

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS - UEA  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA - EST  
CURSO DE ENGENHARIA NAVAL

RAMEL CERVEIRA WEBER

PROJETO PRELIMINAR DE UMA EMBARCAÇÃO EXPRESSO PARA TRANSPORTE  
DE PASSAGEIROS NA ORLA DA CIDADE DE MANAUS

Manaus

2022

RAMEL CERVEIRA WEBER

PROJETO PRELIMINAR DE UMA EMBARCAÇÃO EXPRESSO PARA TRANSPORTE  
DE PASSAGEIROS NA ORLA DA CIDADE DE MANAUS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial à obtenção do título de  
bacharel em Engenharia Naval da Universidade  
do Estado do Amazonas (UEA)

Orientador: Prof. João Evangelista Neto

Manaus

2022

### FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a). Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade do Estado do Amazonas.

C419pp Weber, Ramel Cerveira  
Projeto preliminar de uma embarcação expreso para transporte de passageiros na orla da cidade de Manaus / Ramel Cerveira Weber. Manaus: [s.n], 2022. 89 f.: color.; 30 cm.

TCC - Graduação em Engenharia Naval – Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2022. Inclui bibliografia  
Orientador: João Evangelista Neto

1. Projeto naval. 2. Embarcação de alta velocidade. 3. Mobilidade urbana. I. João Evangelista Neto (Orient.). II. Universidade do Estado do Amazonas. III. Projeto preliminar de uma embarcação expreso para transporte de passageiros na orla da cidade de Manaus

RAMEL CERVEIRA WEBER

PROJETO PRELIMINAR DE UMA EMBARCAÇÃO EXPRESSO PARA TRANSPORTE  
DE PASSAGEIROS NA ORLA DA CIDADE DE MANAUS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial à obtenção do título de  
bacharel em Engenharia Naval da Universidade  
do Estado do Amazonas (UEA)

Orientador: Prof. João Evangelista Neto

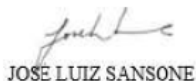
Manaus, 27 de maio de 2022.

Banca examinadora:




---

Orientador: Prof. João Evangelista Neto  
UEA – Universidade do Estado do Amazonas



JOSE LUIZ SANSONE

Coordenador do Curso de Engenharia Naval

---

Avaliador: Prof. José Luiz Sansone  
UEA – Universidade do Estado do Amazonas

**PAULO VINICIUS  
SILVA BRILHANTE**  
01466387270

Assinado digitalmente por PAULO VINICIUS SILVA  
BRILHANTE.01466387270  
DN: C=BR, O=ICP-Brasil, OU=AC SOLLUTI Multipla v5,  
OU=27879263000179, OU=Videoconferencia,  
•OU=Certificado PF A1, CN=PAULO VINICIUS SILVA  
BRILHANTE.01466387270  
Razão: Eu sou o autor deste documento  
Localização: sua localização de assinatura aqui  
Data: 2022.05.07 14:46:29-03'00"  
Foxit PDF Reader Versão: 11.0.1

---

Avaliador: Paulo Vinícius Silva Brilhante  
UEA – Universidade do Estado do Amazonas

*“A conduta define o homem.”*

- William of Wykeham

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Elemar e Márcia, por sempre me incentivarem a melhorar e nunca desistir. Ao meu irmão, Elemar Filho, por estar ao meu lado.

À minha namorada, Camila Dias, por, em quase todos os períodos da faculdade, me estimular e sempre ficar ao meu lado nos piores e melhores momentos, e que nessa fase final foi a melhor companheira de todas.

Agradeço ao meu amigo e colega de profissão Leonardo Oliveira, por sempre ser a minha dupla e equipe nas matérias que cursamos juntos. Além dos meus amigos Icaro Araujo, Nicoly Bueno e Fabricio Seppe por sempre tornarem essa jornada mais leve com as suas ajudas.

Agradeço ao meu orientador, João Evangelista Neto, por me ajudar na realização desse projeto.

Aos engenheiros navais Matheus Monteiro, Victor Gabriel e Paulo Brilhante por me darem uma chance como estagiário na sua empresa Netuno, assim contribuindo muito para o crescimento da minha vida profissional.

E agradecer a Deus por todas as bênçãos, livramentos e misericórdia que me deu para minha vida.

## RESUMO

Os rios volumosos e extensos da região amazônica favorecem o crescimento da navegação como principal modal de escoamento de pessoas e mercadorias. Em contrapartida, a densa floresta que envolve Manaus, faz com que o transporte rodoviário seja dificultoso e caro, restringindo o acesso à região por vias fluviais. O crescimento populacional da capital do Amazonas a partir da década de 60, ainda, deu luz à preocupação com mobilidade urbana e novas alternativas de transporte. Pensando nisso, este estudo tem como objetivo a elaboração de um projeto de embarcação de alta velocidade, denominada expresso, que viabilize o transporte de passageiros na orla do Rio Negro, em Manaus, e proporcione melhorias no trânsito da cidade. Para o desenvolvimento do projeto, com base nas normas marítimas vigentes, foram utilizados os *softwares* AutoCAD, DELFTship, MAXSURF e Microsoft Excel, além de base de dados coletadas em uma empresa de projeto naval. O resultado da pesquisa, por fim, é o projeto preliminar de um expresso que trabalhará a uma velocidade média de 25 nós, percorrendo a orla de Manaus desde o bairro Tarumã até o bairro Mauazinho, para que sirva de alternativa ao tráfego urbano.

**Palavras chave:** Embarcação de alta velocidade; expresso; projeto naval; mobilidade urbana.

## ABSTRACT

The wide rivers of the Amazon region promote the advance of navigation as a major mean of transport for people and goods. In contrast, the heavy forest that surrounds Manaus makes road transport much more difficult and expensive than in vessels, narrowing the access to the region. The populational growth of the capital of Amazonas from the 60' until today has brought up a concern with urban mobility and alternative means of transport. Taking that into account, this study aims the development of a high-speed marine vehicle project, called “expresso”, which enables people transport at the margins of the Rio Negro river and provides traffic improvements to the city. Based on current marine standards, the *softwares* AutoCAD, DELFTship, MAXSURF and Microsoft Excel were used in the process of development, along with a database provided by a marine project enterprise. The result of the reasearch, finally, is the preliminary project of a “expresso” vessel that will navigate at 25 knots from Tarumã to Mauazinho neighborhood, as an alternative to urban traffic.

**Key words:** High-speed marine vehicle; expresso; marine projects; urban mobility.



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
DPVAT	Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Via Terrestre
NORMAM	Normas da Autoridade Marítima
SUDAM	Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia
VNF	<i>Voies Navigables de France</i>
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
RIPEAM	Regulamento Internacional para Evitar Abalroamentos no Mar
AB	Arqueação bruta
DWT	<i>Deadweight</i>
IACS	<i>International Association of Classification Societies</i>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1: Forma de um monocasco .....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 2: Catamarã .....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 3: Hidrofólio completamente submerso (direita) e secante (esquerda).....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 4: Embarcação <i>hovercraft</i>.....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 5: Cidade de Paris .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 6: Rotas Vaporetos.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 7: Cidade de Manaus .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 8: Detalhamento estrutural de uma embarcação .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 9: Corpo imerso em um líquido em equilíbrio .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 10: Gráfico com critério de estabilidade para embarcações de Área 1 .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 11: Espiral de projeto .....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 12: Fluxograma de atividades .....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 13: Regressão linear L casco .....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 14: Regressão linear Boca .....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 15: Regressão linear Pontal.....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 16: Modelagem do Casco 1.....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 17: Modelagem do Casco 2.....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 18: Modelagem do Casco 3.....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 19: Gráfico de estabilidade para a condição 1.....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 20: Gráfico de estabilidade para a condição 2.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 21: Gráfico de estabilidade para a condição 3.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 22: Gráfico de estabilidade para a condição 4.....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 23: Localização dos terminais para o expresso .....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 24: Rota planejada para a embarcação.....</b>	<b>52</b>

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1: Classificação de embarcações a partir do Fn.....</b>	<b>19</b>
<b>Tabela 2: Banco de dados .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabela 3: Dimensões principais iniciais.....</b>	<b>42</b>
<b>Tabela 4: Características estimadas dos cascos .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabela 5: Resumo de pesos e centros .....</b>	<b>47</b>
<b>Tabela 6: Resultados para resistência ao avanço e potência efetiva .....</b>	<b>47</b>
<b>Tabela 7: Rota da embarcação .....</b>	<b>51</b>

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>16</b>
<b>1.3 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>16</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 EMBARCAÇÕES DE ALTA VELOCIDADE .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.1 Modelos de embarcações de alta velocidade .....</b>	<b>19</b>
2.1.1.1 Monocasco .....	19
2.1.1.2 Catamarã .....	20
2.1.1.3 <i>Hidrofoil</i> .....	21
2.1.1.4 <i>Hovercraft</i> .....	22
<b>2.2 CIDADES COM HIDROVIAS EM ÁREAS URBANAS .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.1 Paris .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.2 Veneza .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.3 Amsterdã .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.4 Manaus .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3 ETAPAS PARA ELABORAÇÃO DE UM PROJETO DA EMBARCAÇÃO EXPRESSO .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.1 Tipos de Projetos .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.2 Normas .....</b>	<b>27</b>
2.3.2.1 NORMAM-02 .....	27
2.3.2.2 RIPEAM-72 .....	28
2.3.2.3 Bureau Colombo .....	29
<b>2.3.3 Dimensões principais .....</b>	<b>29</b>

2.3.4. Estrutural .....	29
2.3.5. Resistência ao avanço .....	30
2.3.6 Estabilidade.....	32
2.3.6.1 Superfície Livre .....	33
2.3.6.2 Momento de Passageiro.....	34
2.3.6.3 Momento Emborcador devido ao vento .....	34
2.3.6.4 Momento Emborcador devido a Guinada.....	34
2.3.6.5 Braços de endireitamento .....	35
2.3.6.6 Casos de estabilidade exigidos pela NORMAM-02.....	35
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>35</b>
<b>2.1 MÉTODOS .....</b>	<b>36</b>
<b>2.2 TÉCNICAS .....</b>	<b>36</b>
<b>2.3 PROCEDIMENTOS.....</b>	<b>37</b>
<b>2.4 MATERIAIS .....</b>	<b>39</b>
<b>3 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS .....</b>	<b>40</b>
<b>3.1 BANCO DE DADOS .....</b>	<b>40</b>
<b>3.2 DIMENSÕES PRINCIPAIS .....</b>	<b>41</b>
<b>3.3 MODELAGEM DO CASCO .....</b>	<b>43</b>
<b>3.4 ARRANJO GERAL.....</b>	<b>44</b>
<b>3.5 ANÁLISE ESTRUTURAL .....</b>	<b>45</b>
<b>3.5.1 Casco.....</b>	<b>46</b>
<b>3.5.2 Convés principal .....</b>	<b>46</b>
<b>3.5.3 Tijupá.....</b>	<b>46</b>
<b>3.6 PESOS E CENTROS.....</b>	<b>46</b>
<b>3.7 RESISTÊNCIA AO AVANÇO.....</b>	<b>47</b>
<b>3.8 ESTABILIDADE .....</b>	<b>48</b>

<b>3.9 ROTA ESCOLHIDA.....</b>	<b>50</b>
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>54</b>
<b>APÊNDICE 1 - PLANILHAS.....</b>	<b>57</b>
<b>APÊNDICE 2 – MEMORIAL DESCRITIVO E PLANOS.....</b>	<b>61</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os rios do Amazonas possuem a característica de serem favoráveis à navegação, por serem extensos, volumosos e suas águas fluírem lentamente. Tal condição faz com que os rios sejam um importante via de transporte econômico e ecologicamente viável para os habitantes da região, tendo em vista que as rodovias existentes são restritas e a construção de novas estradas causaria um grande impacto ambiental por aumentar o foco de desmatamento.

De acordo com Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), os transportes longitudinais estaduais e interestaduais e de travessia conduziram, em 2017, cerca de 9,8 milhões de passageiros e 3,4 milhões de toneladas de cargas em toda região amazônica, sendo que o transporte aquaviário corresponde a 60% dos insumos e alimentos escoados na região.

Na região Amazônica pode-se perceber uma gama de embarcações: as balsas e navios que transportam variados tipos de cargas (desde carros à cargas alimentícias); os barcos tradicionais e expressos, que transportam passageiros e possuem velocidade de serviço mais reduzida/ mais rápida, respectivamente; e os ferryboats, que transportam tanto passageiros quanto cargas.

Manaus é a sétima cidade mais populosa do Brasil: no último censo, em 2010, possuía 1.802.014 habitantes, porém a estimativa populacional em 2021 conta com 2.255.903 de moradores, dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Devido ao aumento populacional e a falta de investimento na infraestrutura, o trânsito em Manaus vem piorando cada vez mais. Em 2018, a capital amazonense se tornou a quinta cidade com maior número de mortes no trânsito, segundo o Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Via Terrestre (DPVAT).

A partir do contexto apresentado, e para fins de pesquisa científica, definiu-se como problema de pesquisa “Como o projeto de uma embarcação pode possibilitar o transporte de passageiros e proporcionar melhorias no trânsito na cidade de Manaus?” Como hipótese levantada para este estudo, acredita-se que:

H1: A elaboração do projeto de uma embarcação expresso de passageiros, quando associado à sustentabilidade, gera benefícios tanto aos passageiros quanto ao meio ambiente.

### 1.1 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Esta pesquisa se limitará em apresentar as fases necessárias para a elaboração do projeto de uma embarcação de alta velocidade, capaz de transportar passageiros e melhorar o trânsito

na cidade de Manaus. Será realizado um estudo a partir das normas marítimas vigentes para que a embarcação obtenha os documentos necessários para navegação.

## **1.2 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Elaborar o projeto de uma embarcação de alta velocidade, que viabilize o transporte de passageiros e proporcione melhorias no trânsito da cidade de Manaus.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar, em projetos aprovados, dimensões de embarcações similares à proposta;
- Realizar regressão linear a partir das dimensões do projeto aprovado;
- Modelar o casco para a embarcação proposta no *software Delfship*;
- Dimensionar a estrutura para a embarcação proposta;
- Desejar o arranjo geral, o arranjo estrutural e o plano de linhas para a embarcação proposta no *software AutoCAD*;
- Calcular a resistência ao avanço para a embarcação proposta;
- Dimensionar o conjunto propulsor e reversor para a embarcação proposta;
- Calcular a estabilidade para a embarcação proposta;
- Calcular a arqueação bruta e líquida para a embarcação proposta;

## **1.3 JUSTIFICATIVA**

O interesse pela temática desse estudo se deu a partir da necessidade de propor uma nova alternativa de transporte coletivo para melhorar o trânsito na cidade de Manaus. É um projeto viável, e pode ser posto em prática pelo Município ou por qualquer armador da região, e traz a possibilidade de melhorar o fluxo do transporte da cidade de Manaus.

Segundo pesquisa do Instituto Pólis (2005, p. 18), a mobilidade urbana refere-se ao fluxo de pessoas e mercadorias no espaço urbano por meio de veículos, principalmente via estradas, possibilitando o ir e vir, cotidianamente. Na região Amazônica existe a contribuição positiva para maior utilização de modal aquaviário, tendo em vista a disponibilidade de rios navegáveis, a condição geográfica de planície da região e, principalmente, o exagerado fluxo



de pessoas nos transportes terrestres. Por esse motivo propõe-se mais este modelo de transporte, que pode vir a ser de utilização pública, para escoar o fluxo de pessoas entre as áreas Leste e Oeste da cidade.

A partir de estudos realizados sobre o tema, não se constatou nenhum modelo de transporte parecido com o proposto. No mais, identificou-se que algumas cidades ao redor do mundo utilizam uma proposta parecida com essa para transporte de pessoas dentro do meio urbano. Estima-se que a embarcação terá capacidade para transportar 60 passageiros, com uma velocidade de serviço média de 12 nós, e iniciará o trajeto no bairro Tarumã, finalizando-o no bairro Mauazinho.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A presente seção visa, primeiramente, descrever diferentes cascos de embarcações de alta velocidade. Serão mencionadas, também, algumas cidades que utilizam seus rios como meio de transporte urbano para pessoas e cargas, a fim de ter outra opção de transporte. Por fim, serão descritas algumas características importantes de projeto para uma embarcação, como dimensões principais, projeto estrutural, resistência ao avanço e estabilidade.

### 2.1 EMBARCAÇÕES DE ALTA VELOCIDADE

A NORMAM-02 (2005) define as lanchas como sendo embarcações rápidas com propulsão mecânica, a qual pode apresentar diversos formatos e portes, normalmente utilizada para transporte de pessoas.

Barcos de alta velocidade referem-se a embarcações que atingem uma velocidade operacional máxima de mais de 30 nós. Inicialmente, os especialistas em hidrodinâmica tendiam a subdividir as categorias de barcos com base no número de Froude (BAIRD, 1998).

O número de Froude é um coeficiente adimensional que pode ser usado para avaliar se o navio está se movendo a uma velocidade baixa ou alta. Na fórmula, o coeficiente pode ser verificado pela seguinte fórmula:

$$Fn = U/\sqrt{g L} \quad (1)$$

- $V$  é a velocidade média da embarcação em m/s;
- $g$  é a gravidade;
- $L$  o comprimento da embarcação.

O número de Froude tem impacto direto na pesquisa hidrodinâmica de navios (FALTINSEN, 2005), e a seguir a Tabela 1 mostra como os navios são classificados.

Tabela 1: Classificação de embarcações a partir do  $F_n$ 

Classificação	Faixa do $F_n$
Deslocante	$F_n < 0.4$
Semi-Planante	$0.4 < F_n < 1.0$
Planante	$F_n > 1.0$

Fonte: Adaptado de FALTINSEN (2005).

## 2.1.1 Modelos de embarcações de alta velocidade

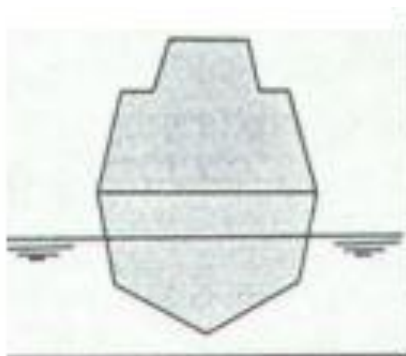
### 2.1.1.1 Monocasco

Em termos de operação, estas embarcações possuem características próprias. O casco de uma lancha muitas vezes tem a forma de "V" ou até mesmo um fundo plano. Portanto, à medida que a velocidade aumenta, pode mais facilmente entrar no estado de planeio ou semi-planeio, fazendo com que a embarcação alcance uma maior velocidade com menor potência do motor (NAKANISHI, 2015).

Considerando embarcações de grande porte rápidas, os monocasco ainda são raramente usados. Na maioria dos casos, o monocasco é mais usado para pequenos barcos de esporte e lazer. Embora os catamarãs dominem, há uma tendência de navios monocasco maiores e mais rápidos que usam avanços tecnológicos em sistemas de controle e estabilização para transportar veículos (SUDAM, 2005).

Embora o custo médio de construção dos monocasco seja inferior ao dos multicascos, eles podem enfrentar restrições portuárias porque o calado do navio costuma ser maior do que o de concorrentes do mesmo deslocamento (SUDAM, 2005).

Figura 1: Forma de um monocasco



Fonte: SUDAM (2005)

#### 2.1.1.2 Catamarã

Os catamarãs são multicascos, ou seja, possuem dois cascos independentes interligados por uma plataforma rasa para formar uma estrutura de navegação rígida e estável, que pode ser movida por propulsão mecânica ou através da de velas. São normalmente utilizados para transporte rápido de passageiros e/ou carga, barco à vela esportiva, além de outros (BORGES et al., 2014; VASCONCELLOS, 2001).

O catamarã e outros multicascos apresentam algumas vantagens em relação aos monocasco como por exemplo: maior espaço de convés para um mesmo comprimento e deslocamento; melhor estabilidade transversal, no caso das embarcações a motor; uma superior capacidade de manobra devido à propulsão dupla; e uma boa eficiência para cascos longos e esbeltos (SUDAM, 2005).

Porém, ao projetar um catamarã, deve-se levar em consideração a capacidade de carga que o navio pode transportar, pois a mudança de calado desse tipo de navio é mais sensível às mudanças de carga do que um monocasco equivalente. Por isso, na maioria dos casos, as pessoas procuram usar materiais mais leves para construí-lo, como é o caso do alumínio e da fibra de vidro. Uma vez que a sobrecarga do catamarã afetará sua operação, pode ocorrer falha estrutural devido ao impacto da água na estrutura que conecta os dois cascos da embarcação (MORAES, 2002).

Figura 2: Catamarã

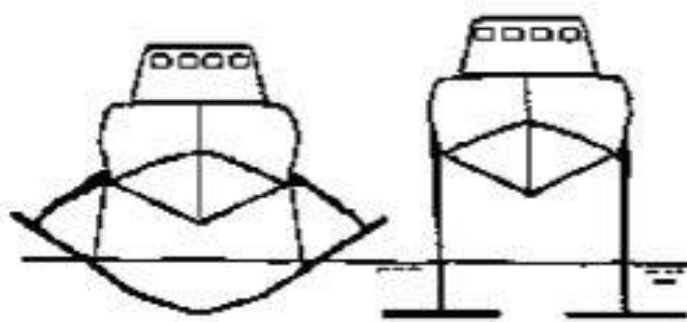


Fonte: Jornal do Comercio (2021)

### 2.1.1.3 Hidrofoil

O princípio operacional básico de um navio com aplicação de hidrofólio é levantar o navio da água e apoiá-lo dinamicamente por meio do uso de fólios. Dessa forma, nos esforçamos para reduzir a resistência ao avanço e o impacto das ondas no navio, reduzindo assim a potência necessária para atingir altas velocidades (SUDAM, 2005).

Figura 3: Hidrofólio completamente submerso (direita) e secante (esquerda)



Fonte: *International Hydrofoil Society* (1998)

Existem dois grupos de hidrofólios: os secantes e completamente submersos, conforme mostra a figura 3. Os hidrofólios secantes são pensados para que uma parte deles fique fora d'água. No caso dos hidrofólios totalmente submersos eles necessitam de flaps para proporcionar força de sustentação da embarcação.

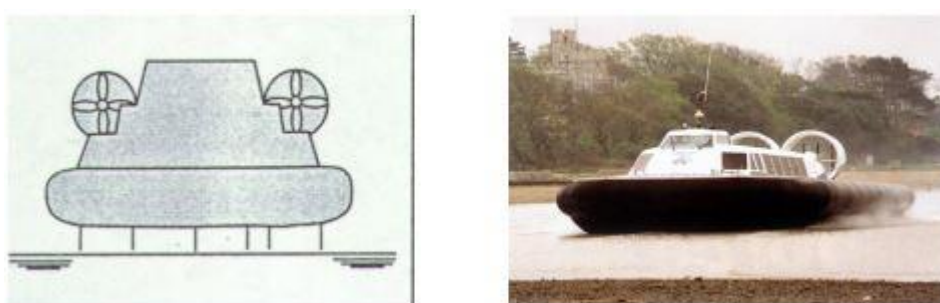
Desta forma, segundo Meyer (2000), ao longo de todo o hidrofólio é necessário a variação do ângulo de ataque ou que se utilize flaps para sustentação ser mudar junto com a velocidade da embarcação. O funcionamento é semelhante às asas de um avião.

#### 2.1.1.4 *Hovercraft*

O *hovercraft* difere-se das embarcações mais tradicionais, pois não precisa estar em contato com a superfície para possuir tração e pode se mover livremente em várias superfícies, pois é continuamente apoiada por um colchão de ar autossuficiente.

O conceito de colchão de ar surge da necessidade de reduzir a resistência ao avanço causada pelo atrito e pelas ondas geradas pelos navios tradicionais. Em sua pesquisa, Cockrell concluiu que inserir ar entre a embarcação e a água é a solução para o problema de resistência ao avanço (SUDAM, 2005).

Figura 4: Embarcação *hovercraft*



Fonte: SUDAM (2005)

## 2.2 CIDADES COM HIDROVIAS EM ÁREAS URBANAS

Nas grandes cidades no mundo inteiro, a mobilidade urbana costuma enfrentar diversos problemas, como trânsito, transporte público lotado, longas distâncias, falta de rotas alternativas, alto risco de acidente e poluição em excesso. Desta forma, diversos países buscam novas formas de transporte que possam diminuir este problema.

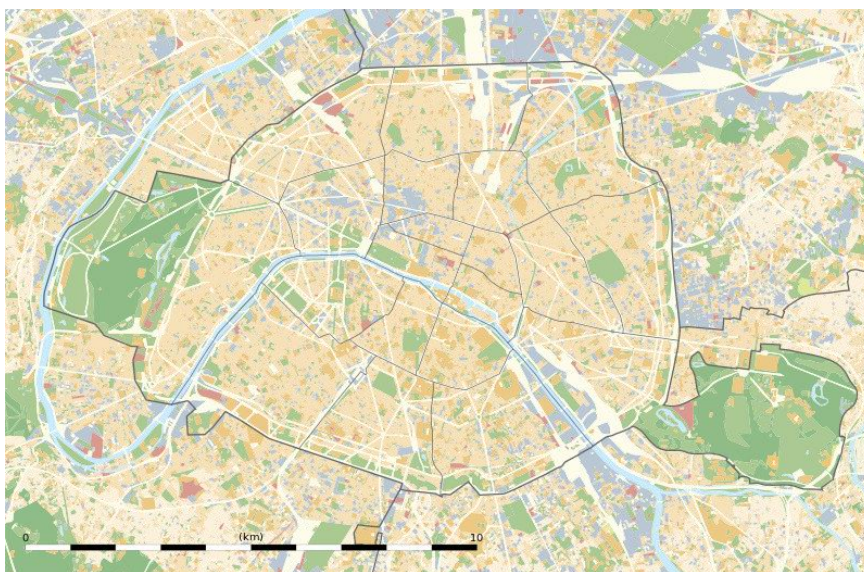
Um dos meios mais explorados está sendo o hidroviário, apesar de contar com alguns problemas que precisam ser contornados antes de utilizá-lo. Como requisitos, o rio deve possuir largura e profundidade adequadas para a navegação, além de possuir terminais apropriados para o embarque e desembarque de pessoas e mercadorias.

