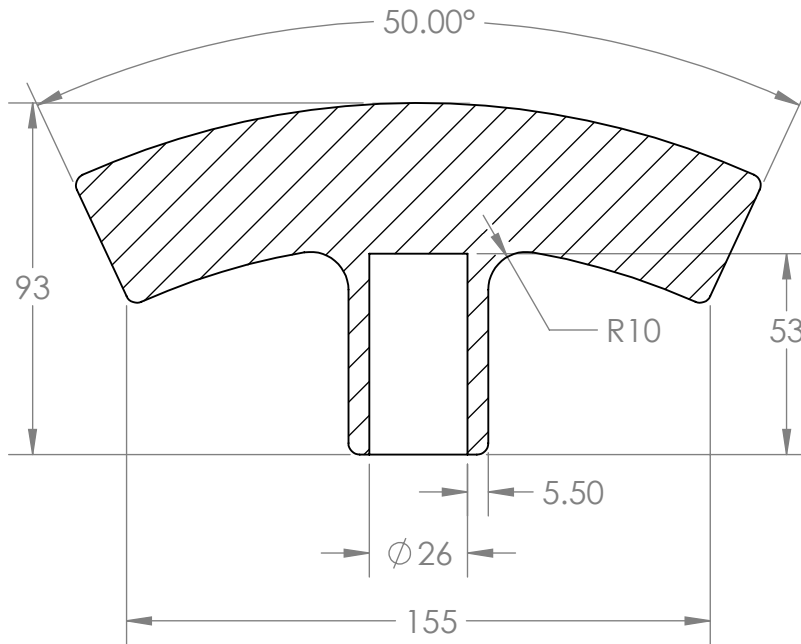
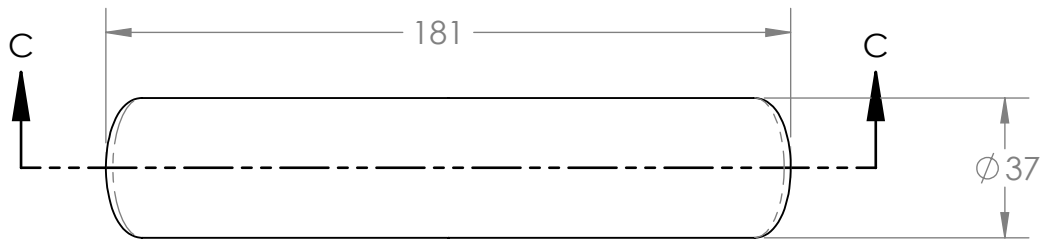
Escala: 1:2

Folha: **A4**

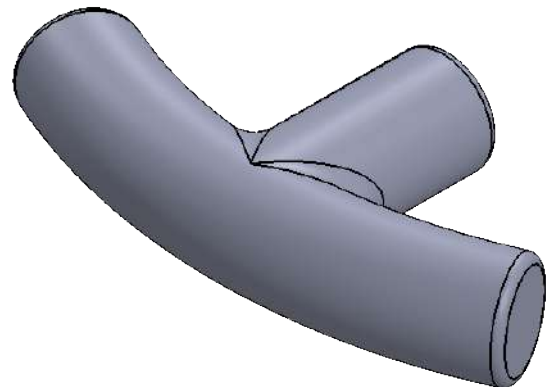
Ass.do Revisor:

Data: 27/02/2020

Número 11/12



SEÇÃO C-C
ESCALA 1:2



Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola de Belas Artes

Dept. de Desenho Industrial

Curso de Desenho Industrial - Habilitação em Projeto de Produto

Título: Cockpit adaptado para veleiro Dingue

Descrição: Conjunto Joystick / Empunhadura

Projetista: Randy Soutuyo Pozo

Orientador: Anael Silva Alves



Dimensões: mm

Escala: 1:2

Folha: **A4**

Ass.do Revisor:

Data: 27/02/2020

Número 12/12