### 2.2.1 Paris

Na região de Paris, França, o transporte aquaviário é usado para a movimentação de passageiros e cargas, abrangendo os rios Sena, Oise e Marne e outros canais de menor porte, como *l'Ourcq* e *Saint-Denis*. Nos rios e canais parisienses foram movimentadas 4,17 milhões de toneladas em 2016, e nessa região o rio Sena tem grande gabarito e transporta cargas de até 5000 toneladas, comportando embarcações com até 180 m de comprimento, 11,4 m de largura e calado de 3,5 m (VNF, 2016).

A VNF - *Voies Navigables de France* (2012) considera 23 portos localizados na área metropolitana de Paris e, utilizando a plataforma *Calcul d'itinéraire*, da VNF, permitiu-se o cálculo da distância entre pontos ao longo da hidrovia. Como a rota simulada leva em consideração a rota dos rios Sena, Oise e Marne, estimou-se que isso resulta em aproximadamente 270 quilômetros de navegação, embora existam canais menores.

Figura 5: Cidade de Paris



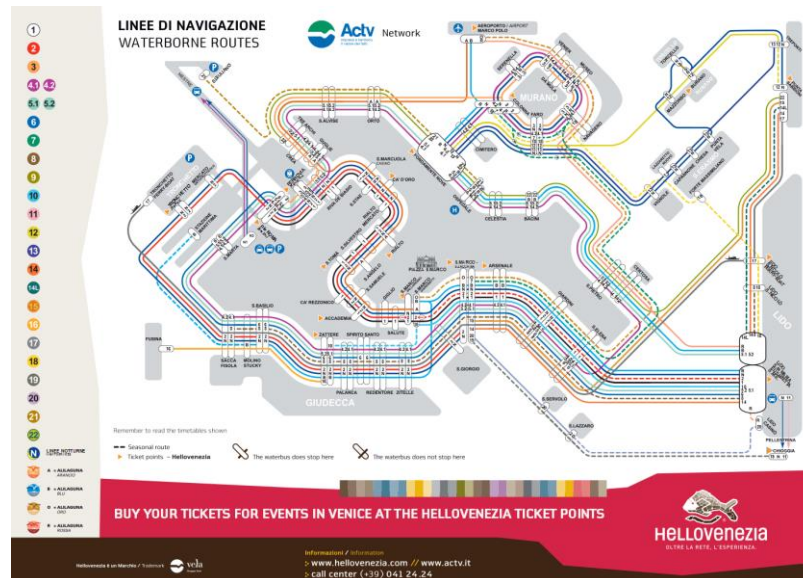
Fonte: Wikimedia Commons (2015)

### 2.2.2 Veneza

O desenvolvimento econômico de Veneza, na Itália, sempre esteve relacionado ao transporte fluvial. A cidade começou a florescer e se tornou um importante entreposto para

navios mercantes no Mediterrâneo. Atualmente, o transporte aquaviário é indispensável, não só para o turismo, mas principalmente para o transporte de passageiros.

Figura 6: Rotas Vaporettos



Fonte: Hellovenezia (2021)

O canal é o principal e, em alguns locais, a única forma de se deslocar entre diferentes locais da Veneza histórica, utilizando o transporte público denominado *vaporetto*, equivalente a ônibus aquáticos. Além disso, a cidade tem outros serviços de transporte aquático, como táxis aquáticos e gôndola, que costumavam ser o principal meio de transporte da cidade, mas agora são usados essencialmente para turismo.

### 2.2.3 Amsterdã

A cidade de Amsterdã, na Holanda, é procurada por residentes e turistas há muitos anos. Essa atração não se deve apenas aos canais e edifícios históricos, mas também aos restaurantes, entretenimento e serviços encontrados cidade. O uso de canais urbanos para o transporte de mercadorias e pessoas é realizado em pequena escala, porém tem grande potencial de solucionar os problemas trazidos pelo tráfego urbano. (VAN DUIN; KORTMANN; VAN DE KAMP, 2017).

Os barcos podem ser atracados em diversos pontos pela cidade. De acordo com dados de Amsterdã fornecidos por Amsterdam.org (2017), os rios navegáveis da cidade somam 75



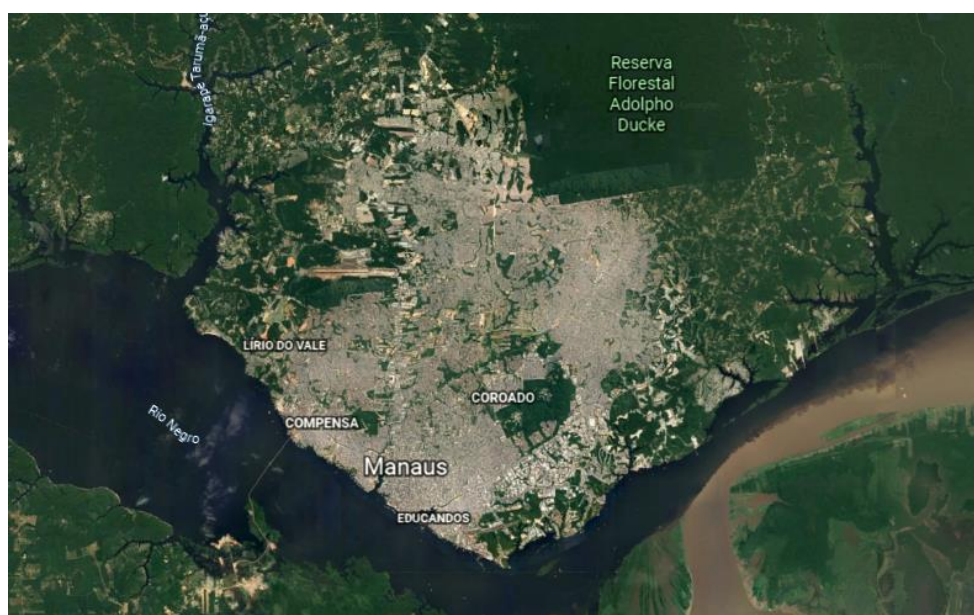
quilômetros. Os canais, porém, possuem restrições à navegação, e a maioria das vias atende barcos com comprimento máximo de 20 m, largura de 4,25 m e calado de 2,20 m (GEMEENTE AMSTERDAM, 2017).

#### 2.2.4 Manaus

O Rio Amazonas é a principal rota de transporte de cargas da região Norte, correspondendo a cerca de 65% do transporte total. Em Manaus, é caracterizado pelo encontro do Rio Negro e Rio Solimões, que não se misturam por conta de suas diferenças físicas e acabaram se tornando ponto turístico local. Com extensão total de 1.646 quilômetros, sua largura varia de 440 metros a 9.900 metros, e a profundidade varia de acordo com o período de seca e chuva, até 13 metros. Além disso, possui mais de 70 terminais e portos ao longo do seu curso (DNIT,2021).

De acordo com a plataforma WebPortos (2021), a cidade de Manaus possui um porto organizado e 12 terminais privados. Com o auxílio das ferramentas da referida plataforma, estima-se que a cidade de Manaus possui cerca de 50 km de orla navegável. Portanto, seria uma alternativa para diminuir ou fugir do trânsito em ascensão na cidade utilizar a imensa margem do rio, da mesma forma que utilizam em cidades como Amsterdã, Veneza e Paris.

Figura 7: Cidade de Manaus



Fonte: Google Earth Pro (2022)

## **2.3 ETAPAS PARA ELABORAÇÃO DE UM PROJETO DA EMBARCAÇÃO EXPRESSO**

### **2.3.1 Tipos de Projetos**

Um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. Os projetos e as operações diferem, principalmente, no fato de que os projetos são temporários e exclusivos, enquanto as operações são contínuas e repetitivas (PMBOK).

As etapas de projeto, que vão desde a análise dos requisitos até o projeto detalhado, podem ser divididas em (KISS, R.K.Mission Analysis and Basic Design):

- Projeto conceitual;
- Projeto preliminar;
- Projeto contratual;
- Projeto detalhado.

No projeto conceitual é feita a primeira volta na espiral de projeto para transformar os requisitos em características da engenharia naval. Essencialmente, este estágio determina a viabilidade do projeto e alguns atributos da embarcação como o tamanho principal, coeficiente de forma e potência, caso contrário Satisfazer Requisitos de velocidade, alcance e capacidade

Após essa etapa, no projeto preliminar, as principais características do navio serão aprimoradas e, por fim, poderá ser definido com precisão o navio que atende aos requisitos. Além disso, é nesta fase que a base para o planejamento do contrato e formulação das especificações é formada.

Já no projeto contratual será elaborado um conjunto de planos e especificações, que fazem parte dos documentos do contrato. Inclui mais curvas na espiral do projeto, o que refina ainda mais o projeto preliminar. Algumas características são estudadas, como a potência baseada em experimentos em um tanque de teste e o uso de diferentes tipos de aço.

O projeto detalhado é a fase final do projeto, que inclui o desenvolvimento dos planos de construção do navio e instalação de equipamentos. Desde então, as características dos navios, não serão mais alterados ou corrigidos.

## 2.3.2 Normas

O engenheiro responsável pelo projeto tem como dever e obrigação atender as normas e exigências das entidades responsáveis, a fim de garantir a segurança da embarcação quando pronta e para obter todas as licenças necessárias para operação.

### 2.3.2.1 NORMAM-02

Todas as embarcações que navegarem em águas interiores deverão atender os regulamentos da Normas da Autoridade Marítima – NORMAM-02. Entende-se como águas interiores aquelas do tipo Área 1, que correspondem a locais abrigados como lagos, lagoas, baías, rios e canais onde possua ondas com tamanho significativo que atrapalhe a navegação da embarcação (NORMAM-02/DPC, 2005).

De acordo com esta norma, as embarcações podem ser divididas em embarcações classificadas, classe 1 (EC1) e classe 2 (EC2). Os documentos exigidos para regularização da embarcação dependem em qual classificação ela está. Desta forma, a divisão é feita pelas seguintes características:

#### 1. Classificadas

É toda embarcação portadora de um Certificado de Classe. Adicionalmente, uma embarcação que esteja em processo de classificação, perante uma Sociedade Classificadora, também será considerada como embarcação Classificada.

#### 2. Classe 1 (EC1)

- I) Embarcações com ou sem propulsão, com AB maior que 50;
- II) Flutuantes que operam com mais de 12 pessoas a bordo, com AB maior que 50; e
- III) Flutuantes com AB maior que 100.

#### 3. Classe 2 (EC2)

Todas as demais embarcações.

Arqueação Bruta (AB) é o tamanho total de uma embarcação, determinado de acordo com as prescrições dessas regras, estando em função do volume de todos os espaços fechados. A arqueação bruta é um parâmetro adimensional (NORMAM-02/DPC, 2008, pag.7-2).

Conforme apresentado acima e analisando o projeto de embarcação proposto neste estudo, pode-se concluir que a embarcação desejada é de classe 2 (EC2). Assim, a NORMAM-02 exige os seguintes documentos para esta classe de embarcação:

- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART);
- Memorial Descritivo (de acordo com o modelo Anexo 3-G da NORMAM/02-DPC);
- Plano de Arranjo Geral;
- Plano de Linhas;
- Curvas Hidrostáticas e Cruzadas e/ou Tabelas;
- Plano de Segurança;
- Plano de Arranjo de Luzes de Navegação;
- Plano de Capacidade;
- Relatório da Prova de Inclinação;
- Folheto de Trim e Estabilidade Definitivo;

Os documentos acima são os exigidos pela NORMAM-02, mas para efeito de um projeto mais detalhado foram entregues os seguintes documentos:

- Notas de Arqueação
- Plano Estrutural;

#### 2.3.2.2 RIPEAM-72

A RIPEAM-72 é o Regulamento Internacional para Evitar Abalroamento no Mar, e consiste nas luzes, marcas, sinais sonoros e luminosos que a embarcação deve possuir e emitir para governo e navegação.

### 2.3.2.3 Bureau Colombo

Fundado em fevereiro de 1959, o Bureau Colombo (BC) vem atuando há mais de 60 anos como Sociedade Classificadora, sendo uma empresa originalmente brasileira. É composto por profissionais brasileiros que classificam os navios dentro de padrões técnicos estabelecidos e obedecem a regras próprias, e tem por objetivo classificar os navios de qualquer tipo, porte e local de operação abrangidos por esta regra (COLOMBO, 2008).

### 2.3.3 Dimensões principais

As dimensões principais de uma embarcação são comprimento, boca, pontal e calado. Estas dimensões podem ser calculadas utilizando a regressão linear, a partir de um grupo de embarcações semelhantes. Esta regressão gera uma função para determinar as dimensões a partir de uma variável, onde normalmente se utiliza DWT, que é a quantidade de carga ou passageiro que a embarcação irá transportar.

Para embarcações de alto desempenho a razão de comprimento por boca tende a ser maior que embarcações convencionais (MOLLAND, 2008, pg 641). Este último também menciona a faixa na qual a razão varia com o comprimento, a partir do valor da boca, e desta forma a equação para obtenção dos dados é isolada.

$$L/B = 4 \dots\dots\dots(\text{para } L < 30\text{m}) \quad (2)$$

$$L/B = 4 + 0.025 (L - 30) \dots\dots\dots (\text{para } 30\text{m} \leq L \leq 130) \quad (3)$$

$$L/B = 6.5 \dots\dots\dots(\text{para } L > 130\text{m}) \quad (4)$$

Para calcular o calado de um monocasco que apenas transporta passageiros, a relação boca e calado deve estar entre 3,5 e 8,5 (Moland, 2008). Portanto, separando o calado da equação e substituindo-o no valor do intervalo, o valor inicial do calado pode ser assumido.

$$\frac{B}{T} = x, \text{ sendo } 3.5 \leq x \leq 8.5 \quad (5)$$

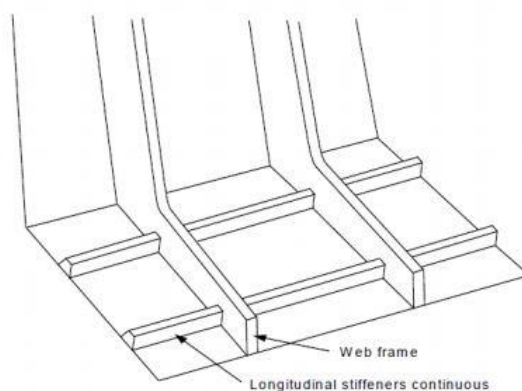
### 2.3.4. Estrutural

O projeto estrutural é outra etapa do projeto extremamente importante para garantir a segurança dos passageiros e a integridade do navio. Segundo Cardoso (1994), a estrutura de um

navio pode ser formada por placas de reforço com perfis longitudinais e transversais distribuídas por todo o navio, que têm a função de suportar as diversas cargas que a embarcação é submetida durante sua vida útil, sem deixar danos.

Portanto, para o projeto estrutural, é necessário determinar a espessura da chapa do navio, bem como o tamanho e a posição dos reforços longitudinais e transversais (cavernas e anteparas) que constituem a estrutura do navio para suportar pressões estáticas e dinâmicas (Amaral, 2016). Um dos objetivos da classificação do barco é verificar a resistência estrutural e integridade de partes importantes do casco (IACS, 2011). A seleção inadequada desses valores pode representar um aumento significativo no peso da embarcação (Amaral, 2016).

Figura 8: Detalhamento estrutural de uma embarcação



Fonte: DNV (2012)

Na Figura 8, pode-se observar o detalhamento estrutural típico de barcos de alta velocidade, com reforçadores longitudinais e cavernas (transversais) como exemplos.

### 2.3.5. Resistência ao avanço

Quando um navio se move a uma velocidade constante em um meio fluido, dois tipos de forças são gerados no casco: força normal e força tangencial, e o resultado é contra o movimento do barco. A força total contra o movimento do navio é chamada de resistência ao avanço (BERTRAM, 1998).

O consumo de combustível e os custos operacionais de um navio estão diretamente relacionados à resistência gerada quando o navio se move a uma determinada velocidade.

(MOLLAND ET AL., 2011; PICANÇO, 1999). Segundo Garcia (2007) a resistência ao avanço pode ser calculada através da seguinte fórmula:

$$R_t = C_t \left( \frac{1}{2} \rho S v^2 \right) \quad [\text{N}] \quad (6)$$

Onde:

- $C_t$  é o coeficiente de resistência total da embarcação;
- $\rho$  é a densidade da água em Kg/m<sup>3</sup>;
- $S$  é a área molhada em m<sup>2</sup>;
- $v$  é a velocidade de operação em m/s.

O coeficiente de resistência total é tomado como a soma do coeficiente de atrito ( $C_a$ ) e o coeficiente residual ( $C_r$ ). Para calcular estes coeficientes, Lewis (1989) elaborou as equações (7) e (8):

$$C_a = \frac{0,0075}{(\log Re - 2)^2} \quad (7)$$

$$C_r = \frac{R_r}{\frac{1}{2} \rho S v^2} \quad (8)$$

Entre eles,  $Re$  refere-se ao número de Reynolds e  $\mu$  refere-se à viscosidade do fluido cinemático em m<sup>2</sup>/s. A fórmula (9) é usada para calcular o número de Reynolds:

$$Re = \frac{Lwl v}{\mu} \quad (9)$$

Daniel Savitsky propôs um método para calcular a resistência de embarcações planantes. O método de Savitsky (1964) leva em consideração a flutuabilidade hidrostática, por isso pode ser aplicado a barcos operando em baixas velocidades. Além disso, também propõe fórmulas de levantamento e arrasto para cascos planantes. Essas fórmulas são baseadas em testes realizados em cascos prismáticos, variando o ângulo *deadrise*, trim,  $Lwl$  e  $L/B$  (RIBEIRO, 2002).

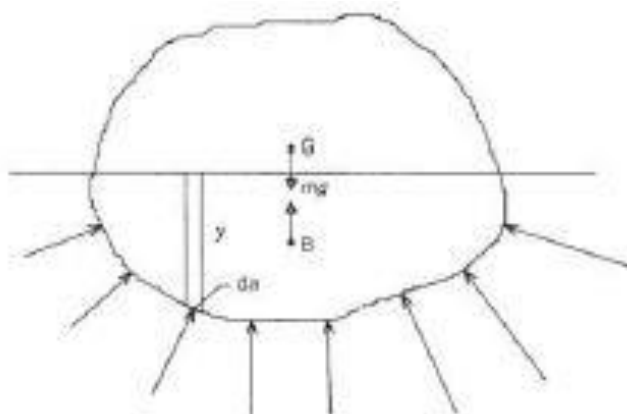
O software *MAXSURF* inclui a opção *SAVITSKY PLANING* em suas opções de metodologia para obtenção da resistência do casco modelado, que contém todas as equações e especificações baseadas nos parâmetros de entrada através do modelo 3D.

### 2.3.6 Estabilidade

Diferente da resistência ao avanço, que analisa o desempenho da embarcação, a estabilidade visa garantir a segurança dos passageiros e da carga, e a integridade do navio.

Quando um objeto flutuando em um líquido está em equilíbrio, a força exercida pelo objeto no fluido é igual à força exercida pelo fluido no objeto, mas na direção oposta e, portanto, está em conformidade com o princípio de Arquimedes (Molland, 2008).

Figura 9: Corpo imerso em um líquido em equilíbrio



Fonte: Molland (2008)

Para um barco, a estabilidade é a capacidade de restaurar seu equilíbrio inicial depois de qualquer interferência. Para ser estável, vários aspectos do projeto devem ser considerados, como o formato da parte submersa do casco, fatores externos como vento, ondas, passageiros e principalmente a distribuição de peso ao longo do barco.

Como o objetivo do projeto é o transporte de passageiros na região de Manaus, os padrões de estabilidade aqui fornecidos serão baseados na NORMAN-02/DPC (2005). Isso define os critérios de estabilidade para barcos nas duas regiões, porque as condições climáticas na Área 1 são mais amenas do que na Área 2.

Para Área 1:

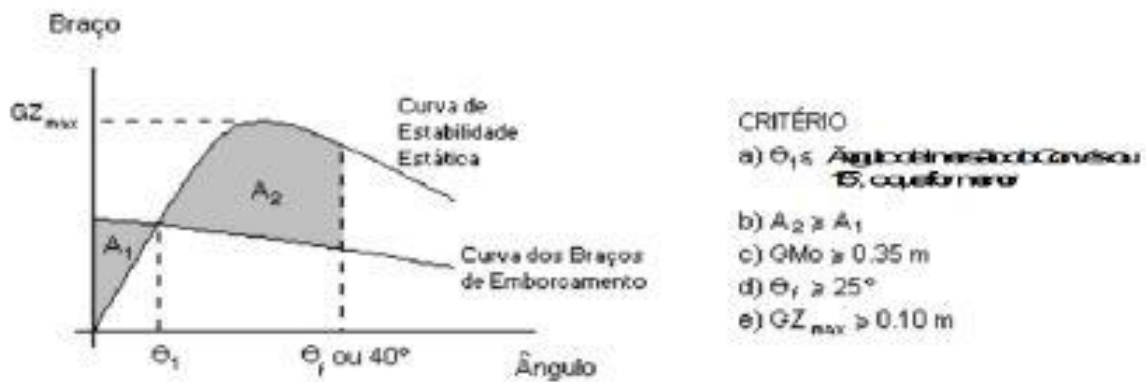
- Ângulo de equilíbrio estático, quando submetido à ação isolada do acúmulo de passageiros em um bordo, da manobra do giro ou do reboque deve ser menor ou igual



ao ângulo de imersão do convés na condição de carregamento considerada ou  $15^\circ$ , o que for menor;

- A área compreendida entre a CEE e as curvas de braços de emborcamento devido a: acúmulo de passageiros em um bordo, vento e manobra até o ângulo de alagamento ou  $40^\circ$ , o que for menor, deverá ser maior ou igual a área sob a curva dos braços de emborcamento antes da interseção com a curva de estabilidade estática;
- A altura metacêntrica  $GM_0$  deverá ser maior ou igual a 0,35m;
- Ângulo de alagamento maior ou igual a  $25^\circ$ ;
- Braço de endireitamento máximo maior ou igual a 0,1m

Figura 10: Gráfico com critério de estabilidade para embarcações de Área 1



Fonte: NORMAN-02/DPC (2005)

A curva do braço de emborcamento mostrada na figura acima é o resultado da soma do braço de passageiros, vento e guinada. As equações propostas pela NORMAM-02 (2005) para o cálculo desses momentos são apresentadas a seguir.

### 2.3.6.1 Superfície Livre

O efeito de superfície livre é causado pelo movimento do líquido nos tanques e deve ser considerado quando os consumíveis não estiverem 100% carregado ou vazio 0%. O item 0634 da norma da autoridade marítima define que para o cálculo do momento de superfície livre utilizasse a equação abaixo:

$$MSL = v b \gamma k \sqrt{\delta} \quad (10)$$

Onde  $v$  é o volume total do tanque em  $m^3$ ,  $b$  é a largura do tanque em metros e  $\gamma$  é o peso específico da carga do tanque em  $t/m^3$ . O valor de delta corresponde ao coeficiente de bloco do tanque e é tido pela equação abaixo e  $k$  é o coeficiente admissional obtido na tabela 6.4 da NORMAM-02/DPC (2005).

$$\delta = \frac{v}{b l h} \quad (11)$$

#### 2.3.6.2 Momento de Passageiro

No item 0638 da NORMAN 02/DPC (2005), apresenta o método de cálculo do momento causado pelo agrupamento de passageiros:

$$M_p = P N Y_c \cos \theta \quad (12)$$

Onde  $N$  é o número de passageiros transportados no convés,  $Y_c$  corresponde à distância do centroide da área ocupada pelos passageiros à linha de centro,  $\theta$  o ângulo de banda da embarcação,  $P$  refere-se ao peso de cada passageiro, indicado pela norma como 0,075t.

#### 2.3.6.3 Momento Emborcador devido ao vento

O momento de vento também deve ser calculado segundo o item 0638 da NORMAM-02/DPC (2005), como segue abaixo:

$$M_v = 5,48 \cdot 10^{-6} A h V^2 (0,25 + 0,75 \cos^3 \theta) \quad (13)$$

Onde  $A$  corresponde a área velica da embarcação em  $m^2$ ,  $h$  distância vertical do centro da área lateral exposta e um ponto correspondente a metade do calado na condição de carregamento considerada,  $V$  a velocidade de serviço em  $Km/h$  e  $\theta$  o ângulo de banda da embarcação.

#### 2.3.6.4 Momento Emborcador devido a Guinada

O momento de guinada é calculado através da seguinte formula:

$$M_g = \frac{[0,02 V_o^2 \Delta (KG - \frac{H}{2})]}{L} \quad (14)$$

Onde  $H$  corresponde ao calado médio na condição de carregamento analisada, em metros,  $V_0$  é a velocidade de serviço da embarcação em m/s, o deslocamento em toneladas KG o centro de gravidade acima da quilha e  $L$  o comprimento de linha d'água na condição de carregamento analisada.

#### 2.3.6.5 Braços de endireitamento

Para obter o braço de endireitamento total, é necessário somar os braços de endireitamento que dependem de cada momento apresentado anteriormente. O braço em cada caso é obtido dividindo o momento calculado pelo deslocamento total do barco, de forma que a curva de estabilidade estática do navio possa ser obtida e os itens expostos no início deste tópico possam ser verificados para medir a estabilidade do barco.

#### 2.3.6.6 Casos de estabilidade exigidos pela NORMAM-02

A NORMAM-02 (2005) exige a análise das diferentes condições de carregamento do barco para garantir a estabilidade de todas as condições de carregamento. As quatro condições exigidas para o tipo de embarcação deste projeto podem ser observadas a seguir:

- Embarcação totalmente abastecida em gêneros e combustíveis, e com a lotação máxima de passageiros com suas bagagens;
- Embarcação com o número máximo de passageiros e suas bagagens, mas com apenas 10% de gêneros e combustíveis;
- Embarcação totalmente abastecida em gêneros e combustíveis, porém, sem passageiros;
- Embarcação com apenas 10% de gêneros e combustíveis, mas sem passageiros.

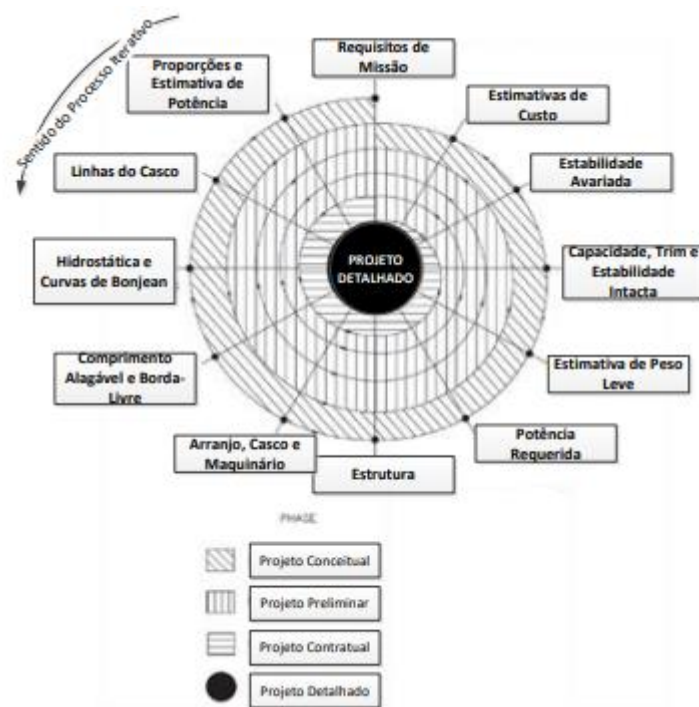
## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram usados os métodos clássicos de elaboração de projetos. Assim, foi utilizado uma espiral com uma sequência de etapas do projeto, cujo objetivo é correlacionar o sistema da embarcação e os atributos de desempenho com as variáveis do projeto. Além disso, foi feito o uso de metodologias científicas utilizadas para a aquisição, tratamento e conclusões dos dados obtidos.

## 2.1 MÉTODOS

Evans (1959) idealizou a ideia da espiral de projeto, que tinha como objetivo principal organizar as tarefas de forma lógica e sequencial, aumentando o nível de detalhe de cada componente do navio em cada volta da espiral, assim ajudando a busca da solução e otimizando o processo do projeto. No final da espiral seria concebido o projeto finalizado.

Figura 11: Espiral de projeto



Fonte: Adaptado de: TAGGART, 1980 apud PAPANIKOLAOU (2014)

Na figura 11 podemos ver um exemplo de espiral de projeto que possui os requisitos principais para a geração de uma embarcação propulsada. Após o desenvolvimento do projeto preliminar já é possível obter informações cruciais para a análise (EYRES, 2012, pg.6), tais como dimensões, deslocamento, estabilidade, desempenho propulsivo, forma do casco e arranjo geral preliminar.

## 2.2 TÉCNICAS

Lakatos (2007) compreende por técnica um grupo de preceitos ou processos de uma ciência ou arte que corresponde como intermediário a parte prática. Assim sendo, compreende-se por o presente estudo como os itens ou processos que intermediaram o início do estudo e seu

resultado. As técnicas apresentas são subdivididas em: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa experimental, pesquisa participante e pesquisa ação.

Nesta pesquisa, será utilizado como técnica a pesquisa bibliográfica, ou seja, um levantamento de materiais científicos de autores reconhecidos responsáveis por teorias usadas em vários tipos de projetos na área naval. Além de ser feito também uma pesquisa documental para a aquisição de dados de embarcações semelhantes através de pesquisa de campo.

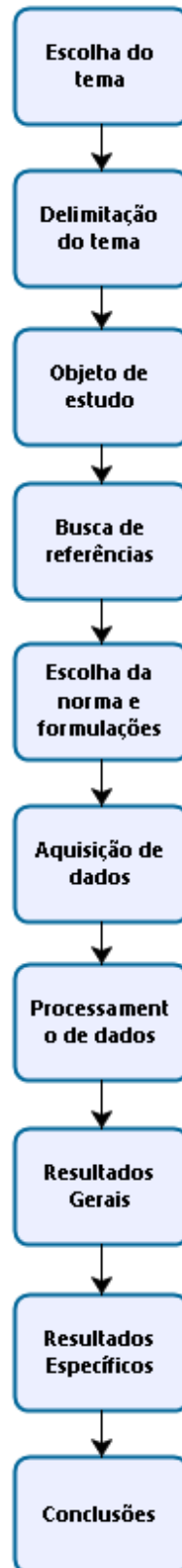
### **2.3 PROCEDIMENTOS**

Os procedimentos são etapas mais específicas de investigação e têm um propósito mais limitado em termos de explicações gerais de fenômenos menos abstratos. Eles pressupõem atitudes específicas em relação aos fenômenos e são limitados a áreas particulares (PRODANOV, 2013).

Esse método visa fornecer a orientação necessária para a pesquisa social, principalmente na coleta, processamento e validação dos dados em relação à investigação realizada (PRODANOV, 2013). O procedimento utilizado nessa pesquisa pode ser descrito conforme as etapas abaixo:

- Revisão bibliográfica e aquisição de dados de embarcações regionais;
- Definição das dimensões e coeficientes de forma do estudo de caso;
- Análise estrutural da embarcação proposta em material compósito;
- Análise da resistência ao avanço;
- Análise da estabilidade do modelo.

Figura 12: Fluxograma de atividades



Fonte: Autor (2022)

## 2.4 MATERIAIS

Para a realização deste projeto de pesquisa, ferramentas computacionais foram utilizadas para auxiliar e desenvolver o conteúdo exposto no referencial teórico, melhorando a eficiência e precisão deste estudo. Os seguintes *softwares* foram utilizados ao longo do processo de desenvolvimento, e para cada um deles obteve-se um resultado:

- Microsoft Office Excel – Dimensões Iniciais, Análise estrutural, Resistência ao avanço, Pesos e Centros, Estabilidade;
- DELFTship – Modelagem 3D;
- AutoCAD – Plano de linhas, Arranjo Geral e Arranjo Estrutural;
- MAXSURF – Resistência ao avanço;
- Google Earth Pro – Mapeamento.

### 3 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

#### 3.1 BANCO DE DADOS

No início do estudo, foi necessário adquirir informações de embarcações regionais de alta velocidade do Amazonas. Estas informações foram coletadas em uma empresa de projeto naval que possui diversos modelos aprovados pelas autoridades marítimas competentes, seguindo as normas de projeto descritas no referencial teórico. Desta forma, a tabela 2 lista todas as embarcações que compõem o banco de dados utilizado na pesquisa.

Tabela 2: Banco de dados

Embarcações Expressos da região amazônica				
NOME	L Casco	B	P	DWT
Expresso Deisiane	18.25	3.11	1.20	48
Icb Expresso	15.18	2.79	1.10	63
Expresso Fabricio II	16.50	3.15	1.20	56
Expresso Torpedo V	19.30	3.68	1.20	88
Expresso Lima	20.28	2.90	1.20	76
Projeto de Deus	20.65	3.40	1.20	60
Expresso Dona Thamar	22.25	4.70	1.45	98
Expresso Moreira da Silva	28.50	4.58	1.50	120
Expresso Torpedo III	20.79	3.63	1.10	69
Expresso Dona Darcy	14.61	3.20	1.15	38
Expresso Torpedo VII	18.79	2.95	1.00	54
Rai Barbosa	17.75	3.70	1.30	65
Expresso Purus	12.21	2.60	1.00	33
Expresso Bebel I	11.50	2.60	1.15	40
Expresso Guedes II	20.00	3.10	1.10	78
Lady Lú	15.50	2.95	1.10	53
Anne Priscila	17.28	3.40	1.10	62
Expresso Madame Nilza	15.64	2.95	1.15	62
Super Sonic	16.57	3.10	1.15	62
Expresso Maria Januario	15.80	3.25	1.15	73
Menia Veneno	8.50	1.95	0.70	10
Gloria de Deus - IV	20.88	3.35	1.35	87
Soberanna	31.50	4.95	1.70	134
Expresso Lu	7.80	2.00	0.78	14
Agua XI	7.50	1.98	0.74	18

Fonte: Autor (2022)

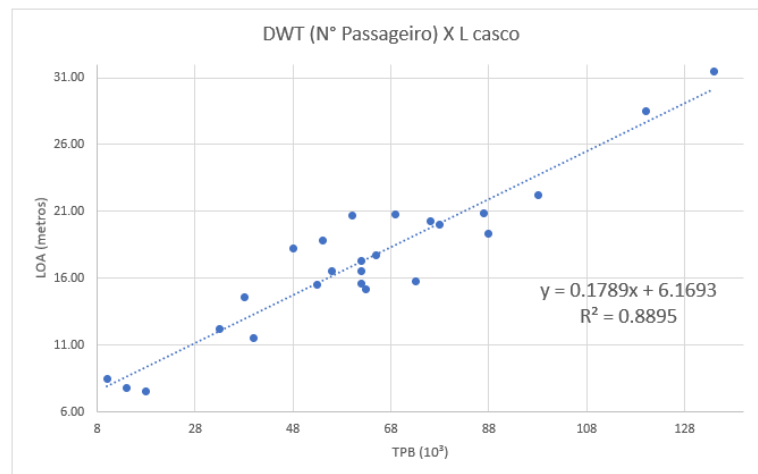


### 3.2 DIMENSÕES PRINCIPAIS

Com as dimensões das embarcações no banco de dados e auxílio do *software* Excel foi feito a regressão linear, e assim determinando as dimensões principais da embarcação. Foi utilizado este método para que o modelo proposto não seja divergente das embarcações locais, devido à delimitação do estudo para a região amazônica.

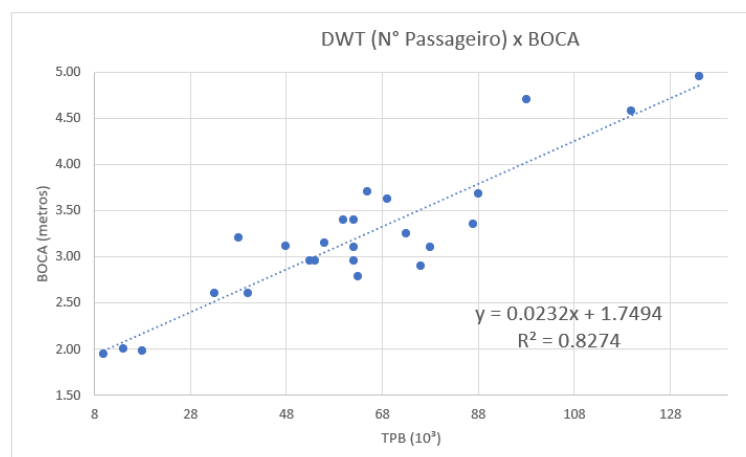
Nas figuras 13, 14 e 15 podemos verificar os gráficos e fórmulas que a regressão linear gerou:

Figura 13: Regressão linear L casco



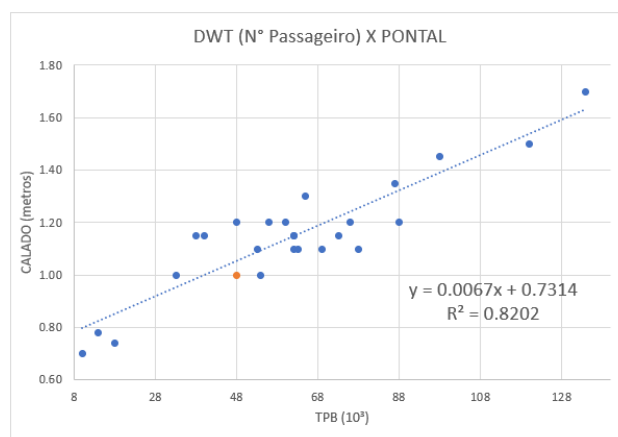
Fonte: Autor (2022)

Figura 14: Regressão linear Boca



Fonte: Autor (2022)

Figura 15: Regressão linear Pontal



Fonte: Autor (2022)

O número de passageiros selecionados inicialmente é 60. Aplicando este valor à equação de regressão linear de DWT x L casco, o valor do comprimento de retorno é 16,90 m, porém foi realizado um ajuste para 17,00 m. A equação (2) mencionou que a relação L/B mínima de barcos de alto desempenho é 4. Considerando a regressão do banco de dados, um número mais próximo das embarcações da região é 5,3. Portanto, separando da mesma equação obtemos o valor de 3,20 m para boca da embarcação.

De acordo com a equação (5) a razão entre boca e calado deve estar entre 3,5 e 8,5 desta forma será considerado como 4,5, valor que está dentro da faixa especificada, assim obtendo-se o calado de aproximadamente 0,72 m. Por ser trator de uma embarcação de alta velocidade é necessário que ela seja planante ou semi-planante, desta forma foi adotado uma velocidade de serviço que o Fn seja próximo de 1.

Tabela 3: Dimensões principais iniciais

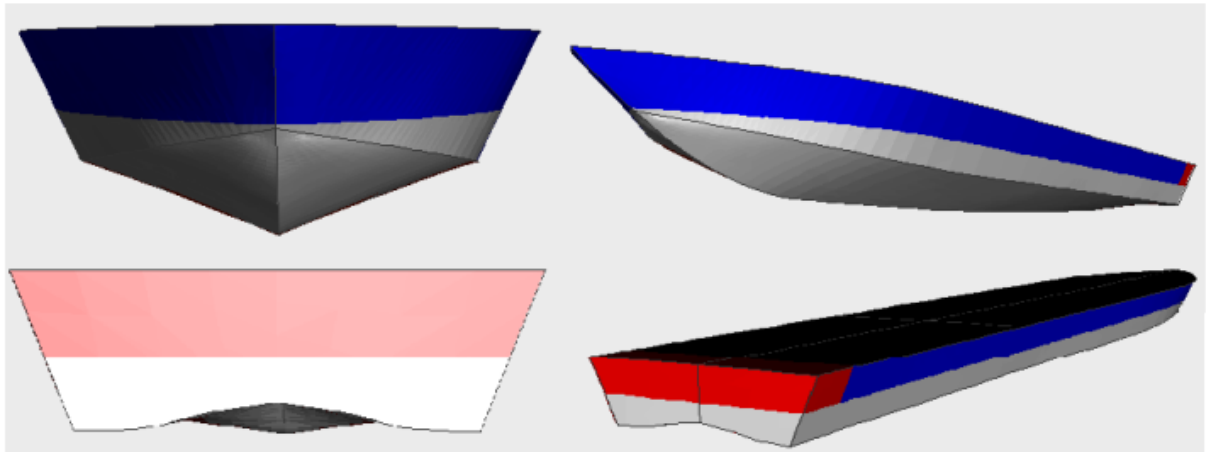
<b>Características da embarcação</b>	<b>Valor</b>
Comprimento casco (m)	17,00
Boca (m)	3,20
Pontal (m)	1,15
Calado (m)	0,72
Velocidade serviço (nós)	25,00

Fonte: Autor (2022)

### 3.3 MODELAGEM DO CASCO

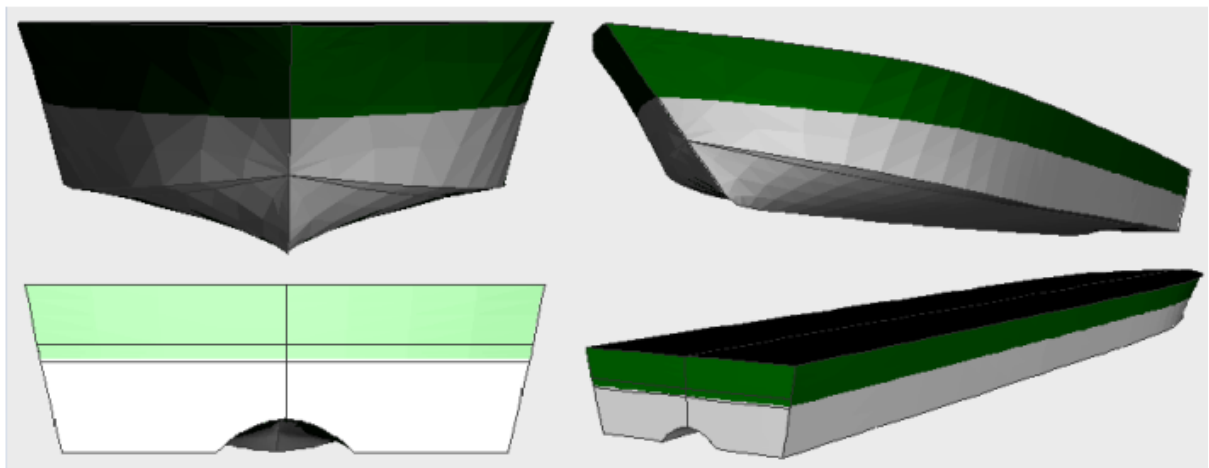
A partir das dimensões principais, foi feita a modelagem de três cascos diferentes com variações de coeficientes e forma de proa e popa. Foi escolhido o software DELFTship para fazer a modelagem 3D devido à sua manipulação simples e fácil acesso para a comunidade acadêmica. Foi necessário fazer ajustes na proa e popa dos cascos para torná-los mais hidrodinâmicos e reduzir a resistência ao avanço, de forma que suas características operacionais também fossem otimizadas. Nas figuras 16, 17 e 18 pode-se observar os três diferentes cascos modelados.

Figura 16: Modelagem do Casco 1



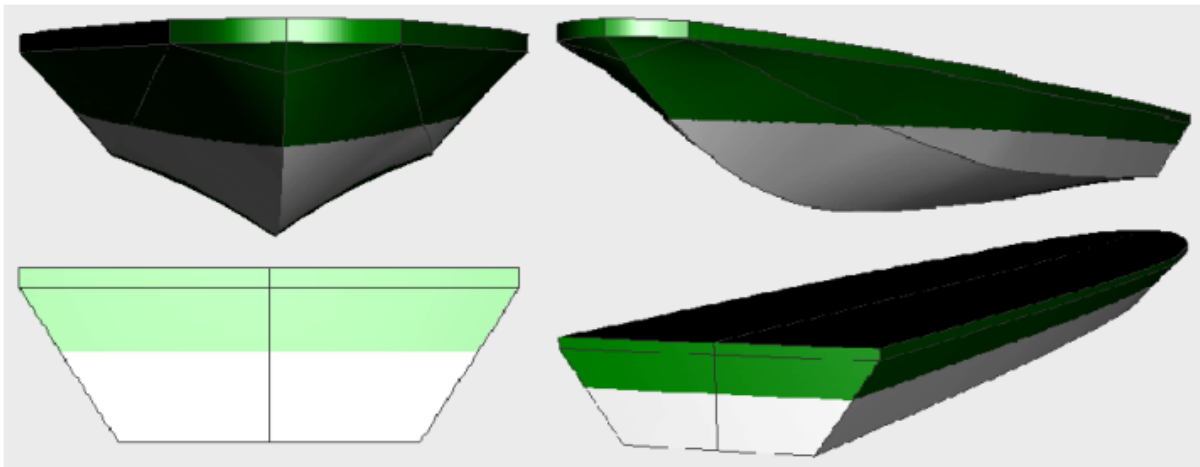
Fonte: Autor (2022)

Figura 17: Modelagem do Casco 2



Fonte: Autor (2022)

Figura 18: Modelagem do Casco 3



Fonte: Autor (2022)

Utilizando o modelo no DELFTship, obteve-se Coeficiente de Bloco (CB), Coeficiente Prismático (CP) e Coeficiente de linha d'água (CWL), conforme a Tabela 4.

Tabela 4: Características estimadas dos cascos

Casco	L Casco (m)	LWL (m)	B (m)	D (m)	T (m)	CB	CP	CWL	$\Delta$ (t)
1	17,00	16,150	3,20	1,15	0,72	0,464	0,766	0,764	18,166
2	17,00	16,260	3,20	1,15	0,72	0,620	0,816	0,804	24,293
3	17,00	16,031	3,20	1,15	0,72	0,400	0,723	0,665	16,031

Fonte: Autor (2022)

Por mais que o casco 3 tenha melhor resultado de deslocamento, foi escolhido o casco 1 para o estudo proposto, devido ao seu volume e fluabilidade, considerando a quantidade de pessoas para qual a embarcação será planejada.

### 3.4 ARRANJO GERAL

No convés principal estão localizadas 59 cadeiras, incluindo a do piloto, um (1) extintor CO<sub>2</sub> de 6 kg e um (1) extintor de pó químico de 4 kg, uma (1) caixa de primeiros socorros, duas (2) boias salva-vidas com retinida e uma (1) âncora. O corredor entre as fileiras de cadeira possui mais de 80 cm e as cadeiras estão dispostas de forma que a distância mínima entre encostos é 90 cm, além de terem 50 cm de largura e 40 de profundidade, como prevê o item 5-b do Anexo 3-M da NORMAM-02. Ainda no convés principal, são previstas quatro (4)

escotilhas 600x600 mm, uma para cada tanque, de acordo com a NORMAM-02, item 0424. A quantidade de boias salva-vidas é determinada pelo comprimento da embarcação, também segundo a NORMAM-02, item 0414-a.

Para o fundo, foram considerados dois (2) tanques, um de colisão de vante e um de colisão de ré. De acordo com o item 0648 da NORMAM-02, a antepara de vante precisa ser maior ou igual a 83 cm, valor que representa 5% do comprimento de regra (16,568 m, nesse caso). A antepara de colisão de ré, por sua vez, mantém o tubo telescópio em um local estanque à água.

Já no tijupá do expresso projetado, pode-se encontrar quatro (4) aparelhos flutuantes com capacidade para 15 pessoas cada, totalizando 60 possíveis usuários. Essa definição está de acordo com o item 0408 da NORMAM-02. Inicialmente, a embarcação foi estimada para uma capacidade de 60 passageiros, mas ao fazer o detalhamento e arranjo do convés principal, foi possível dispor 59 cadeiras confortavelmente, de forma que o piloto ficasse com uma cadeira isolada na área de comando.

Se tratando de compartimentos sanitários, o item 3-c do Anexo 3-M da NORMAM-02 delimita que em travessias de até 15 minutos entre terminais, as embarcações estão dispensadas de terem banheiros, caso existam banheiros em pelo menos um dos terminais de embarque e desembarque. No caso da embarcação de alta velocidade projetada, que navegará na orla de Manaus parando em 5 terminais, essa condição é atendida.

Mais detalhes sobre os componentes e disposição dos itens podem ser encontrados no Plano de Arranjo Geral, Segurança, Capacidade e Luzes de Navegação.

### **3.5 ANÁLISE ESTRUTURAL**

O casco da embarcação de alta velocidade desenvolvida nesse estudo é constituído de alumínio naval 5052, de densidade 2,68 kg/m<sup>3</sup>, um dos mais utilizados da indústria naval. Para o objetivo do expresso, a aplicação deste alumínio é ideal devido a algumas características do material, como: maior resistência a corrosão, maleabilidade, durabilidade, condutibilidade elétrica e térmica e alta impermeabilidade (DAVIS, 1993).

Todas as chapas utilizadas possuem 4 mm de espessura. Mais detalhes sobre a disposição de elementos estruturais poderão ser encontrados no Plano de Perfil Estrutural e Seção Mestre.

### **3.5.1 Casco**

Para o projeto estrutural do casco, foram colocados reforçadores longitudinais (longarina) a uma distância de 300 mm entre si, e os transversais (cavernas) a 500 mm. As dimensões dos espaçadores longitudinais (longarinas) são 50 x 25 x 4 mm em perfil U, enquanto o dos perfis transversais (cavernas) são 45 x 25 x 4 mm em perfil I.

A união entre casco e convés principal é constituída de reforçadores chamados pés-de-carneiro. Estes terão espaçamento de 1000 mm e dimensões 40 x 4 mm em perfil tubo. Ainda, bem no centro do casco, existe uma quilha, reforçador pesado de 150 x 25 mm em perfil retangular.

### **3.5.2 Convés principal**

O convés principal também é constituído de alumínio naval 5052, de espessura 4 mm, porém com a inclusão de reforçadores longitudinais (sicordas) de 50 x 25 x 4 mm em perfil U, com 300 mm entre si, e de reforçadores transversais (vaus) de 45 x 25 x 4 mm em perfil I com 500 mm de espaçamento.

### **3.5.3 Tijupá**

Na área do tijupá da embarcação, são considerados reforçadores longitudinais (sicordas) de 50 x 25 x 4 mm em perfil U com espaçamento de 300 mm, e reforçadores transversais (vaus) de 50 x 25 x 4 mm em perfil U, com 500 mm entre si.

## **3.6 PESOS E CENTROS**

Com a modelagem do casco feita no software DELFTship e o arranjo geral da embarcação dimensionada no AutoCAD, foi possível extrair o Plano de Linhas com indicações de cortes e linhas d'água, de acordo com o item 3-c do Anexo 3-F da NORMAM-02. A Tabela 5 a seguir mostra o cálculo de pesos e centros a partir das espessuras e áreas obtidas no Plano de Linhas. O detalhamento da planilha de Pesos e Centros pode ser encontrada no Apêndice.

Tabela 5: Resumo de pesos e centros

Tabela de Pesos			
RESUMO	Peso (t)	VCG (m)	LCG (m)
Peso do Casco	2,206 t	0,889	7,738
Peso da Superestrutura	0,980 t	2,425	7,091
Cadeiras	0,885 t	1,453	7,272
Máquinas	1,483 t	0,663	2,390
Lastro	0,874 t	0,200	9,060
Viveres	0,850 t	0,620	3,804
Passageiros + Bagagens	5,900 t	1,753	7,272
<b>PESO LEVE</b>	<b>6,43 t</b>	<b>1,06</b>	<b>6,52</b>
<b>PESO CARREGADO</b>	<b>13,18 t</b>	<b>1,34</b>	<b>6,68</b>

Fonte: Autor (2022)

### 3.7 RESISTÊNCIA AO AVANÇO

Para análise da resistência ao avanço foi aplicada a metodologia de Savitsky (1964), muito utilizada para embarcações planantes, na qual o número de Froude tem que ser maior ou igual a 1. Todos os modelos de casco apresentados se encaixam nesta condição, permitindo o uso deste método para a embarcação estudada. Como os cascos já haviam sido modelados, foi apenas necessário exportar do *software* DELFTship para o MAXSURF (em formato “.iges”).

O MAXSURF contém a extensão MAXSURF RESISTANCE, que realiza a análise pelo método de SAVITSKY PLANING, tendo como dados de entrada o casco do barco em 3D, calado da embarcação, velocidade de serviço e entre outros. Após a determinação da resistência ao avanço, é possível encontrar a potência efetiva necessária para cada modelo no próprio *software*. Sendo assim, foram obtidos os seguintes resultados:

Tabela 6: Resultados para resistência ao avanço e potência efetiva

Casco escolhido	Resistência ao avanço (kN)	Potência efetiva (hp)
1	17,7	306

Fonte: Autor (2022)

Para uma velocidade de 25 nós, a potência efetiva necessária alcançada foi de 306 HP pelo MAXSURF. Considerando o coeficiente propulsivo de Garcia (2007) de 65%, encontrou-se uma potência total necessária de 470 HP para o expresso. Assim, o motor escolhido para a

embarcação de alta velocidade projetada é o John Deere PowerTech™ 6090SFM85 Diesel Engine M4, que funciona a uma potência total de 500 HP, com consumo médio de 107,1 litros por hora.

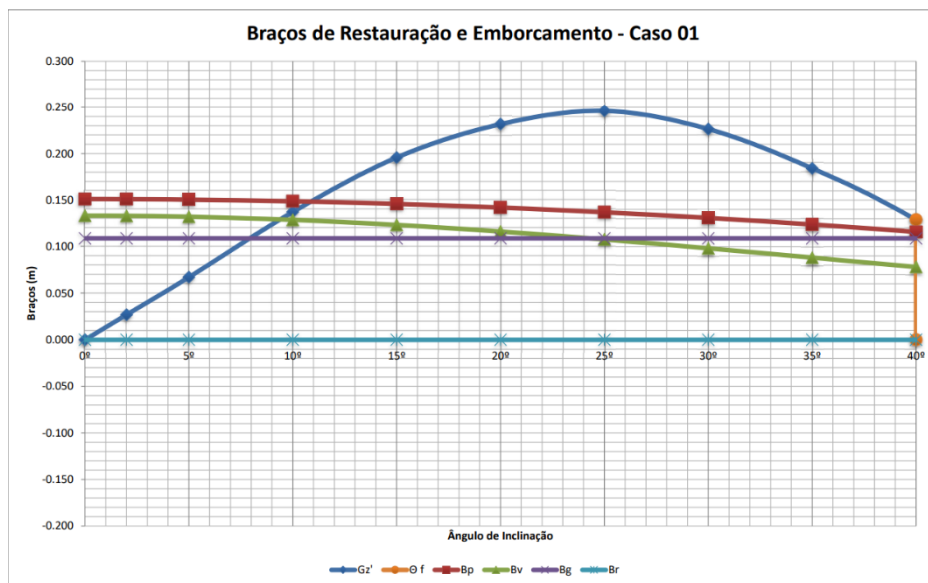
### 3.8 ESTABILIDADE

Após o estudo de pesos e centros da embarcação e definidos os parâmetros de resistência ao avanço e potência efetiva, a estabilidade da embarcação estudada foi avaliada em quatro condições de carregamento, de acordo com o item 0635-b da NORMAM-02:

- 1) Embarcação com 100% da capacidade de passageiros e 100% da capacidade de gêneros e óleo;
- 2) Embarcação com 100% da capacidade de passageiros e 10% da capacidade de gêneros e óleos;
- 3) Embarcação sem passageiros e com 100% da capacidade de gêneros e óleos;
- 4) Embarcação sem passageiros e com 10% da capacidade de gêneros e óleos.

Assumindo o peso do passageiro em média sendo 75 kg, e de sua bagagem 25 kg, e a altura do centro de gravidade dos passageiros como 0,3 m acima do nível do assento, os resultados estão representados graficamente nas figuras a seguir.

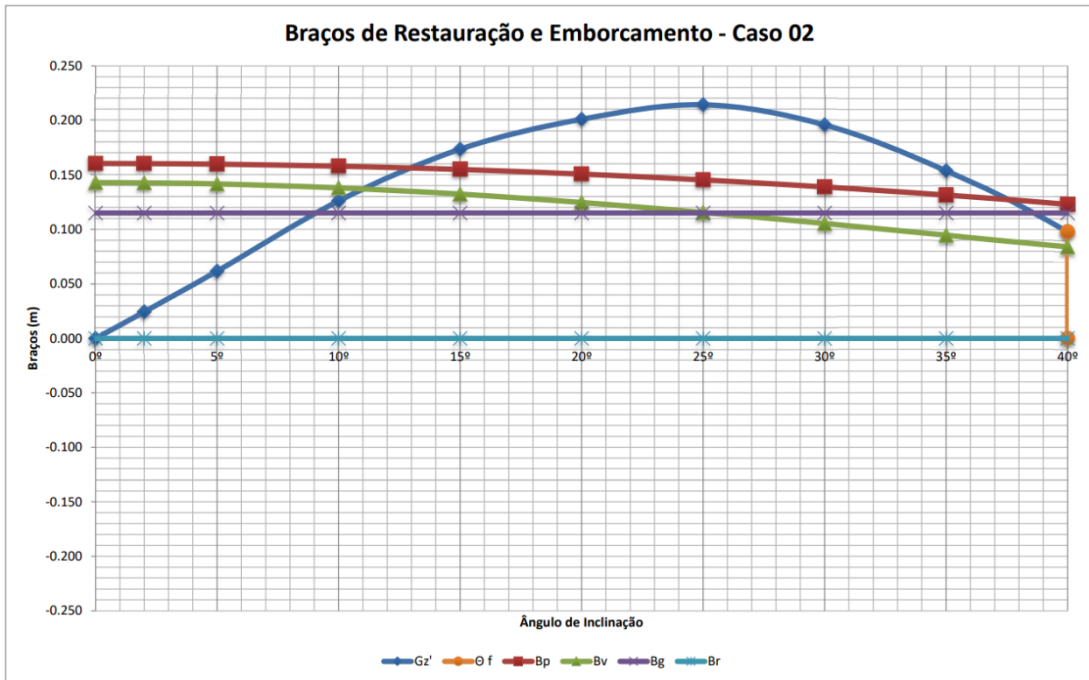
Figura 19: Gráfico de estabilidade para a condição 1



Fonte: Autor (2022)

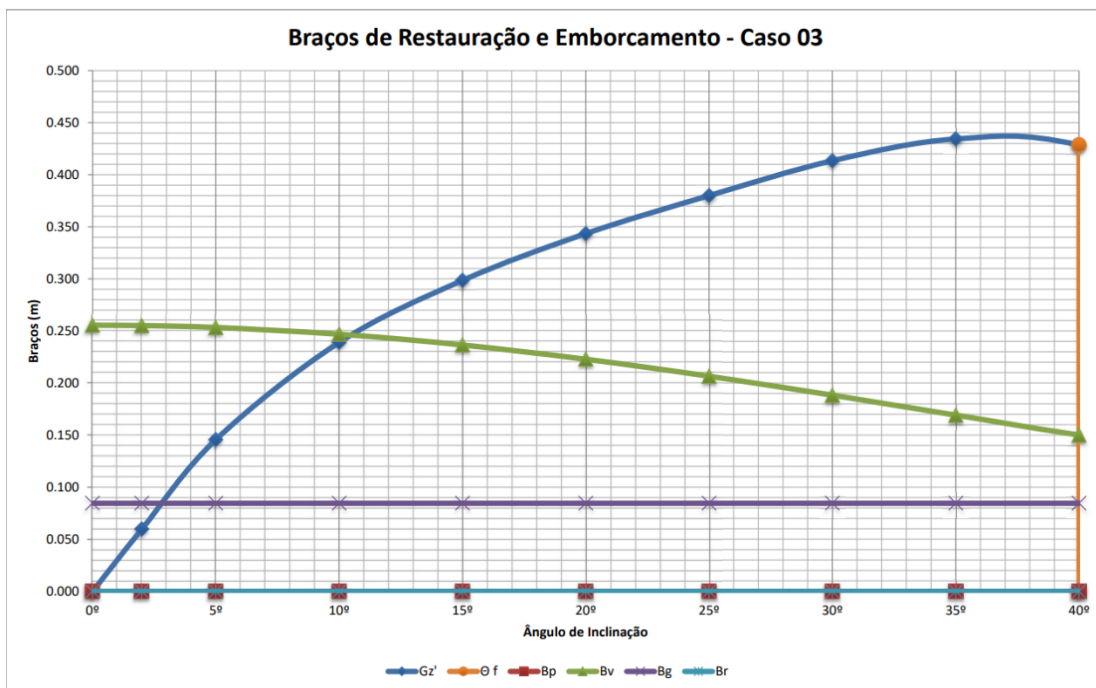


Figura 20: Gráfico de estabilidade para a condição 2



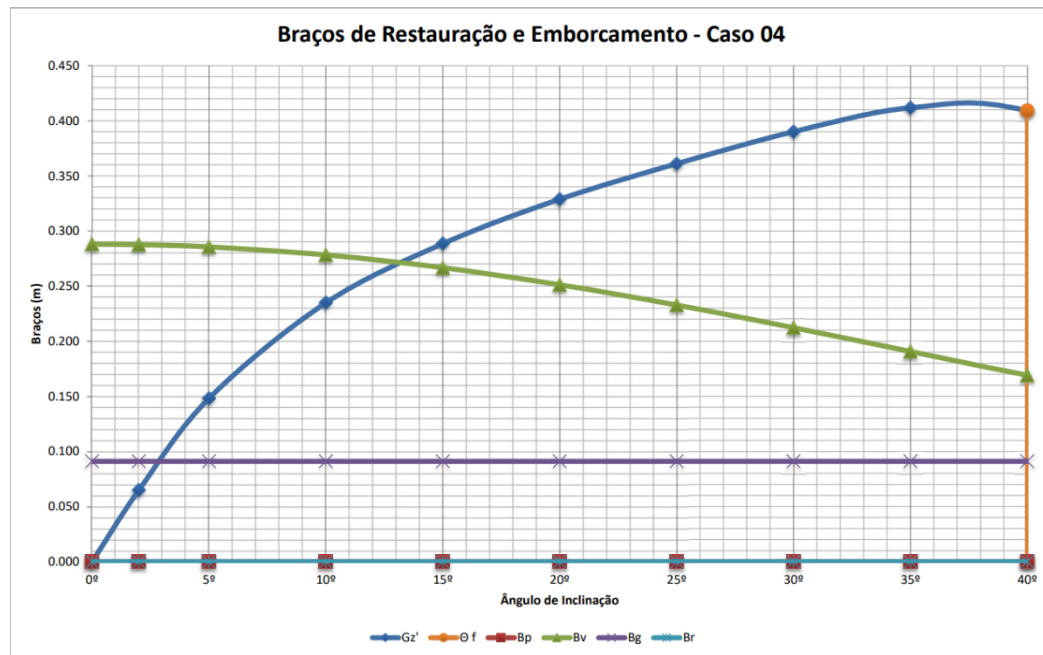
Fonte: Autor (2022)

Figura 21: Gráfico de estabilidade para a condição 3



Fonte: Autor (2022)

Figura 22: Gráfico de estabilidade para a condição 4



Fonte: Autor (2022)

Para conseguir atender aos critérios de estabilidade da Área 1, descritos no item 2.3.6 deste trabalho foi necessário inserir um lastro de 874 Kg que foi colado no porão da embarcação como se pode ver no Arranjo Geral. O detalhamento do cálculo de estabilidade pode ser consultado no Apêndice deste trabalho.

### 3.9 ROTA ESCOLHIDA

Para a embarcação tipo expresso proposta neste estudo, se fez necessário, também, um estudo sobre os pontos de parada ou terminais que fazem parte de sua rota. Considerando que o principal objetivo é viabilizar o transporte de passageiros e proporcionar melhorias no trânsito da cidade de Manaus, para a determinação desses pontos devemos buscar as seguintes condições:

- Infraestrutura para receber as embarcações e layout que minimize problemas operacionais de embarque e desembarque;
- Integração do modal hidroviário com outros do ambiente urbano, como paradas de ônibus e pontos de táxi próximos, além do acesso a pedestres;

- c) Alta demanda de passageiros na área próxima ao terminal, que justifique a implantação de uma alternativa ao trânsito, como alta densidade habitacional, áreas comerciais de grande fluxo e rotas turísticas;
- d) Oferta de serviços públicos essenciais ao atendimento de usuários das embarcações, além de conforto e segurança.

Pensando nisso, foram considerados cinco terminais principais para o trajeto da embarcação tipo expresso na Região Metropolitana de Manaus, de forma que o início seja na área do Tarumã-Açu e o final próximo ao Encontro das Águas. A Tabela 6 a seguir descreve os terminais por onde a embarcação fará sua rota diariamente, de forma que, ao chegar ao terminal final, fará o caminho contrário pelo mesmo trajeto até o ponto inicial.

Tabela 7: Rota da embarcação

<b>Terminal</b>	<b>Local</b>	<b>Bairro</b>	<b>Coordenadas</b>
<b>1 - Inicial</b>	Praia Dourada	Tarumã	-3.015675, -60.093571
<b>2</b>	Marina do Davi	Ponta Negra	-3.052169, -60.108965
<b>3</b>	Porto do São Raimundo	São Raimundo	-3.124384, -60.043120
<b>4</b>	Porto de Manaus – Roadway	Centro	-3.137154, -60.027610
<b>5 – Final</b>	Porto do CEASA	Mauazinho	-3.132468, -59.939941

Fonte: Autor (2022)

Desta forma, foi utilizado o *software* Google Earth Pro para fixar a localização exata dos pontos escolhidos, de acordo com suas coordenadas geográficas, e foi criada uma estimativa de rota para a embarcação.

Considerando que o expresso navegará o mais próximo da margem do Rio Negro, sem atrapalhar outras embarcações ou terminais de carga e passageiros, a rota planejada terá 33,8 km. Por ser de alta velocidade, o expresso terá velocidade média de 25 nós, o equivalente a 46,3 km/h.

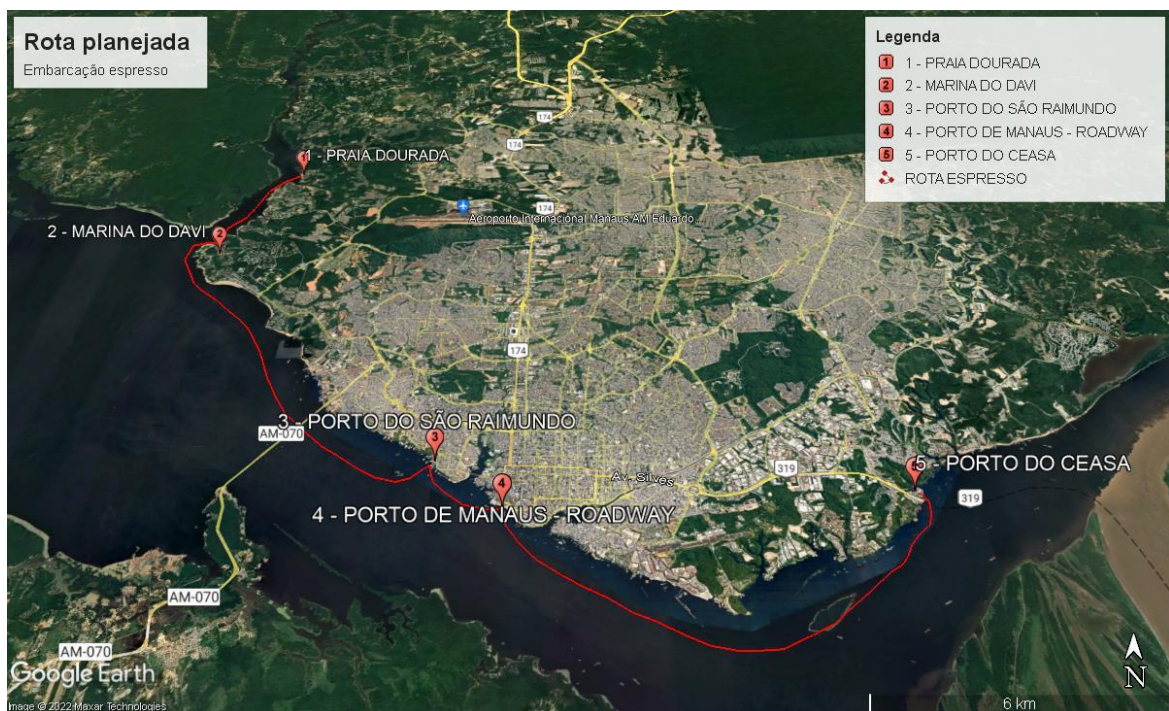
Se, em cada parada, o tempo de embarque e desembarque é de 5 minutos, além do tempo navegando, o expresso perderá 25 minutos parado. Logo, para atender o trajeto de 1 a 5 (apenas “ida”), precisará de no mínimo 1 hora e 9 minutos, e no trajeto 1-5-1 (“ida e volta”), pelo menos 2 horas e 18 minutos. O tempo entre dois terminais, no entanto, não ultrapassa 15 minutos.

Figura 23: Localização dos terminais para o expresso



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro (2022)

Figura 24: Rota planejada para a embarcação



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro (2022)

## 4 CONCLUSÃO

O estudo realizado para este Trabalho de Conclusão de Curso teve como foco a elaboração de um projeto para embarcação de alta velocidade a ser utilizada para complementar a mobilidade urbana de Manaus. O objetivo foi descrever a metodologia de projeto e definir parâmetros que viabilizam o expreso como meio de transporte, bem como os requisitos estabelecidos pelas normas marítimas para embarcações de passageiros para a regulamentação deste veículo.

Mesmo utilizando base de dados de embarcações pré-existentes para determinação das dimensões principais, foi necessário desenvolver a modelagem 3D do casco, arranjo geral da embarcação, plano de linhas, cálculo da resistência ao avanço e estudo de estabilidade a partir das instruções normativas e referencial teórico. O arranjo geral estabelecido e os parâmetros estudados culminam em um resultado favorável à implantação de uma rota de expreso pela orla de Manaus, conforme a justificativa inicial do trabalho.

Assim, o transporte de pessoas em embarcações de alta velocidade se mostrou uma alternativa viável para desafogar o trânsito da cidade, principalmente tratando-se da diminuição de tempo para atravessar de uma ponta à outra da cidade. Com o aumento da demanda nos terminais escolhidos, também é importante considerar as possibilidades de investimento em infraestrutura física e de serviços, a fim de incrementar o atendimento e utilização dos meios.

Além das melhorias em mobilidade urbana, o expreso pode vir a ser um atrativo turístico em Manaus, visto que interliga pontos estratégicos e presenteia seus passageiros com a vista privilegiada das margens do Rio Negro. Como sugestões de pesquisas posteriores, recomenda-se um estudo do custo de implantação do projeto, desde sua construção até sua operação, bem como rotas alternativas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AECWEB. **Como melhorar a mobilidade urbana nas grandes cidades**. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/como-melhorar-a-mobilidade-urbana-nas-grandes-cidades/16173>>. Acesso em: 18 Jun. 2021.

AMARAL, Janaína Ribas de. **Otimização do projeto estrutural de embarcações de alta velocidade produzidas em material compósito**. 2016. 93 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Naval, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2016.

BAIRD, N. **The World Fast Ferry Market**. Melbourne, Australia: Baird Publications 1998. Acesso em: 20/10/2021. Disponível em: <[https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/157132/TC\\_Lucas\\_Arrigoni\\_Final\\_Versao\\_repositorio.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/157132/TC_Lucas_Arrigoni_Final_Versao_repositorio.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>.

BRASIL. **Regulamento Internacional para Evitar Abalroamento no Mar – RIPEAM-1972**. Marinha do Brasil. Diretoria de Portos e Costas. Rio de Janeiro, 1996.

CARDOSO, Ademar Azevedo. **Síntese racional automatizada de cavernas de embarcações**. 1994. 168 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

CRISTIANO, Cleber; ERNANI, Prodanov ; DE FREITAS, Cesar. **Capa Associação Pró-Ensino Superior em Novo Hamburgo -ASPEUR Universidade FEEVALE Metodologia Do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico 2ª edição**. [s.l.: s.n., s.d.]. Acesso em: 22 Out. 2021. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/valcinetemacedo/disciplinas/metodologia-do-trabalho-cientifico/e-book-mtc>>.

DAVIS, Joseph R. **Aluminum and aluminum alloys**. ASM international, 1993.

DNIT. **Hidrovia do Amazonas**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Disponível em: <<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/hidrovia-do-amazonas>>. Acesso em: 19 Jun. 2021.

D24AM. **Trânsito de Manaus é o quinto mais violento do País**. Acesso em: 12/09/2021. Disponível em: (<https://d24am.com/amazonas/transito-de-manaus-e-o-quinto-mais-violento-do-pais/>).

EYRES, D.J; BRUCE, G.J. **Ship Construction**. Departament of Maritime Studies University of Plymouth - England, 7ª Edição, Editora ELSVIER.

GARCIA, H.A. **Hidrodinâmica: Ênfase A Embarcações Fluviais**. FATEC - Faculdade de Tecnologia de Jaú, 2007. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/10906227/hidrodinamica-embarcacoes-fluviais>. Acesso em: 17/03/2022.

IBGE. **População estimada: IBGE**, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2021.

IBGE. **População no último censo: IBGE**, Censo Demográfico 2010.

INSTITUTO PÓLIS. **Cartilha Mobilidade urbana é desenvolvimento! - Ministério das Cidades, 2005**. Plano Brasil de Infraestrutura Logística: Uma abordagem sistêmica. Sistema CFA / CRAs, Brasília/DF, 2013.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. 5 reimpressão. São Paulo: Atlas, 2007.

LEWIS, Edward V. **Principles of Naval Architecture Vol. III**. 2. Ed. EUA: The Society of Naval Architects and Marine Engineers, ISBN: 0939773023. 1989.

MOLLAND, A.E. **The Maritime Engineering Reference Book**. New York, Editora ELSEVIER, 1ª Edição, 2008.

MOLLAND, Anthony F.; TURNOCK, Stephen R.; HUDSON, Dominic A.. **Ship resistance and propulsion: Practical estimation of ship propulsion power**. Estados Unidos da América: Cambridge University Press, 2011. 563 p.

MORAES, Hito Braga de. **Uma proposta de metodologia de análise para implantação de embarcação de alta velocidade no transporte de passageiros: um caso de aplicação de**

**catamarãs na região amazônica.** 2002. 357 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Oceânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

**NORMAM-02/DPC. Normas da autoridade marítima para embarcações empregadas na navegação interior.** 2005.

**PORTOS E NAVIOS. Antaq divulga estudo sobre transporte fluvial de passageiros e cargas na Amazônia.** Acesso em: 12/09/2021. Disponível em:  
(<https://www.portosenavios.com.br/noticias/navegacao-e-marinha/antaq-divulga-estudo-sobre-transporte-fluvial-de-passageiros-e-cargas-na-amazonia>).

**SAVITSKY, D. Hydrodynamic Design of Planing Hulls.** Marine Technology, Vol. 1, No1. New Jersey, 1964.

**SCHNEEKLUTH, H.; BERTRAM, V.. Ship design for efficiency and economy.** Oxford: Elsevier, 1998.

**SUDAM. Tecnologia Das Embarcações: Tipos De Embarcações.** 2005. Acesso em: 17/05/2021. Disponível em: <  
[http://antigo.sudam.gov.br/conteudo/menus/referencias/biblioteca/arquivos/Ada2005/tecnologia\\_das\\_embarcacoes\\_1.pdf](http://antigo.sudam.gov.br/conteudo/menus/referencias/biblioteca/arquivos/Ada2005/tecnologia_das_embarcacoes_1.pdf)>.

**UFSC. WebPortos - Brasil.** Ufsc.br. Disponível em: <<https://webportos.labtrans.ufsc.br/>>. Acesso em: 19 Jun. 2021.

**VAN DUIN, J. H. R.; KORTMANN, L. J.; VAN DE KAMP, E. M. Towards sustainable urban distribution using city canals: the case of Amsterdam.** In: *The 10th International Conference on City Logistics*, p. 44-57. Institute for City Logistics. Phuket, Tailândia, 2017.

**VNF - Voies Navigables de France. Transport et tourisme fluvial - Les chiffres clés 2016.** Paris: VNF, 2016.

**VNF - Voies Navigables de France. Guide des Ports Intérieurs.** Béthune: VNF, 2012.



## APÊNDICE 1 - PLANILHAS

## PESOS E CENTROS

### 1. Peso do Casco

#### 1.1 Chapeamento do Casco

Elemento	Quantidade	Esp. (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Dens. (t/m <sup>3</sup> )	Peso (t)	VCG (m)	LCG (m)
Convés Principal	1	0,00400	49,08700	2,68	0,52621	1,15400	7,62500
Fundo	1	0,00400	37,99300	2,68	0,40728	0,24700	7,47300
Espelho de popa	1	0,00400	2,09200	2,68	0,02243	0,79600	-0,10000
Costado	1	0,00400	28,20900	2,68	0,30240	0,78000	8,03500
Antepara transversal 1	1	0,00400	2,25000	2,68	0,02412	0,77600	0,90200
Antepara transversal 2	1	0,00400	2,50000	2,68	0,02680	0,72400	3,40200
Antepara transversal 3	1	0,00400	2,50000	2,68	0,02680	0,68900	7,40200
Antepara transversal 4	1	0,00400	2,50000	2,68	0,02680	0,69000	11,40300
					<b>1,36 t</b>	<b>0,76 m</b>	<b>7,41 m</b>

#### 1.2 Perfis

	Elemento	Quantidade	Comp. médio (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Dens. (t/m <sup>3</sup> )	Peso (t)	VCG (m)	LCG (m)
FUNDO	Longarina	8	15,460	0,0004	2,680	0,133	0,2395	9,000
	Quilha	1	17,670	0,0037	2,680	0,175	0,0750	9,000
	Cavernas	29	2,933	0,0003	2,680	0,068	0,2873	8,000
	Pé de carneiro	12	0,722	0,0010	2,680	0,022	0,5448	7,483
CONVÉS	Vaus	29	2,946	0,0003	2,680	0,069	0,9546	8,437
	Sicordas	9	15,482	0,0004	2,680	0,149	0,9140	8,500
TIJUPÁ	Vaus	28	3,128	0,0004	2,680	0,094	2,8700	7,223
	Sicordas	9	13,746	0,0004	2,680	0,133	2,8360	7,223
<b>Peso das Chapas</b>						<b>0,84 t</b>	<b>1,0965</b>	<b>8,27 m</b>

### 2. Peso da

#### Superestrutura

Elemento	Quantidade	Esp. (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Dens. (t/m <sup>3</sup> )	Peso (t)	VCG (m)	LCG (m)
Lateral Esquerda Superestrutura	1	0,00400	23,878	2,680	0,256	2,0370	7,175
Lateral Direita Superestrutura	1	0,00400	23,878	2,680	0,256	2,0370	7,175
Tijupá	1	0,00400	43,6816	2,680	0,468	2,850	7,000
<b>Peso da Superestrutura</b>					<b>0,98 t</b>	<b>2,43 m</b>	<b>7,09 m</b>

**3. Cadeiras**

Elemento	Quantidade	Peso	Peso (t)	VCG (m)	LCG (m)
Convés Principal	59	0,01500	0,885	1,4530	7,272

**4. Máquinas**

Elemento	Quantidade	Peso	Peso (t)	VCG (m)	LCG (m)
Fundo	1	1,483	1,483	0,663	2,39

Tabela de Pesos			
RESUMO	Peso (t)	VCG (m)	LCG (m)
Peso do Casco	2,206 t	0,889	7,738
Peso da Superestrutura	0,980 t	2,425	7,091
Cadeiras	0,885 t	1,453	7,272
Máquinas	1,483 t	0,663	2,390
Lastro	0,874 t	0,200	9,060
Viveres	0,850 t	0,620	3,804
Passageiros + Bagagens	5,900 t	1,753	7,272
<b>PESO LEVE</b>	<b>6,43 t</b>	<b>1,06</b>	<b>6,52</b>
<b>PESO CARREGADO</b>	<b>13,18 t</b>	<b>1,34</b>	<b>6,68</b>

### CÁLCULO DA RESISTÊNCIA AO AVANÇO – SOFTWARE MAXSURF

	Speed (kn)	Froude No. LWL	Froude No. Vol.	Savitsky Planing Resist. (kN)	Savitsky Planing Power (hp)
10	21.125	0.874	2.294	13.6	198.882
11	21.250	0.879	2.307	13.8	201.937
12	21.375	0.884	2.321	13.9	205.019
13	21.500	0.890	2.334	14.0	208.128
14	21.625	0.895	2.348	14.2	211.263
15	21.750	0.900	2.361	14.3	214.426
16	21.875	0.905	2.375	14.4	217.616
17	22.000	0.910	2.389	14.6	220.833
18	22.125	0.915	2.402	14.7	224.076
19	22.250	0.921	2.416	14.8	227.347
20	22.375	0.926	2.429	14.9	230.644
21	22.500	0.931	2.443	15.1	233.969
22	22.625	0.936	2.456	15.2	237.320
23	22.750	0.941	2.470	15.3	240.698
24	22.875	0.946	2.484	15.5	244.103
25	23.000	0.952	2.497	15.6	247.535
26	23.125	0.957	2.511	15.7	250.994
27	23.250	0.962	2.524	15.9	254.479
28	23.375	0.967	2.538	16.0	257.991
29	23.500	0.972	2.551	16.1	261.530
30	23.625	0.977	2.565	16.3	265.095
31	23.750	0.983	2.579	16.4	268.687
32	23.875	0.988	2.592	16.5	272.306
33	24.000	0.993	2.606	16.7	275.951
34	24.125	0.998	2.619	16.8	279.623
35	24.250	1.003	2.633	16.9	283.321
36	24.375	1.008	2.646	17.1	287.045
37	24.500	1.014	2.660	17.2	290.796
38	24.625	1.019	2.674	17.3	294.573
39	24.750	1.024	2.687	17.5	298.377
40	24.875	1.029	2.701	17.6	302.206
41	25.000	1.034	2.714	17.7	306.062

**APÊNDICE 2 – MEMORIAL DESCRITIVO E PLANOS**

**1 IDENTIFICAÇÃO DA EMBARCAÇÃO****1.1 Armador**

Nome:	UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS		
Nacionalidade:	BRASILEIRA		
Endereço:	AV DJALMA BATISTA	N°:	3578
Complemento:	-	Bairro:	CHAPADA
Cidade:	MANAUS	UF:	AM
CEP:	69050-010	CNPJ	04.280.196/0001-76

**1.2 Construtor**

Nome:			
Nacionalidade:			
Endereço:		N°:	
Complemento:		Bairro:	
Cidade:		UF:	
CEP:		CNPJ	

**1.3 Engenheiro Naval responsável pelo projeto:**

Nome:	Ramel Cerveira Weber
Nacionalidade:	Brasileira
N° CREA:	

**1.4 Dados do Contrato de Construção**

Nome da Embarcação:	TCC
Ano de Construção	2022
Área de Navegação:	Área 1
Classificação pela Sociedade Classificadora:	-
Tipo de Embarcação:	Passageiro
Porto de Inscrição:	MANAUS - AM
Porte Bruto:	6.750 t
Arqueação Bruta:	30
Arqueação Líquida:	14

**2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO CASCO**

Comprimento Total:	17.400 m
Comprimento do Casco:	17.000 m
Comprimento entre Perpendiculares:	16.568 m
Boca Moldada:	3.200 m
Pontal Moldado:	1.150 m
Calado Moldado de Projeto:	0.597 m
Deslocamento Leve:	6.430 t
Deslocamento Carregado:	13.180 t
Contorno (apenas para embarcações com L < 24m):	4.300 m



**6 TRIPULAÇÃO E PASSAGEIROS**

Tripulação: 1  
 Passageiros: 58  
 Prof. não tripulantes: 0

Lotação	Modo	Cv. Principal
Tripulação	Sentados	1
Passageiro	Sentados	58
<b>Subtotais:</b>		<b>59</b>

Lotação (Passageiros+Tripulantes): 59

**7 REGULAMENTOS NACIONAIS E INTERNACIONAIS A QUE A EMBARCAÇÃO DEVE ATENDER**

NORMAM 02:2005 ; RIPEAM:72 ; LESTA - RLESTA ; STCW:78/95 ;

**8 CARACTERÍSTICAS DA PROPULSÃO****8.1 Tipo de Propulsão**

Motor Diesel      ( ) Turbina      ( ) Motor Elétrico

Quantidade: 1  
 Potência Máxima Contínua: 500 HP  
 Rotação Correspondente: 2400 RPM

**8.2 Caixa Redutora (NÃO POSSUI)****8.3 Propulsor**

Quantidade: 1  
 N° de pás dos Hélices: 4  
 Tipo: Convencional

**8.4 Características de Serviço da Embarcação**

Velocidade de Serviço: 25 nós  
 Raio de Ação: 200 milhas náuticas

**9 GERAÇÃO DE ENERGIA****9.1 Acionamento do Equipamento Principal**

Motor Diesel      ( ) Turbina  
 Quantidade: 1  
 Potência Máxima Contínua: 18 HP  
 Rotação Correspondente: 1800 RPM

**9.2 Geradores**

Quantidade: 1      Potência: 30 KVA  
 Tipo: Bifasico      Corrente: 220 VCA - 60Hz



**9.3 Acionamento do Equipamento de Emergência** (NÃO POSSUI)

**9.4 Gerador de Emergência** (NÃO POSSUI)

**9.5 Baterias**

Quantidade: 2  
Tipo: Chumbo-Ácido  
Capacidade: 150 Ah / 12 VCC

**10 EQUIPAMENTOS DE CARGA**

**10.1 Paus de Carga/Mastros** (NÃO POSSUI)

**10.2 Guindastes** (NÃO POSSUI)

**10.3 Bombas** (NÃO POSSUI)

**10.4 Escotilhas de Carga** (NÃO POSSUI)

**11 EQUIPAMENTOS DE GOVERNO**

**11.1 Máquina do Leme**

Quantidade: 1  
Torque: 150 N.m  
Tipo de Acionamento: Hidráulico Manual

**11.2 Leme**

Quantidade: 1  
Tipo: Semi-Balanceados  
Área Aproximada (m<sup>2</sup>): 0.2

**12 EQUIPAMENTOS DE AMARRAÇÃO E FUNDEIO**

Tipo	Quantidade	Capacidade/un	Acionamento
------	------------	---------------	-------------

Âncoras	Quantidade	Peso/un
AV	1	25 Kg
AR	0	

**13 EQUIPAMENTOS DE SALVATAGEM**

**13.2 Balsas Salva-Vidas**

Quantidade	4
Tipo	Aparelho flutuante
Classe	III
Capacidade	15 Pessoas

**13.3 Boias Salva-Vidas**

Tipo	Classe	Quantidade
Simplex		
Com Retinida	III	2
Com dispositivos de iluminação de auto-ativação		
Com dispositivos de iluminação de auto-ativação e sinal fumígeno de auto-ativação		

**13.4 Coletes**

Tamanho	Classe	Quantidade
Pequeno	III	6
Médio		
Grande	III	59

**14 EQUIPAMENTOS DE INCÊNDIO**

**14.2 Extintores**

Tipo	Fundo	Cv.Pri	Comand	Total
CO2 6 kg	-	1	-	1
Pó Químico 4 kg	2	1	-	3

**14.3 Bombas**

Tipo	Quantidade	Acionamento	Capacidade (m³/h)
De incêndio			
De emergência			
De serviços Gerais	2	Elétrico	15

**15 EQUIPAMENTOS DE ESGOTO, LASTRO E ANTIPOLUIÇÃO**

**15.1 Equipamentos de Esgoto** (NÃO POSSUI)

**15.2 Equipamentos de Lastro** (NÃO POSSUI)

**15.3 Separadores de Água e Óleo** (NÃO POSSUI)

**15.4 Unidade de Tratamento de Esgoto Sanitário** (NÃO POSSUI)

**16 EQUIPAMENTOS NÁUTICOS**

- |                                                                                 |                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Agulha Giroscópica                          | <input checked="" type="checkbox"/> Limpador de Parabrisa                        |
| <input type="checkbox"/> Agulha Magnética                                       | <input checked="" type="checkbox"/> Alarme de Alta Temperatura                   |
| <input type="checkbox"/> Radar                                                  | <input checked="" type="checkbox"/> Alarme de Baixa Pressão de Óleo Lubrificante |
| <input type="checkbox"/> Ecobatímetro                                           | <input type="checkbox"/> Indicador do Ângulo de Leme                             |
| <input checked="" type="checkbox"/> Lanterna Portátil com pilhas sobressalentes | <input type="checkbox"/> Indicador de Rotação                                    |
| <input checked="" type="checkbox"/> Binóculo                                    | <input checked="" type="checkbox"/> Quadro Elétrico de Luzes                     |
| <input checked="" type="checkbox"/> Buzina                                      | <input checked="" type="checkbox"/> Sistema de Comunicação                       |
| <input checked="" type="checkbox"/> Apito                                       | <input checked="" type="checkbox"/> Sistema de Comunicação c/ Passageiros        |
| <input checked="" type="checkbox"/> Prumo de Mão                                |                                                                                  |

**17 EQUIPAMENTO DE RÁDIO****17.1 Equipamento Principal**

Tipo de Transmissão	VHF
Potência de Saída	25 W

**17.2 Equipamento de Emergência** (NÃO POSSUI)

**18 OBSERVAÇÕES ADICIONAIS**

- Os extintores podem ser de capacidades diferentes obedecendo a tabela 4.4 do capítulo 4
- Serão aceitas quantidades de aparelhos flutuantes e capacidades máximas de pessoas diferentes das que constam neste documento, desde que contemplem todos à bordo e sejam devidamente homologados pela DPC.
- A embarcação possui um lastro de 874Kg.

**19 LOCAL, DATA E ASSINATURA**

Local e Data: Manaus, 18 de maio de 2022

---

Engenheiro Naval Responsável

Ramel Cerveira Weber



**1 - CARACTERÍSTICAS GERAIS**

**NOME:** TCC  
**ARMADOR:** UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS  
**INDICATIVO DE CHAMADA:** -  
**CONSTRUTOR:** UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS  
**MATERIAL DO CASCO:** Alumínio  
**TIPO:** Passageiro  
**NÚMERO DE INSCRIÇÃO:** A SER  
**PORTO DE INSCRIÇÃO:** MANAUS - AM  
**LOCAL DE CONSTRUÇÃO:** MANAUS-AM  
**CLASSIFICAÇÃO:** -  
**DATA DE LANÇAMENTO, BATIMENTO DA QUILHA OU CONSTRUÇÃO:** 2022

**2 - CARACTERÍSTICAS DO CASCO**

Ct =	17.400 m	P =	1.150 m
L =	16.568 m	B =	3.200 m
Lpp =	16.568 m	Co =	4.300 m
		Ca =	16.992 m

**CALADO LEVE**

AV =	0.262 m
AR =	0.538 m
MÉDIO =	0.418 m

**CALADO CARREGADO**

AV =	0.445 m
AR =	0.717 m
MÉDIO =	0.597 m

**3 - TRIPULANTES E PASSAGEIROS**

Número de tripulantes:	1
Número de passageiros em camarotes que tenham menos de oito beliches (N1):	0
Número dos demais passageiros (N2):	58

**4 - CARACTERÍSTICAS CALCULADAS****Deslocamentos**

Carregado	13.180 t
Leve	6.430 t
Porte Bruto	6.750 t

Espaços fechados abaixo do convés	43.011 m <sup>3</sup>
Espaços fechados acima do convés	83.786 m <sup>3</sup>
Espaços excluídos	0.000 m <sup>3</sup>
V (volume total dos espaços fechados)	126.797 m <sup>3</sup>
Vc (volume dos espaços de carga)	0.000 m <sup>3</sup>

AB =	30
AL =	14

**5 - ARQUEAÇÃO BRUTA**

a) Identifique os Espaços Fechados:	ver Memorial de Cálculos
b) Identifique os Espaços Excluídos:	-
c) Espaços Fechados abaixo do Convés:	43.011 m <sup>3</sup>
d) Espaços Fechados acima do Convés:	83.786 m <sup>3</sup>
e) Espaços Excluídos:	0.000 m <sup>3</sup>
f) Espaços Fechados (V):	126.797 m <sup>3</sup>
g) $K1 = 0.2 + 0.02 \cdot \log V$	0.242 m <sup>3</sup>
h) Aplique a fórmula: $AB = K1 \times V$	30

**6 - ARQUEAÇÃO LÍQUIDA**

a) Identifique os Espaços de Carga: Espaço para bagagem

b) Espaços de Carga (Vc): 0.000 m<sup>3</sup>

c) Com Vc, calcule ou obtenha da tabela o valor de K2: K2 = 0.0000

d) N1 + N2 = 58

Menor que 13, logo N1 e N2 nulos

(x) Maior ou igual a 13, usar N1 e N2

Valor Utilizado:

N1=	0
N2=	58

e) Calcule as expressões das Notas:

I)  $(4H / 3P)^2 = 0.4791$

(x) Valor calculado menor ou igual a 1, usar o valor calculado

Valor calculado maior do que 1, usar a unidade

Valor Utilizado:

0.4791
--------

II)  $K2 \times Vc \times (4H / 3P)^2 = 0.0000$

onde  $(4H / 3P)^2$  corresponde ao valor obtido em e) I)

(x) Valor calculado menor ou igual a 0,25 AB, usar 0,25 AB

Valor calculado maior do que 0,25 AB, usar o valor calculado

Valor Utilizado:

7.50
------

III) 0,30 AB = 9.0

f) Cálculo da Arqueação Líquida

$$AL = [K2 \times Vc \times (4H / 3P)^2] + [1,25 \times (AB + 10.000) / 10.000 \times (N1 + (N2 / 10))] ]$$

onde  $K2 \times Vc \times (4H / 3P)^2$  corresponde ao valor obtido em e) II)

AL = 14

g) Comparar o valor obtido em d) III) (30% da arqueação bruta)

(x) AL calculada maior ou igual a 30% AB, usar o valor calculado. AL = 14

AL calculada menor que 30% AB, usar AL = 30 % AB.

AL Calculada maior que AB, assumir que AL = AB

Local e data: Manaus, 18 de maio de 2022

---

NOME E ASSINATURA DO RESPONSÁVEL PELOS CÁLCULOS

Ramel Cerveira Weber

<b>Comprimento Total:</b>	<b>17.400 m</b>
<b>Boca Moldada:</b>	<b>3.200 m</b>
<b>Pontal Moldado:</b>	<b>1.150 m</b>

Posição (m)	Calado (m)													
	0.001	0.088	0.177	0.265	0.354	0.442	0.530	0.619	0.707	0.796	0.884	0.972	1.061	1.150
-0.100	-	-	-	-	-	1.259	1.302	1.344	1.387	1.430	1.472	1.515	1.557	1.595
0.580	-	-	-	-	-	1.259	1.302	1.344	1.387	1.430	1.472	1.515	1.557	1.596
1.260	-	-	-	-	1.129	1.259	1.302	1.344	1.387	1.430	1.472	1.515	1.557	1.599
1.940	-	-	-	0.449	1.171	1.263	1.305	1.347	1.389	1.431	1.473	1.515	1.558	1.594
2.620	-	-	-	0.565	1.184	1.268	1.310	1.351	1.392	1.434	1.475	1.517	1.558	1.596
3.300	-	-	0.124	0.637	1.192	1.272	1.313	1.354	1.395	1.436	1.477	1.518	1.559	1.598
3.980	-	-	0.233	0.690	1.196	1.272	1.313	1.354	1.395	1.436	1.477	1.518	1.559	1.599
4.660	-	-	0.317	0.735	1.197	1.270	1.312	1.353	1.394	1.435	1.476	1.517	1.558	1.600
5.340	-	0.003	0.386	0.779	1.197	1.266	1.308	1.350	1.391	1.433	1.475	1.516	1.558	1.594
6.020	-	0.081	0.449	0.820	1.199	1.266	1.307	1.349	1.391	1.433	1.474	1.516	1.558	1.599
6.700	-	0.160	0.510	0.859	1.208	1.272	1.313	1.354	1.395	1.436	1.477	1.518	1.559	1.597
7.380	-	0.234	0.566	0.895	1.218	1.278	1.318	1.358	1.399	1.439	1.479	1.519	1.559	1.600
8.060	-	0.276	0.595	0.911	1.223	1.282	1.322	1.361	1.401	1.441	1.480	1.520	1.560	1.595
8.740	-	0.292	0.604	0.914	1.224	1.283	1.323	1.362	1.402	1.441	1.481	1.521	1.560	1.596
9.420	-	0.296	0.602	0.910	1.222	1.283	1.323	1.362	1.401	1.441	1.480	1.520	1.559	1.599
10.100	0.001	0.295	0.594	0.900	1.213	1.280	1.320	1.359	1.399	1.438	1.478	1.517	1.557	1.597
10.780	0.003	0.288	0.580	0.882	1.195	1.274	1.313	1.353	1.393	1.433	1.472	1.512	1.552	1.592
11.460	0.003	0.277	0.559	0.852	1.159	1.260	1.300	1.340	1.380	1.420	1.460	1.501	1.541	1.581
12.140	0.002	0.261	0.527	0.805	1.097	1.233	1.274	1.315	1.356	1.397	1.438	1.479	1.520	1.562
12.820	-	0.230	0.475	0.728	0.991	1.179	1.222	1.264	1.306	1.349	1.391	1.433	1.476	1.519
13.500	-	0.153	0.373	0.597	0.826	1.060	1.119	1.163	1.207	1.251	1.295	1.339	1.383	1.428
14.180	-	-	0.146	0.352	0.561	0.772	0.928	0.975	1.022	1.069	1.116	1.163	1.211	1.258
14.860	-	-	-	-	0.189	0.397	0.588	0.695	0.754	0.811	0.868	0.923	0.979	1.033
15.540	-	-	-	-	-	-	0.102	0.284	0.376	0.461	0.541	0.616	0.690	0.761
16.220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.127	0.243	0.344	0.437
16.899	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Lpp (m)</b>	<b>12.359</b>	<b>14.039</b>	<b>14.468</b>	<b>14.819</b>	<b>15.117</b>	<b>15.388</b>	<b>15.618</b>	<b>15.825</b>	<b>16.024</b>	<b>16.204</b>	<b>16.382</b>	<b>16.557</b>	<b>16.724</b>	<b>0.435</b>

Características Principais	
Comprimento Total	17.400 m
Boca Moldada	3.200 m
Pontal Moldado	1.150 m
Densidade da Água	1.000 t/m <sup>3</sup>

NOMENCLATURA	
Draft	Calado(m)
Volume	Volume(m <sup>3</sup> )
Disp Fw	Deslocamento em Água Doce (t)
VCB	Centro de Flutuação Vertical (m)
LCB	Centro de Flutuação Longitudinal (m) medido da perpendicular de Ré em X=0.00
LCF	Centro da área de flutuação longitudinal (m) medido da perpendicular de Ré em x=0.00
KMt	Altura do Metacentro Transversal (m)
MCT	Momento para mudar o trim em uma unidade (t.m/cm)
Nota	Calado e todas as medidas verticais tomadas na linha de base (Z=0.00)

#### Trim: 0.000 (m)

Draft	Volume	Displ FW	VCB	LCB	LCF	KMt	MCT
(m)	(m <sup>3</sup> )	(t)	(m)	(m)	(m)	(m)	(t.m/cm)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.050	0.041	0.041	0.035	10.423	10.280	0.367	0.003
0.100	0.198	0.198	0.070	10.107	9.828	0.743	0.013
0.150	0.512	0.512	0.105	9.762	9.319	1.132	0.032
0.200	1.024	1.024	0.141	9.400	8.794	1.550	0.065
0.250	1.779	1.779	0.177	9.022	8.274	2.028	0.115
0.300	2.812	2.812	0.214	8.670	7.894	2.620	0.174
0.350	4.152	4.152	0.250	8.362	7.529	3.412	0.249
0.400	5.802	5.802	0.286	8.064	7.246	3.296	0.330
0.450	7.574	7.574	0.318	7.869	7.223	2.807	0.369
0.500	9.427	9.427	0.349	7.740	7.215	2.477	0.400
0.550	11.339	11.339	0.379	7.656	7.267	2.252	0.416
0.600	13.297	13.297	0.408	7.602	7.304	2.094	0.431
0.650	15.297	15.297	0.436	7.564	7.331	1.983	0.444
0.700	17.337	17.337	0.464	7.538	7.356	1.902	0.456
0.750	19.419	19.419	0.492	7.520	7.382	1.844	0.469
0.800	21.543	21.543	0.520	7.507	7.408	1.802	0.482
0.850	23.709	23.709	0.548	7.500	7.435	1.773	0.496
0.900	25.917	25.917	0.576	7.495	7.463	1.753	0.510
0.950	28.168	28.168	0.604	7.494	7.491	1.741	0.524
1.000	30.462	30.462	0.632	7.494	7.519	1.735	0.539
1.050	32.800	32.800	0.660	7.497	7.548	1.734	0.554
1.100	35.181	35.181	0.688	7.501	7.577	1.738	0.569
1.150	37.607	37.607	0.716	7.507	7.607	1.745	0.585



Características Principais	
Comprimento Total	17.400 m
Boca Moldada	3.200 m
Pontal Moldado	1.150 m
Densidade da Água	1.000 t/m <sup>3</sup>

NOMENCLATURA	
Draft	Calado(m)
Volume	Volume(m <sup>3</sup> )
Disp Fw	Deslocamento em Água Doce (t)
VCB	Centro de Flutuação Vertical (m)
LCB	Centro de Flutuação Longitudinal (m) medido da perpendicular de Ré em X=0.00
LCF	Centro da área de flutuação longitudinal (m) medido da perpendicular de Ré em x=0.00
KMt	Altura do Metacentro Transversal (m)
MCT	Momento para mudar o trim em uma unidade (t.m/cm)
Nota	Calado e todas as medidas verticais tomadas na linha de base (Z=0.00)

## Trim: 0.272 (m)

Draft	Volume	Displ FW	VCB	LCB	LCF	KMt	MCT
(m)	(m <sup>3</sup> )	(t)	(m)	(m)	(m)	(m)	(t.m/cm)
0.000	0.000	0.000	0.026	7.465	7.477	0.052	0.000
0.050	0.048	0.048	0.094	6.217	5.916	0.584	0.006
0.100	0.283	0.283	0.140	5.817	5.719	1.384	0.030
0.150	0.772	0.772	0.176	5.771	5.688	2.640	0.074
0.200	1.614	1.614	0.218	5.566	5.350	4.158	0.145
0.250	2.756	2.756	0.253	5.526	5.605	3.733	0.194
0.300	4.118	4.118	0.283	5.600	5.906	3.297	0.238
0.350	5.639	5.639	0.311	5.726	6.224	2.958	0.274
0.400	7.281	7.281	0.338	5.868	6.478	2.691	0.307
0.450	9.020	9.020	0.364	6.005	6.667	2.468	0.337
0.500	10.835	10.835	0.390	6.127	6.801	2.285	0.363
0.550	12.712	12.712	0.416	6.234	6.901	2.142	0.385
0.600	14.646	14.646	0.443	6.327	6.980	2.032	0.405
0.650	16.631	16.631	0.469	6.409	7.043	1.949	0.423
0.700	18.664	18.664	0.495	6.481	7.094	1.886	0.440
0.750	20.742	20.742	0.522	6.544	7.134	1.838	0.455
0.800	22.863	22.863	0.548	6.600	7.165	1.804	0.468
0.850	25.025	25.025	0.575	6.650	7.190	1.780	0.481
0.900	27.229	27.229	0.602	6.695	7.217	1.764	0.494
0.950	29.453	29.453	0.629	6.740	7.243	1.757	0.506
1.000	31.467	31.467	0.652	6.828	7.262	1.755	0.517
1.050	33.201	33.201	0.670	6.951	7.271	1.763	0.526
1.100	34.650	34.650	0.685	7.088	7.270	1.777	0.533
1.150	35.811	35.811	0.697	7.223	7.260	1.795	0.538

<b>Comprimento Total:</b>	<b>17.400 m</b>
<b>Boca Moldada:</b>	<b>3.200 m</b>
<b>Pontal Moldado:</b>	<b>1.150 m</b>

Displ.	0.0º	2.0º	5.0º	10.0º	15.0º	20.0º	25.0º	30.0º	35.0º	40.0º	50.0º	60.0º
1.511	0.000	0.066	0.173	0.405	0.614	0.786	0.928	1.041	1.114	1.164	1.233	1.244
3.015	0.000	0.096	0.244	0.449	0.616	0.758	0.881	0.990	1.086	1.162	1.236	1.222
4.519	0.000	0.118	0.262	0.454	0.608	0.741	0.860	0.969	1.070	1.152	1.218	1.193
6.023	0.000	0.112	0.258	0.447	0.599	0.730	0.848	0.958	1.060	1.134	1.190	1.162
7.527	0.000	0.098	0.243	0.435	0.589	0.721	0.840	0.952	1.046	1.108	1.157	1.130
9.031	0.000	0.089	0.221	0.420	0.577	0.712	0.834	0.945	1.026	1.078	1.121	1.098
10.535	0.000	0.082	0.204	0.403	0.565	0.704	0.830	0.932	1.002	1.047	1.085	1.065
12.039	0.000	0.076	0.191	0.384	0.553	0.696	0.823	0.914	0.975	1.015	1.049	1.033
13.543	0.000	0.073	0.182	0.366	0.540	0.689	0.810	0.892	0.947	0.984	1.015	1.001
15.047	0.000	0.070	0.174	0.351	0.527	0.680	0.792	0.867	0.918	0.953	0.983	0.971
16.551	0.000	0.067	0.169	0.340	0.514	0.667	0.770	0.840	0.888	0.921	0.952	0.943
18.055	0.000	0.066	0.164	0.331	0.502	0.649	0.745	0.811	0.857	0.890	0.922	0.916
19.559	0.000	0.064	0.161	0.324	0.492	0.628	0.717	0.780	0.826	0.858	0.892	0.891
21.063	0.000	0.063	0.158	0.319	0.480	0.603	0.688	0.748	0.793	0.826	0.863	0.867
22.567	0.000	0.062	0.156	0.314	0.466	0.576	0.657	0.716	0.760	0.794	0.834	0.843
24.071	0.000	0.062	0.155	0.311	0.449	0.548	0.624	0.682	0.727	0.762	0.806	0.820
25.575	0.000	0.061	0.153	0.308	0.430	0.519	0.591	0.648	0.693	0.729	0.777	0.797
27.079	0.000	0.061	0.153	0.302	0.410	0.491	0.557	0.612	0.658	0.696	0.748	0.774
28.583	0.000	0.061	0.152	0.292	0.387	0.461	0.523	0.577	0.623	0.662	0.720	0.751
30.087	0.000	0.061	0.152	0.277	0.362	0.430	0.490	0.542	0.588	0.628	0.691	0.729
31.591	0.000	0.061	0.151	0.258	0.334	0.399	0.456	0.508	0.554	0.595	0.661	0.706
33.095	0.000	0.061	0.145	0.235	0.304	0.366	0.422	0.473	0.520	0.562	0.633	0.683
34.599	0.000	0.061	0.130	0.207	0.272	0.331	0.387	0.439	0.486	0.530	0.605	0.662
36.103	0.000	0.056	0.106	0.173	0.234	0.293	0.349	0.402	0.452	0.498	0.579	0.642
37.607	0.000	0.028	0.066	0.130	0.190	0.250	0.306	0.362	0.414	0.465	0.552	0.623

Ponto de Imersão do Convés		
Heeling angle	Displacement	Critical point
60.000	2.856	IMERSÃO
50.000	4.432	IMERSÃO
40.000	6.257	IMERSÃO
35.000	7.570	IMERSÃO
30.000	9.308	IMERSÃO
25.000	11.532	IMERSÃO
20.000	14.557	IMERSÃO
15.000	19.260	IMERSÃO
10.000	24.988	IMERSÃO
5.000	31.051	IMERSÃO
2.000	34.903	IMERSÃO
0.000	37.607	IMERSÃO

Ponto de Alagamento		
Heeling angle	Displacement	Critical point
60.000	22.120	ALAGAMENTO
50.000	23.549	ALAGAMENTO
40.000	25.392	ALAGAMENTO
35.000	26.590	ALAGAMENTO
30.000	28.035	ALAGAMENTO
25.000	29.524	ALAGAMENTO
20.000	31.017	ALAGAMENTO
15.000	32.537	ALAGAMENTO
10.000	34.111	ALAGAMENTO
5.000	35.769	ALAGAMENTO
2.000	36.638	ALAGAMENTO
0.000	37.607	ALAGAMENTO

## TABELA DE ÁREA VÉLICA

<b>Draft</b> <b>(m)</b>	<b>Lateral Area</b> <b>(m<sup>2</sup>)</b>	<b>LCE</b> <b>(m)</b>	<b>VCE</b> <b>(m)</b>	<b>Wind Area</b> <b>(m<sup>2</sup>)</b>	<b>LCE</b> <b>(m)</b>	<b>VCE</b> <b>(m)</b>	<b>Windlever</b> <b>(m)</b>
0	0.068	11.798	-0.015	43.317	7.689	1.494	1.509
0.05	0.339	10.595	0.021	43.031	7.671	1.503	1.482
0.1	0.81	9.654	0.053	42.575	7.658	1.519	1.466
0.15	1.332	9.304	0.081	42.053	7.644	1.536	1.455
0.2	1.889	9.117	0.109	41.351	7.623	1.559	1.45
0.25	2.459	9.019	0.136	40.907	7.617	1.573	1.438
0.3	3.11	8.864	0.165	40.16	7.591	1.597	1.433
0.35	3.781	8.734	0.193	39.556	7.593	1.617	1.423
0.4	4.533	8.543	0.224	38.485	7.587	1.651	1.427
0.45	5.305	8.405	0.253	37.722	7.604	1.675	1.422
0.5	6.088	8.313	0.281	37.297	7.594	1.689	1.407
0.55	6.879	8.249	0.309	36.506	7.591	1.714	1.405
0.6	7.674	8.204	0.337	35.514	7.607	1.746	1.409
0.65	8.473	8.171	0.364	34.912	7.58	1.765	1.401
0.7	9.277	8.148	0.391	34.108	7.572	1.79	1.399
0.75	10.085	8.133	0.418	33.3	7.563	1.816	1.399
0.8	10.896	8.124	0.444	32.489	7.551	1.842	1.398
0.85	11.236	8.295	0.456	31.672	7.538	1.869	1.412
0.9	12.531	8.12	0.497	30.853	7.523	1.895	1.398
0.95	13.355	8.123	0.524	30.03	7.505	1.922	1.398
1	14.182	8.129	0.55	29.203	7.485	1.948	1.398
1.05	15.013	8.137	0.576	28.372	7.461	1.975	1.399
1.1	15.848	8.148	0.603	27.537	7.435	2.003	1.4
1.15	16.687	8.16	0.629	26.698	7.405	2.03	1.401
1.17	17.021	8.165	0.639	26.363	7.392	2.041	1.402

## Cálculo dos Momentos de Superfície Livre (NORMAM 02 - CAP06 - ÍTEM 0634)

Descrição	v	b	$\gamma$	$\delta$	l	h
TANQ OLEO DIESEL	1.000	2.500	0.850	1.000	0.800	0.500

$$M_{SL} = v \times b \times \gamma \times k \times \sqrt{\delta}$$

onde:

- v = volume total do tanque, em m<sup>3</sup>;
- b = largura máxima do tanque, em m;
- $\gamma$  = peso específico do líquido no tanque, em t/m<sup>3</sup>;
- $\delta$  =  $v/(b \times l \times h)$  (coeficiente de bloco do tanque);
- l = comprimento máximo do tanque, em m;
- h = altura máxima do tanque, em m ;
- k = coeficiente adimensional

Descrição	0.0°	2.0°	5.0°	10.0°	15.0°	20.0°	25.0°	30.0°	35.0°	40.0°	50.0°	60.0°
TANQ OLEO DIESEL	0.000	0.031	0.077	0.156	0.216	0.236	0.242	0.241	0.236	0.228	0.205	0.175
<b>MSL TOTAL</b>	0.000	0.031	0.077	0.156	0.216	0.236	0.242	0.241	0.236	0.228	0.205	0.175

Condição de Estabilidade Nº 01 - Passageiros 100%, Generos e Consumíveis 100%

Tanques e Carga	Carga %	Peso(t)	LCG (m)	Δ.LCG (t.m)	VCG (m)	Δ.VCG (t.m)	
TANQ OLEO DIESEL	100	0.850	3.804	3.233	0.620	0.527	
Passageiros e Tripulantes	Qnt						Braço Em.
Tripulantes	1	0.075	13.424	1.007	1.753	0.131	0.000
Passageiros	58	4.350	7.272	31.633	1.753	7.626	0.458
Bagagens		1.475	7.272	10.726	1.753	2.586	
Víveres ( bar )		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
<b>Porte Bruto Total</b>		6.750	6.904	46.600	1.610	10.870	
<b>Peso Leve Total</b>		6.430	6.520	41.924	1.060	6.816	
<b>Deslocamento Total</b>		13.180	6.716	88.523	1.342	17.686	

CALADO CORRESPONDENTE (TC) (m)	0.597
LCF (m)	7.302
LCB (m)	7.605
MTC (t.m/cm)	0.430
KMT (m)	2.103
GM = (KM-KG) (m)	0.762

TRIM (m)	$\frac{LCB-LCG}{MTC.100}$	0.272
CALADO PR (m)	$TC + \frac{t.LCF}{Lpp}$	0.717
CALADO PV (m)	$TC - \frac{t.(Lpp-LCF)}{Lpp}$	0.445

CÁLCULO DOS BRAÇOS DE ENDIREITAMENTO E EMBORCAMENTO

θ	0º	2º	5º	10º	15º	20º	25º	30º	35º	40º	50º	60º
GZ	0.000	0.074	0.184	0.370	0.543	0.691	0.813	0.897	0.954	0.991	1.023	1.009
KG.SEN(θ)	0.000	0.047	0.117	0.233	0.347	0.459	0.567	0.671	0.770	0.863	1.028	1.162
GZ M <sub>SL</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GZ'	0.000	0.027	0.067	0.137	0.196	0.232	0.246	0.226	0.184	0.129	-0.005	-0.153
GM M <sub>SL</sub>	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762
B <sub>P</sub>	0.151	0.151	0.151	0.149	0.146	0.142	0.137	0.131	0.124	0.116	0.097	0.076
B <sub>V</sub>	0.133	0.133	0.132	0.129	0.123	0.116	0.108	0.098	0.088	0.078	0.060	0.046
B <sub>G</sub>	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109
B <sub>R</sub>												

CRITÉRIOS GERAIS DE ESTABILIDADE - ÁREA 1

ITEM	CRITÉRIO		VALOR CALCULADO	CONFORME
Θ Equil.Estático Passageiro	15.000º	< ou =	10.966º	SIM
Θ Equil.Estático Vento	15.000º	< ou =	9.423º	SIM
Θ Equil.Estático Guinada	15.000º	< ou =	7.981º	SIM
Θ Equil.Estático Reboque	15.000º	< ou =	0.000º	SIM
A2/A1 (mínimo)	1.000	> ou =	2.429	SIM
GZ' max	0.100 m	> ou =	0.246 m	SIM
Θ <sub>f</sub>	25.000º	> ou =	40.000º	SIM
GMo	0.350 m	> ou =	0.762 m	SIM

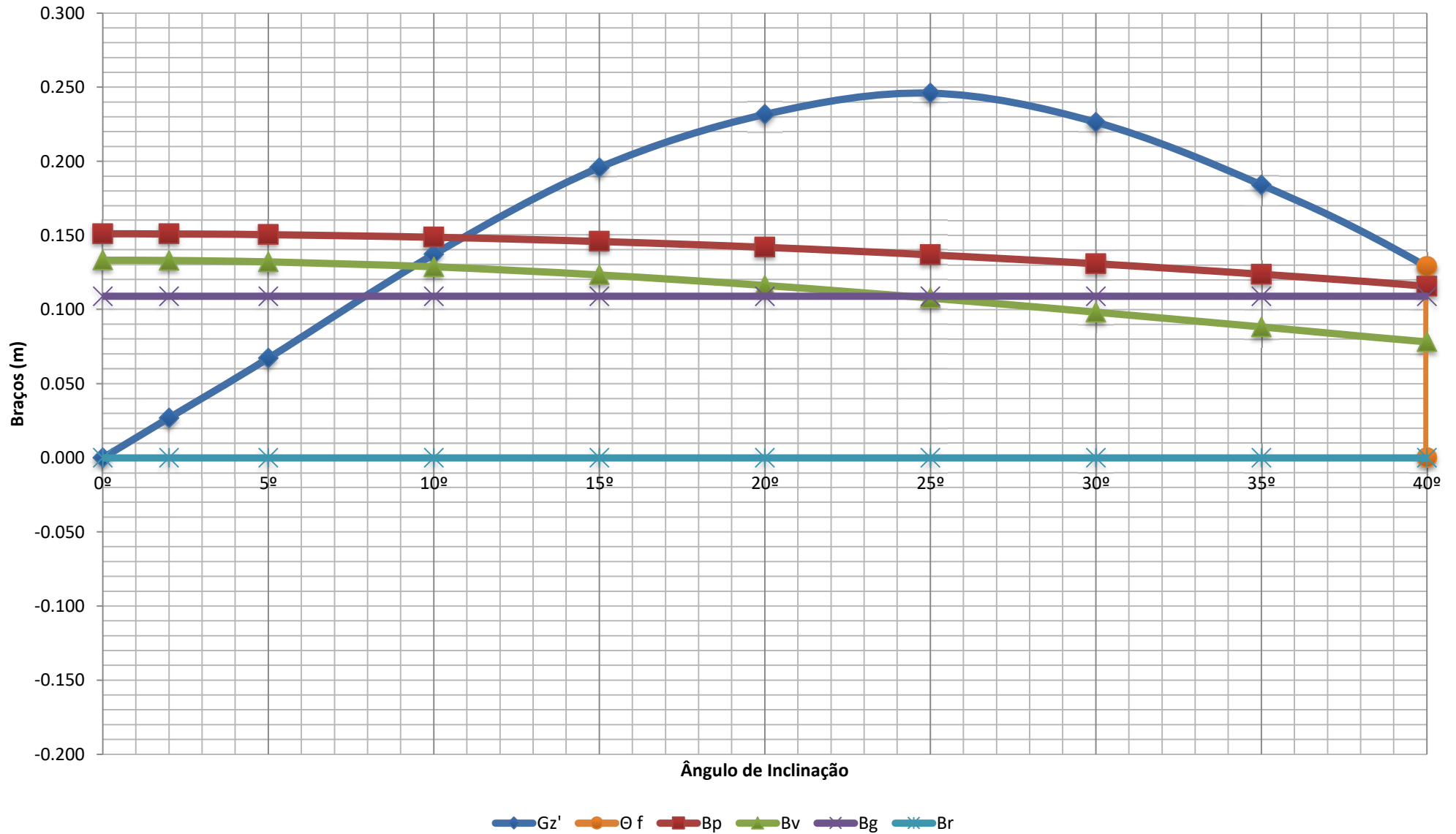
Ângulo de Imersão do Convés	22.276º
Ângulo de Alagamento	40.000º
GZ' no Ângulo de Alagamento	0.129 m

Ponto de Alagamento	x (m)	y (m)	z (m)
Entrada de ventilação no costado	0.013	0.000	1.150
	x=PR	y=LC	z=LB

COEFICIENTES

MOMENTO PASSAGEIRO		MOMENTO VENTO		MOMENTO GUINADA		MOMENTO REBOQUE	
P	0.075	A	35.573	Vo	9.078	F	
N	58	h	1.409	L	15.774	d	
YC	0.458	V	80				

### Braços de Restauração e Emborcamento - Caso 01



Condição de Estabilidade Nº 02 - Passageiros 100%, Generos e Consumíveis 10%

Tanques e Carga	Carga %	Peso(t)	LCG (m)	Δ.LCG (t.m)	VCG (m)	Δ.VCG (t.m)	
TANQ OLEO DIESEL	10	0.085	3.804	0.323	0.620	0.053	
Passageiros e Tripulantes	Qnt						Braço Em.
Tripulantes	1	0.075	13.424	1.007	1.753	0.131	0.000
Passageiros	58	4.350	7.272	31.633	1.753	7.626	0.458
Bagagens		1.475	7.272	10.726	1.753	2.586	
Víveres ( Bar )		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
<b>Porte Bruto Total</b>		5.985	7.300	43.690	1.737	10.395	
<b>Peso Leve Total</b>		6.430	6.520	41.924	1.060	6.816	
<b>Deslocamento Total</b>		12.415	6.896	85.613	1.386	17.211	

CALADO CORRESPONDENTE (TC) (m)	0.577
LCF (m)	7.287
LCB (m)	7.626
MTC (t.m/cm)	0.424
KMT (m)	2.165
GM (KM-KG) (m)	0.779

TRIM (m)	$\frac{LCB-LCG}{\Delta}$ MTC.100	0.214
CALADO PR (m)	$TC + \frac{t.LCF}{Lpp}$	0.671
CALADO PV (m)	$TC - \frac{t.(Lpp-LCF)}{Lpp}$	0.458

CÁLCULO DOS BRAÇOS DE ENDIREITAMENTO E EMBORCAMENTO												
θ	0º	2º	5º	10º	15º	20º	25º	30º	35º	40º	50º	60º
GZ	0.000	0.075	0.189	0.380	0.550	0.694	0.820	0.909	0.968	1.007	1.041	1.025
KG.SEN(θ)	0.000	0.048	0.121	0.241	0.359	0.474	0.586	0.693	0.795	0.891	1.062	1.201
GZ M <sub>SL</sub>	0.000	0.002	0.006	0.013	0.017	0.019	0.019	0.019	0.019	0.018	0.017	0.014
GZ'	0.000	0.024	0.062	0.126	0.174	0.201	0.214	0.196	0.154	0.098	-0.038	-0.190
GM M <sub>SL</sub>	0.779	0.776	0.773	0.766	0.761	0.760	0.759	0.759	0.760	0.760	0.762	0.765
B <sub>P</sub>	0.160	0.160	0.160	0.158	0.155	0.151	0.145	0.139	0.131	0.123	0.103	0.080
B <sub>V</sub>	0.143	0.143	0.142	0.138	0.132	0.125	0.116	0.105	0.095	0.084	0.064	0.049
B <sub>G</sub>	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
B <sub>R</sub>												

CRITÉRIOS GERAIS DE ESTABILIDADE - ÁREA 1

ITEM	CRITÉRIO		VALOR CALCULADO	CONFORME
Θ Equil.Estático Passageiro	15.000º	< ou =	13.160º	SIM
Θ Equil.Estático Vento	15.000º	< ou =	11.124º	SIM
Θ Equil.Estático Guinada	15.000º	< ou =	9.135º	SIM
Θ Equil.Estático Reboque	15.000º	< ou =	0.000º	SIM
A2/A1 (mínimo)	1.000	> ou =	1.003	SIM
GZ' max	0.100 m	> ou =	0.214 m	SIM
Θ <sub>f</sub>	25.000º	> ou =	40.000º	SIM
GMo	0.350 m	> ou =	0.779 m	SIM

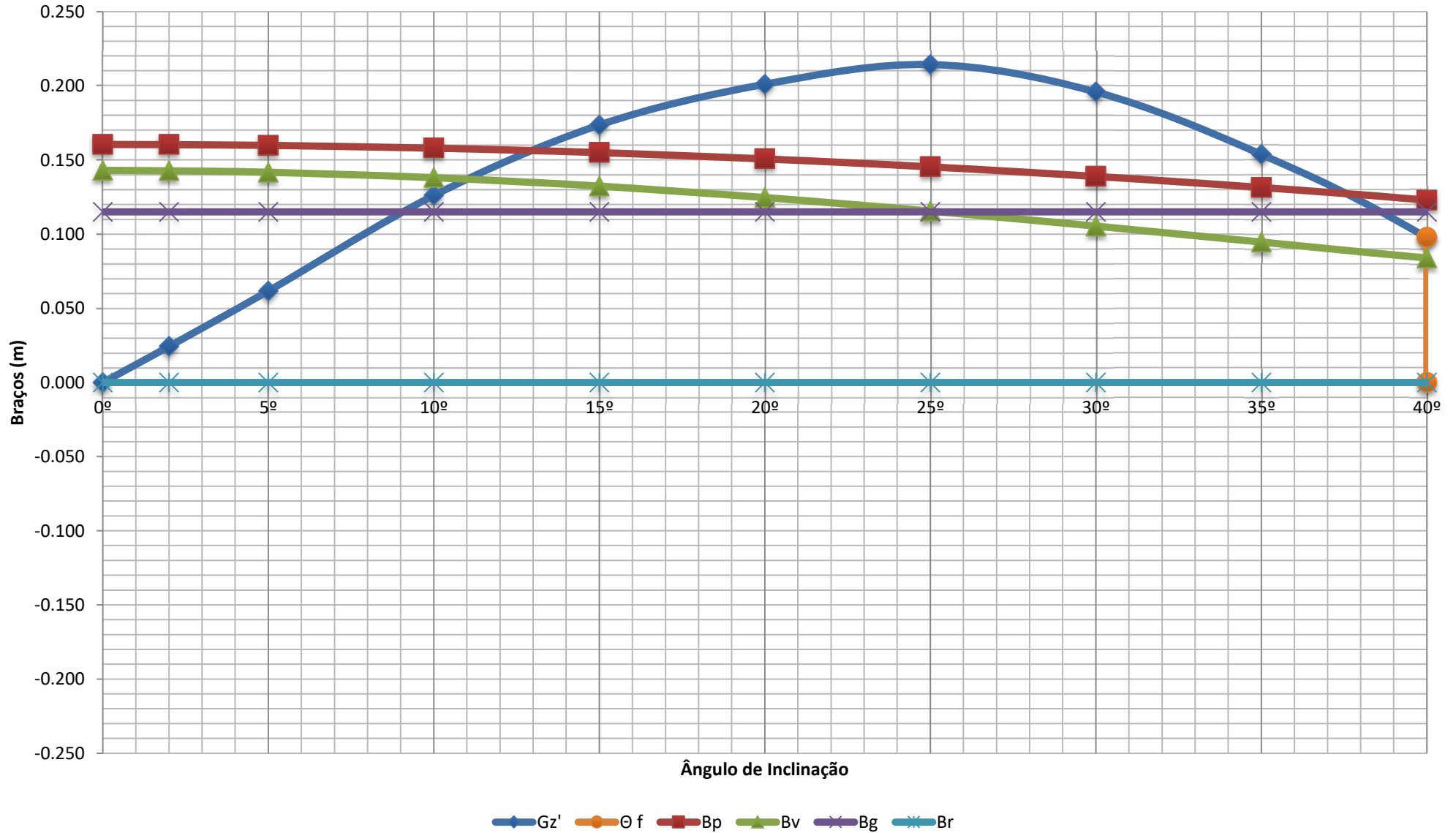
Ângulo de Imersão do Convés	23.540º
Ângulo de Alagamento	40.000º
GZ' no Ângulo de Alagamento	0.098 m

Ponto de Alagamento	x (m)	y (m)	z (m)
Entrada de ventilação no costado	0.013	0.000	1.150
	x=PR	y=LC	z=LB

COEFICIENTES							
MOMENTO PASSAGEIRO		MOMENTO VENTO		MOMENTO GUINADA		MOMENTO REBOQUE	
P	0.075	A	35.961	Vo	9.078	F	
N	58	h	1.407	L	15.728	d	
YC	0.458	V	80				



### Braços de Restauração e Emborcamento - Caso 02



Condição de Estabilidade Nº 03 - Passageiros 0%, Generos e Consumíveis 100%

Tanques e Carga	Carga %	Peso(t)	LCG (m)	Δ.LCG (t.m)	VCG (m)	Δ.VCG (t.m)	
TANQ OLEO DIESEL	100	0.850	3.804	3.233	0.620	0.527	
Passageiros e Tripulantes	Qty						Braço Em.
Tripulantes	1	0.075	13.424	1.007	1.753	0.131	0.000
Passageiros	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Bagagens		0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	
Víveres ( Bar )		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
<b>Porte Bruto Total</b>		0.950	4.463	4.240	0.693	0.658	
<b>Peso Leve Total</b>		6.430	6.520	41.924	1.060	6.816	
<b>Deslocamento Total</b>		7.380	6.255	46.164	1.013	7.474	

CALADO CORRESPONDENTE (TC) (m)	0.445
LCF (m)	7.226
LCB (m)	7.890
MTC (t.m/cm)	0.365
KMT (m)	2.861
GM (KM-KG) (m)	1.848

TRIM (m)	$\frac{LCB-LCG}{\Delta}$ MTC.100	0.331
CALADO PR (m)	$TC + \frac{t.LCF}{Lpp}$	0.589
CALADO PV (m)	$TC - \frac{t.(Lpp-LCF)}{Lpp}$	0.258

CÁLCULO DOS BRAÇOS DE ENDIREITAMENTO E EMBORCAMENTO

θ	0º	2º	5º	10º	15º	20º	25º	30º	35º	40º	50º	60º
GZ	0.000	0.099	0.244	0.436	0.590	0.722	0.841	0.953	1.047	1.111	1.160	1.133
KG.SEN(θ)	0.000	0.035	0.088	0.176	0.262	0.346	0.428	0.506	0.581	0.651	0.776	0.877
GZ M <sub>SL</sub>	0.000	0.004	0.010	0.021	0.029	0.032	0.033	0.033	0.032	0.031	0.028	0.024
GZ'	0.000	0.060	0.146	0.239	0.299	0.344	0.380	0.414	0.434	0.429	0.357	0.232
GM M <sub>SL</sub>	1.848	1.844	1.837	1.827	1.819	1.816	1.815	1.815	1.816	1.817	1.820	1.824
B <sub>P</sub>												
B <sub>V</sub>	0.256	0.255	0.253	0.247	0.237	0.223	0.207	0.188	0.169	0.150	0.115	0.088
B <sub>G</sub>	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085
B <sub>R</sub>												

CRITÉRIOS GERAIS DE ESTABILIDADE - ÁREA 1

ITEM	CRITÉRIO		VALOR CALCULADO	CONFORME
Θ Equil.Estático Passageiro	15.000º	< ou =	0.000º	SIM
Θ Equil.Estático Vento	15.000º	< ou =	10.561º	SIM
Θ Equil.Estático Guinada	15.000º	< ou =	2.867º	SIM
Θ Equil.Estático Reboque	15.000º	< ou =	0.000º	SIM
A2/A1 (mínimo)	1.000	> ou =	4.103	SIM
GZ' max	0.100 m	> ou =	0.434 m	SIM
Θ <sub>f</sub>	25.000º	> ou =	40.000º	SIM
GMo	0.350 m	> ou =	1.848 m	SIM

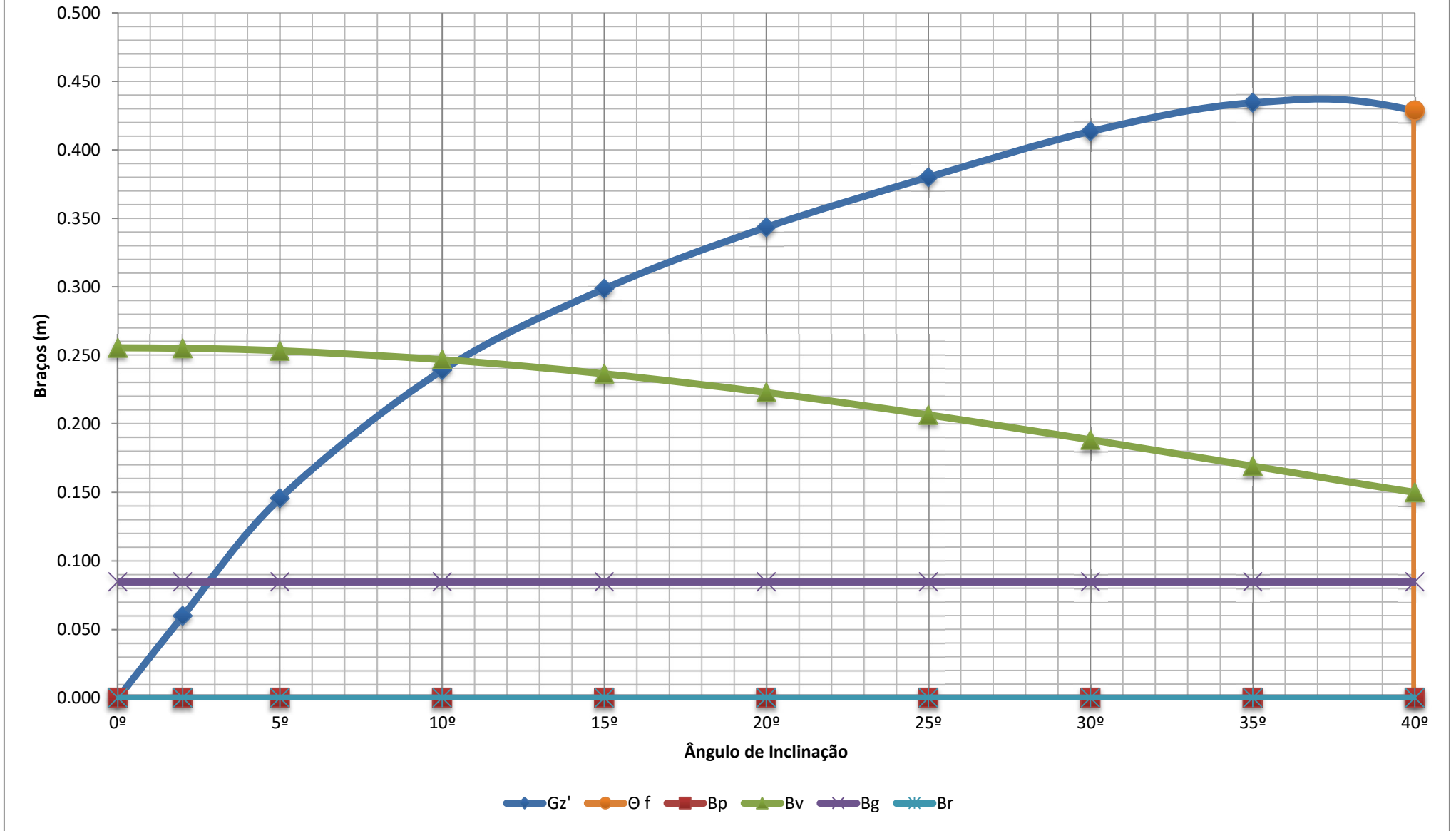
Ângulo de Imersão do Convés	35.724º
Ângulo de Alagamento	40.000º
GZ' no Ângulo de Alagamento	0.429 m

Ponto de Alagamento	x (m)	y (m)	z (m)
Entrada de ventilação no costado	0.013	0.000	1.150
	x=PR	y=LC	z=LB

COEFICIENTES

MOMENTO PASSAGEIRO		MOMENTO VENTO		MOMENTO GUINADA		MOMENTO REBOQUE	
P	0.075	A	37.806	Vo	9.078	F	
N	1	h	1.423	L	15.395	d	
YC		V	80				

### Braços de Restauração e Emborcamento - Caso 03



Ramel Cerveira Weber

Condição de Estabilidade Nº 04 - Passageiros 0%, Generos e Consumíveis 10%

Tanques e Carga	Carga %	Peso(t)	LCG (m)	Δ.LCG (t.m)	VCG (m)	Δ.VCG (t.m)	
TANQ OLEO DIESEL	10	0.085	3.804	0.323	0.620	0.053	
Passageiros e Tripulantes	Qty						Braço Em.
Tripulantes	1	0.075	13.424	1.007	1.753	0.131	0.000
Passageiros	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Bagagens		0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	
Víveres ( Bar )		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
<b>Porte Bruto Total</b>		0.185	7.190	1.330	0.996	0.184	
<b>Peso Leve Total</b>		6.430	6.520	41.924	1.060	6.816	
<b>Deslocamento Total</b>		6.615	6.539	43.254	1.058	7.000	

CALADO CORRESPONDENTE (TC) (m)	0.423
LCF (m)	7.235
LCB (m)	7.975
MTC (t.m/cm)	0.348
KMT (m)	3.072
GM (KM-KG) (m)	2.013

TRIM (m)	$\frac{LCB-LCG}{MTC.100}$	0.273
CALADO PR (m)	$TC + \frac{t.LCF}{Lpp}$	0.542
CALADO PV (m)	$TC - \frac{t.(Lpp-LCF)}{Lpp}$	0.269

CÁLCULO DOS BRAÇOS DE ENDIREITAMENTO E EMBORCAMENTO

θ	0º	2º	5º	10º	15º	20º	25º	30º	35º	40º	50º	60º
GZ	0.000	0.106	0.252	0.442	0.595	0.726	0.845	0.956	1.054	1.124	1.177	1.149
KG.SEN(θ)	0.000	0.037	0.092	0.184	0.274	0.362	0.447	0.529	0.607	0.680	0.811	0.916
GZ M <sub>SL</sub>	0.000	0.005	0.012	0.024	0.033	0.036	0.037	0.036	0.036	0.035	0.031	0.026
GZ'	0.000	0.065	0.148	0.235	0.289	0.329	0.361	0.390	0.412	0.409	0.335	0.207
GM M <sub>SL</sub>	2.013	2.009	2.002	1.990	1.981	1.978	1.977	1.977	1.978	1.979	1.982	1.987
B <sub>P</sub>												
B <sub>V</sub>	0.288	0.288	0.286	0.278	0.267	0.251	0.233	0.212	0.191	0.169	0.129	0.099
B <sub>G</sub>	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091
B <sub>R</sub>												

CRITÉRIOS GERAIS DE ESTABILIDADE - ÁREA 1

ITEM	CRITÉRIO		VALOR CALCULADO	CONFORME
Θ Equil.Estático Passageiro	15.000º	< ou =	0.000º	SIM
Θ Equil.Estático Vento	15.000º	< ou =	13.327º	SIM
Θ Equil.Estático Guinada	15.000º	< ou =	2.943º	SIM
Θ Equil.Estático Reboque	15.000º	< ou =	0.000º	SIM
A2/A1 (mínimo)	1.000	> ou =	2.345	SIM
GZ' max	0.100 m	> ou =	0.412 m	SIM
Θ <sub>f</sub>	25.000º	> ou =	40.000º	SIM
GMo	0.350 m	> ou =	2.013 m	SIM

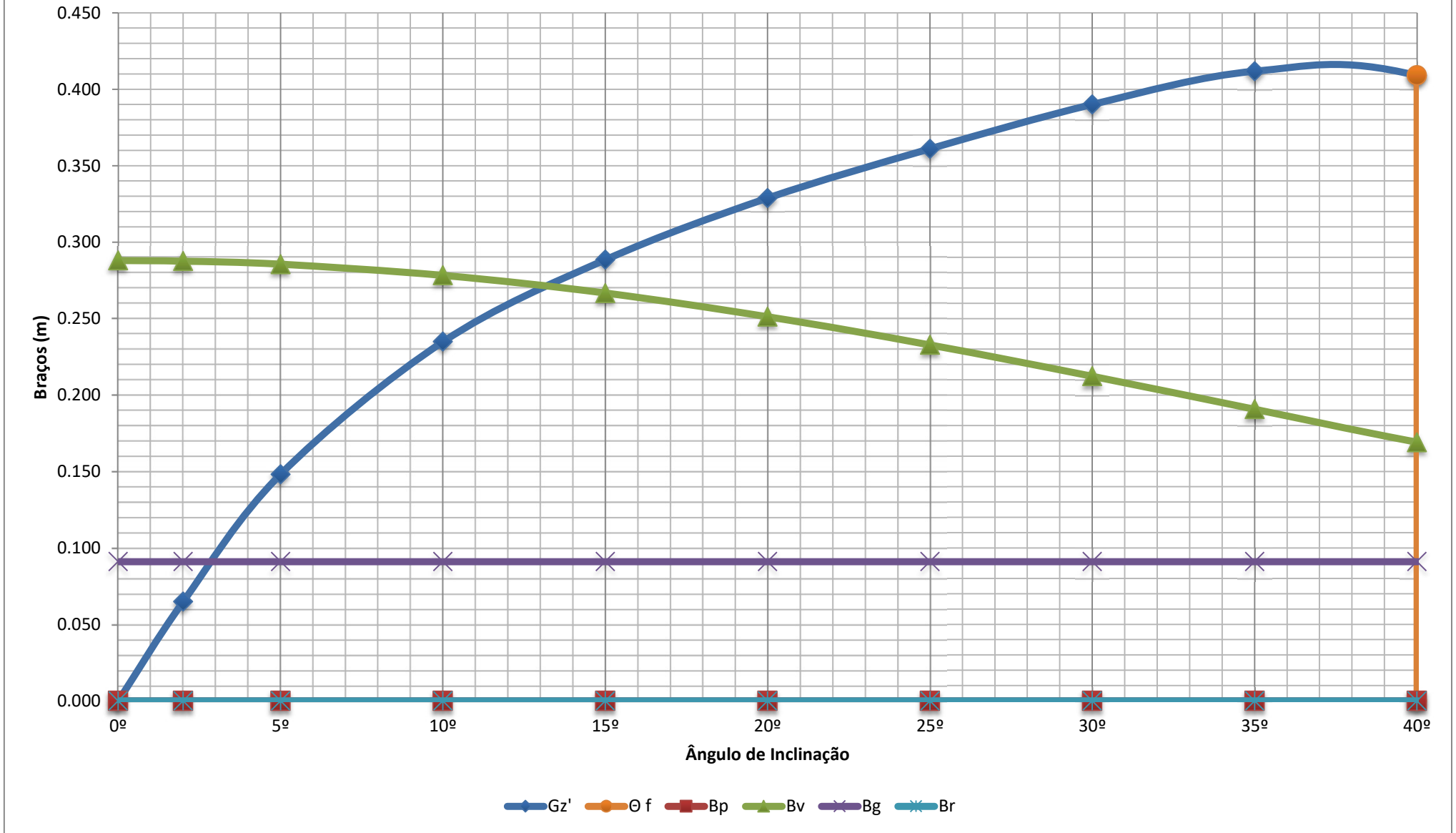
Ângulo de Imersão do Convés	38.637º
Ângulo de Alagamento	40.000º
GZ' no Ângulo de Alagamento	0.409 m

Ponto de Alagamento	x (m)	y (m)	z (m)
Entrada de ventilação no costado	0.013	0.000	1.150
	x=PR	y=LC	z=LB

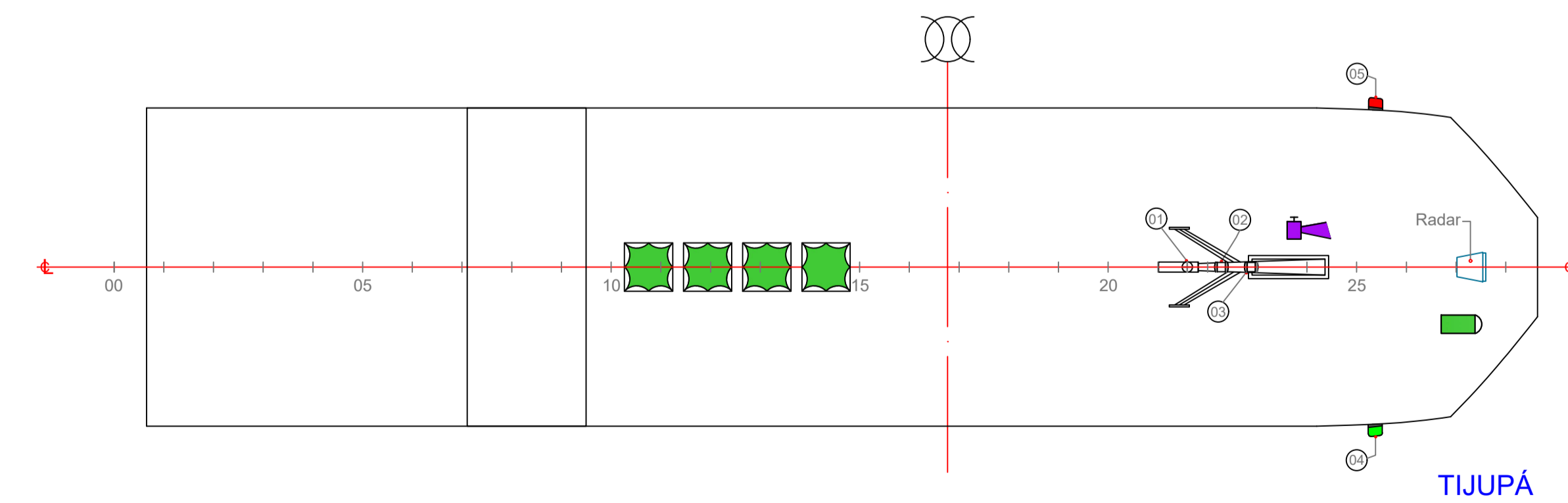
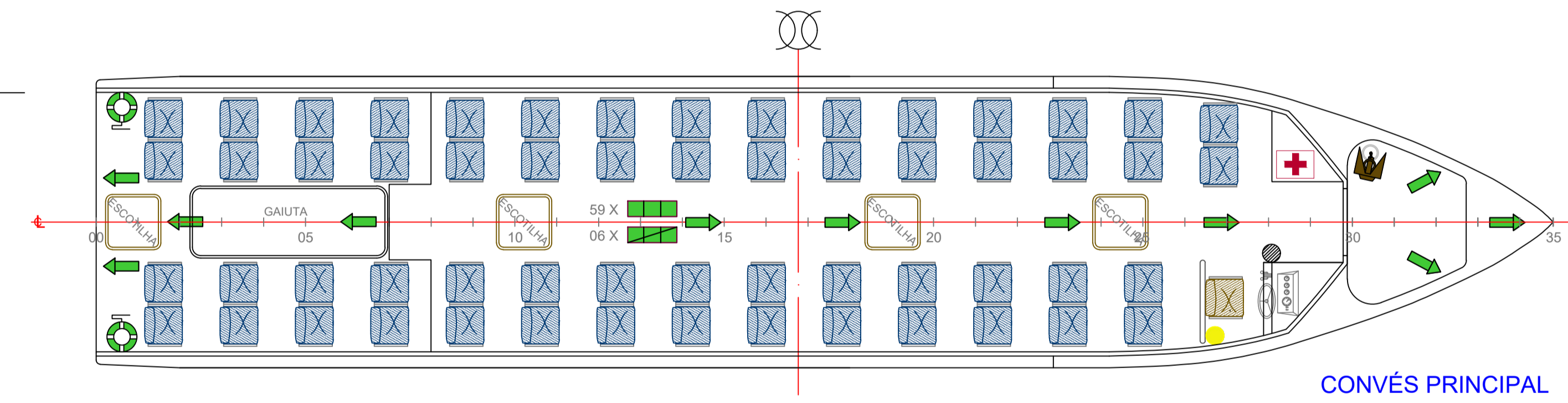
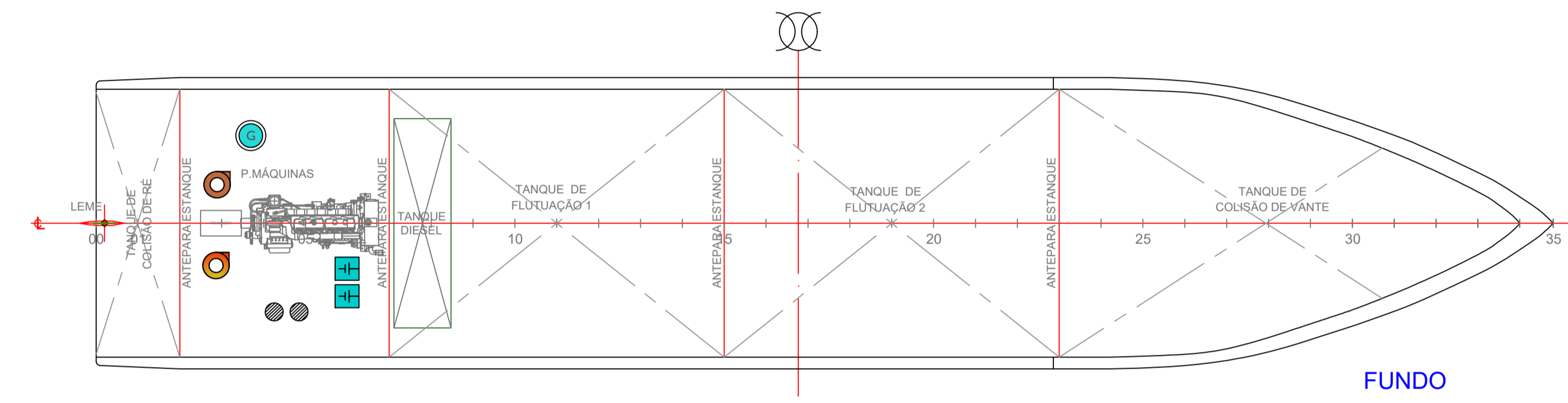
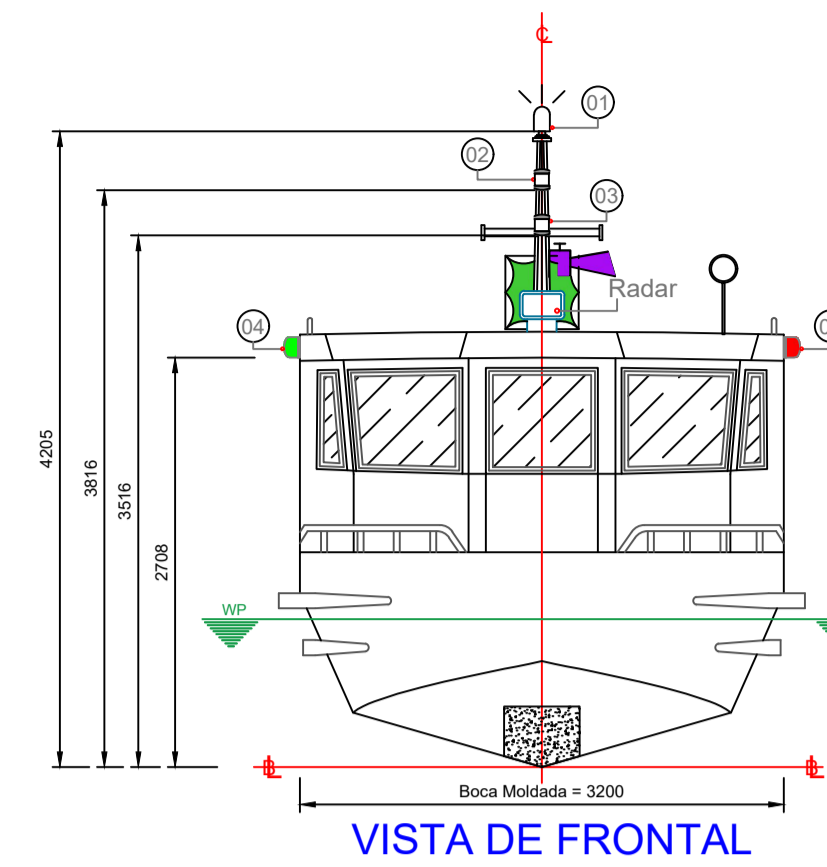
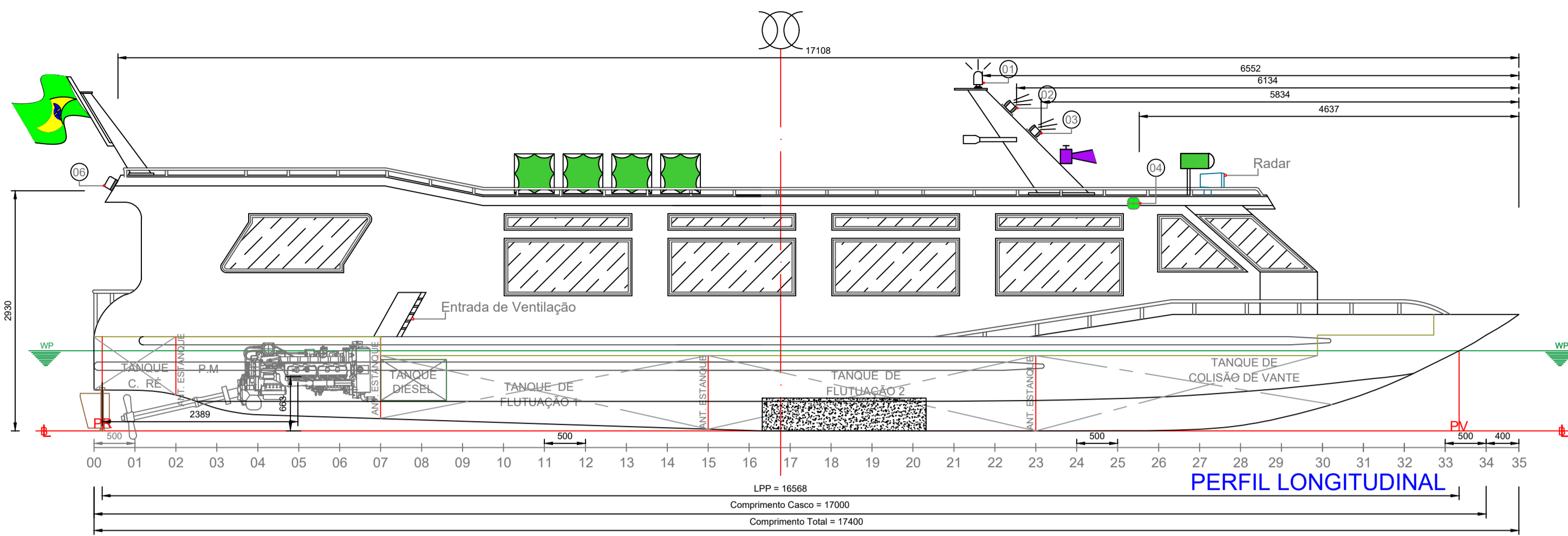
COEFICIENTES

MOMENTO PASSAGEIRO		MOMENTO VENTO		MOMENTO GUINADA		MOMENTO REBOQUE	
P	0.075	A	38.135	Vo	9.078	F	
N	1	h	1.425	L	15.329	d	
YC		V	80				

### Braços de Restauração e Emborcamento - Caso 04



Ramel Cerveira Weber



### LUZES DE NAVEGAÇÃO

Nº	LUZES	CORES	SETOR	ALCANCE	DIST. VERT. (L.B)	DIST. HORIZ. (BICO DE PROA)
01	FUNDEIO	BRANCA	360°	2 MILHAS	INDICADO NO PLANO	
02	MASTRO	BRANCA	225°	3 MILHAS		
03	MASTRO	BRANCA	225°	3 MILHAS		
04	BORESTE	VERDE	112,5°	2 MILHAS		
05	BOMBORDO	ENCARNADA	112,5°	2 MILHAS		
06	ALCANÇADO	BRANCA	135°	2 MILHAS		

### PLANO DE CAPACIDADES

ITEM	VOLUME MÁXIMO (m³)	PESO ESPECÍFICO	PESO (t)	VCG (m)	LCG (m)	LOCALIZAÇÃO (CAVERNAS)
TANQUE DE OLEO DIESEL	1.000	0.850	0.850	0.620	3.804	07 a 09

\* Quantidades de carga, limitadas pelo estudo de estabilidade e não pelo volume máximo.  
 \* LCG com relação à Perpendicular de Ré(positivo à vante) e VCG com relação à linha de base.  
 \* Taxa de ocupação = 100%

### QUADRO DE SEGURANÇA

SEÇÃO	SÍMBOLO	NOMENCLATURA	FUNDO/P.M.	C. PRINCIPAL	C.SUPERIOR	COMANDO	TIJUPÁ	OBSERVAÇÕES	TOTAL
PROTEÇÃO, DETECÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO	●	EXTINTOR - CO2 6Kg	01						01
	●	EXTINTOR - PÓ QUÍMICO 4Kg	02	01					03
	●	BOMBA DE ESGOTO/SERVIÇOS GERAIS	01					15 m³/h	01
SALVATAGEM	●	BOMBA DE PORÃO	01					15 m³/h	01
	●	BÓIA SALVA-VIDAS C/ RETINIDA	02					CLASSE III	02
	●	COLETE SALVA-VIDAS GRANDE	59					CLASSE III	59
DIVERSOS	●	COLETE SALVA-VIDAS CRIANÇAS	06					CLASSE III	06
	●	BATERIA	02					150 A/h	02
	●	GERADOR PRINCIPAL	01						01
	●	GERADOR EMERGÊNCIA							
	●	ÂNCORA	01					25Kg	01
	●	HOLOFOTE DE SINAL E BUSCA					01		01
	●	CAIXA DE PRIMEIROS SOCORROS	01						01
●	APARELHO FLUTUANTE					04	Capacidade 60 Pessoas	04	
●	BUZINA DE CERRAÇÃO À AR					01		01	
●	DIREÇÃO DE ABANDONO	TODOS OS CONVESES E COMPARTIMENTOS							

\* Os extintores poderão ser diferentes, desde que atendem a tabela 4.4 do cap. 04 da NORMAM 02/DPC "Correlação entre os extintores".  
 \* Serão aceitas quantidades de aparelhos flutuantes e capacidades de pessoas diferentes, desde que contemplem todos à bordo.

### CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

Comprimento Total .....	17.400 m
Comprimento entre PP .....	16.568 m
Boca Moldada .....	3.200 m
Pontal Moldado .....	1.150 m
Calado de Projeto .....	0.597 m
Espaçamento entre Balizas.....	0.500 m

Desig.	Ref.	Descrição	Verif.	Data
EMBARCAÇÃO: TCC				
ARMADOR: UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS				
CONSTRUTOR:				
TÍTULO: PLANO DE ARRANJO GERAL, SEGURANÇA, CAPACIDADE E LUZES DE NAVEGAÇÃO				
Revisão:	Data:	APROVAÇÃO:		Data:
Desenho: Ramel Cerveira Weber	Data: 23/09/2021			
CREA:	Calço:	Folha: 1/1	Escala: 1:50	Formato Papel: A1
				Revisão: 0

1

2

3

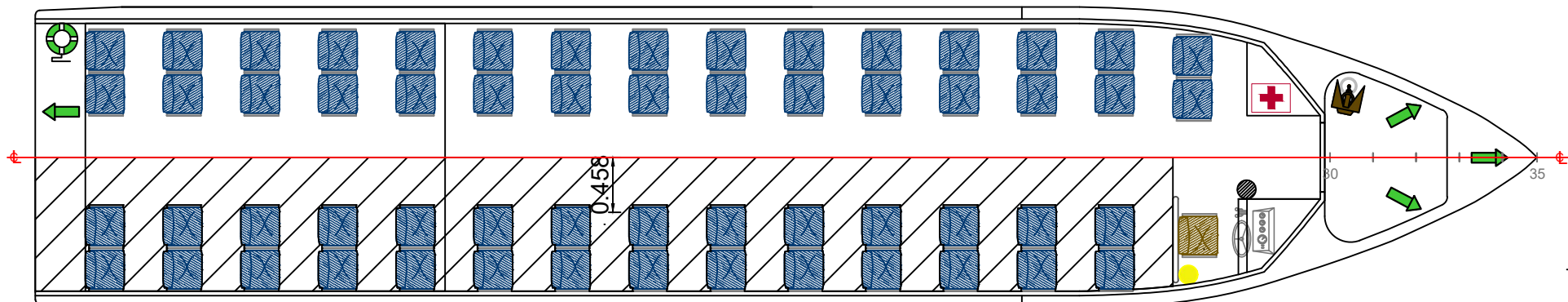
4

A

B

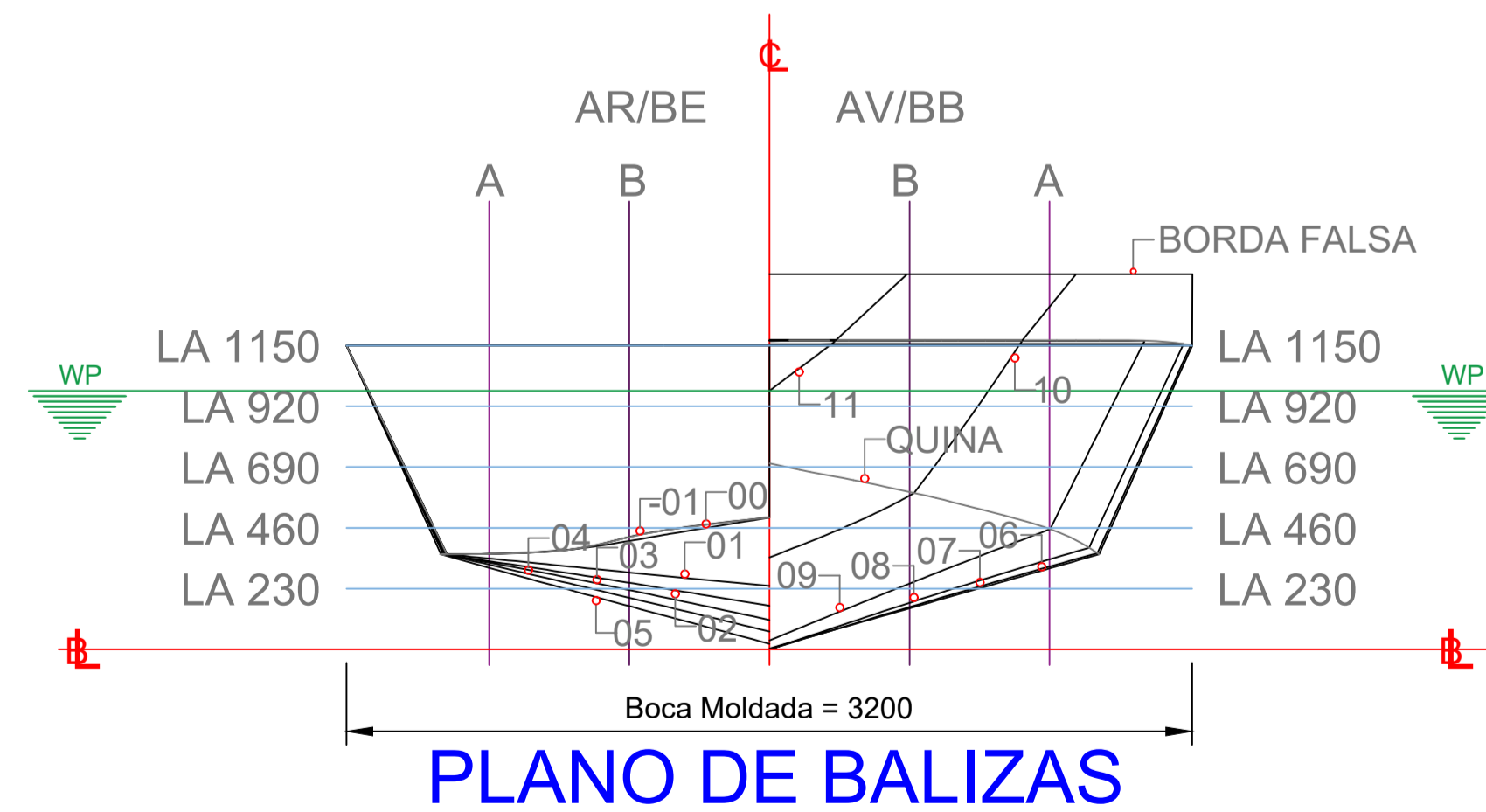
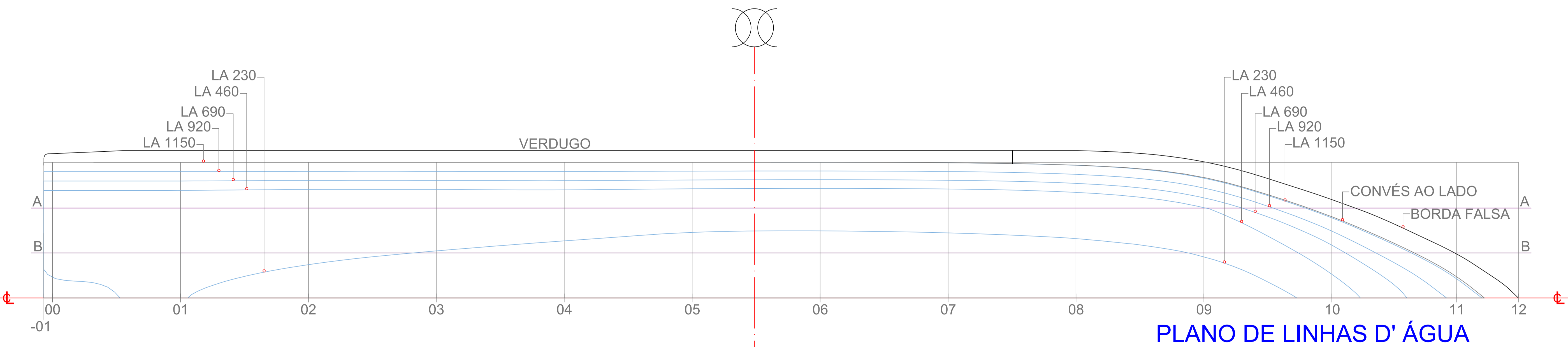
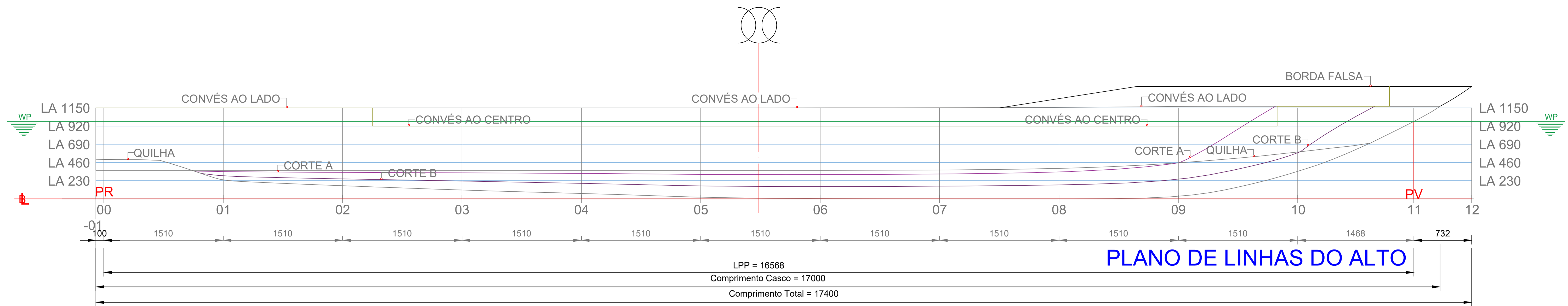
C

D



CONVÉS PRINCIPAL

Desig.	Ref.	Descrição	Verif.	Data
EMBARCAÇÃO: <b>TCC</b>				
ARMADOR: <b>UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS</b>				
CONSTRUTOR:				
TÍTULO: <b>CONCENTRAÇÃO DE PASSAGEIROS CV. PRINCIPAL</b>				
Revisão:		Data:	APROVAÇÃO:	
Desenho: <b>Ramel Cerveira Weber</b>		Data: <b>23/09/2021</b>		
CREA:		Casco:	Folha: <b>1/1</b>	Revisão: <b>0</b>
			Escala: <b>S/E</b>	Formato Papel: <b>A4</b>



**CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS**

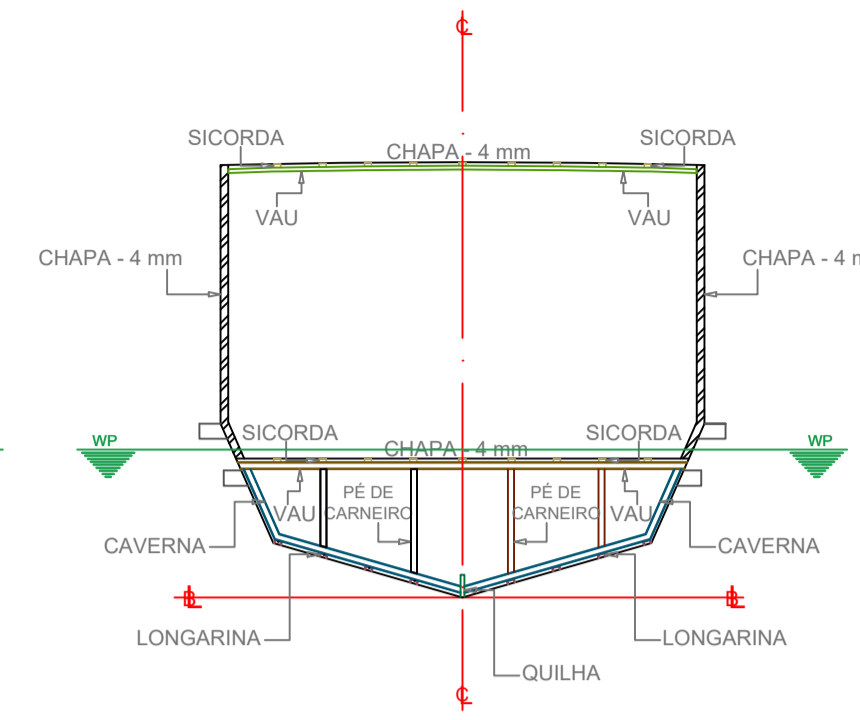
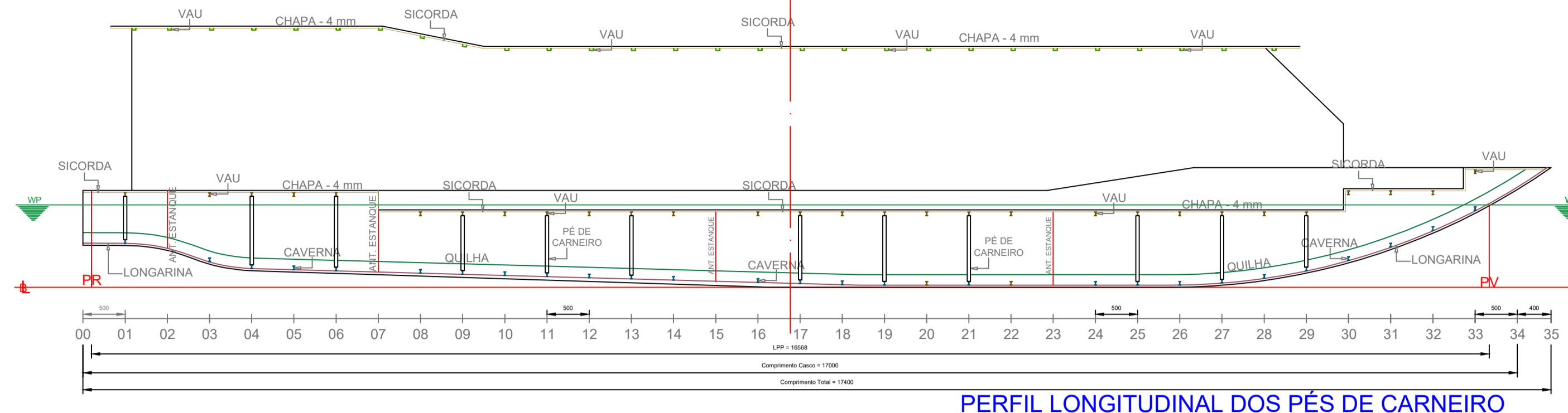
Comprimento Total	17.400 m
Comprimento entre PP	16.568 m
Boca Moldada	3.200 m
Pontal Moldado	1.150 m
Calado de Projeto	0.597 m
Espaçamento entre Balizas	0.500 m

Desig.	Ref.	Descrição	Verif.	Data
EMBARCAÇÃO: TCC				
ARMADOR: UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS				
CONSTRUTOR:				
TÍTULO: PLANO DE LINHAS				
Revisão:	Data:	APROVAÇÃO:		Data:
Desenho: Ramei Cerveira Weber	Data: 23/09/2021			
CREA:	Casco:	Folha: 1/1	Escala: 1:25	Formato Papel: A1
				Revisão: 0



**LEGENDA - ELEMENTOS DO PERFIL LONGITUDINAL**

- CAVERNAS - PERFIL I 145 x 25 x 4 mm
- LONGARINAS - PERFIL U 50 x 25 x 4 mm
- SICORDAS C.PRINCIPAL - PERFIL U 50 x 25 x 4 mm
- SICORDAS TIJUPÁ - PERFIL U 50 x 25 x 4 mm
- VAUS C.PRINCIPAL - PERFIL I 145 x 25 x 4 mm
- VAUS TIJUPÁ - PERFIL U 50 x 25 x 4 mm
- PÉ DE CARNEIRO - TUBO 40 x 4 mm
- QUILHA - 150 x 25 mm
- CHAPEAMENTO DO FUNDO + CONVESES + ANTEPARAS - CHAPA 4 mm

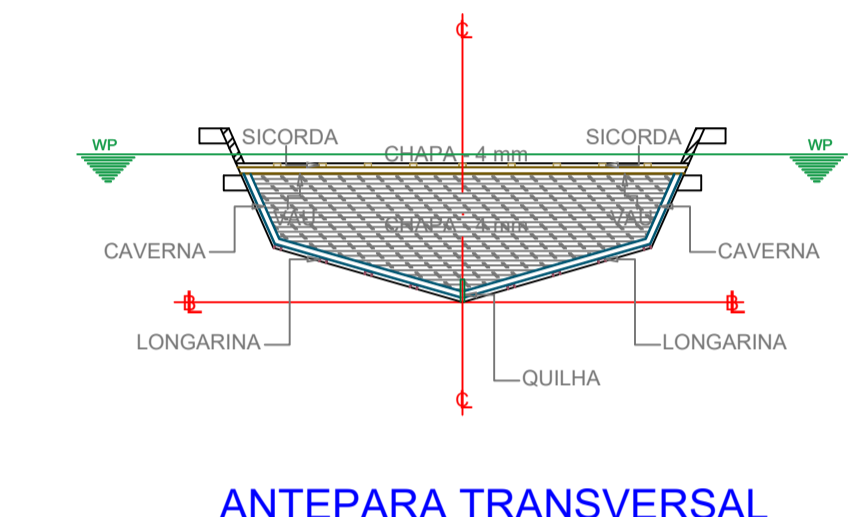
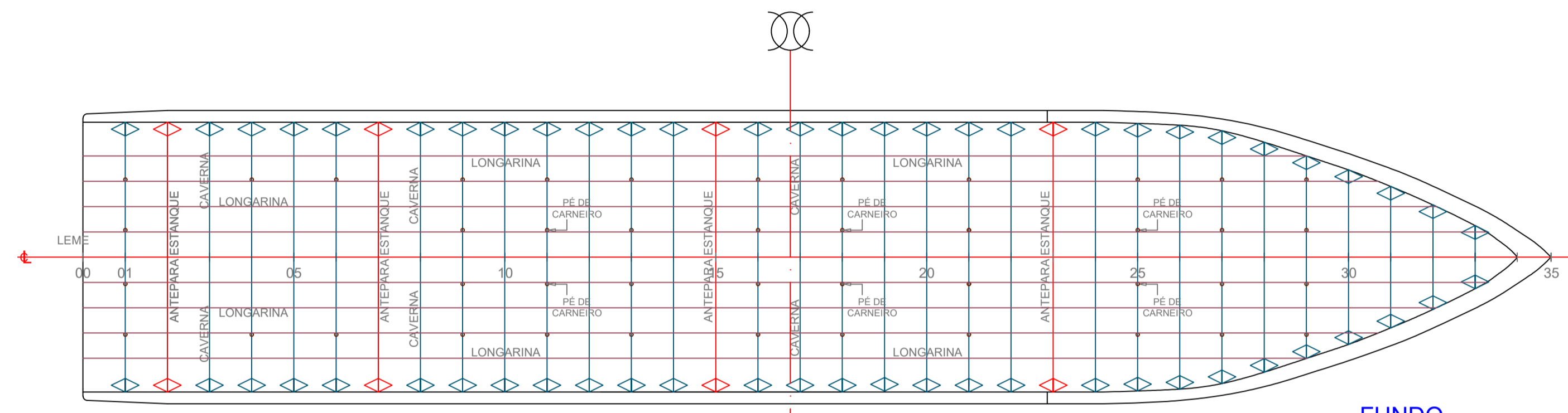


**LEGENDA - ELEMENTOS DA SEÇÃO MESTRA**

- CAVERNAS - PERFIL I 145 x 25 x 4 mm
- LONGARINAS - PERFIL U 50 x 25 x 4 mm
- SICORDAS C.PRINCIPAL - PERFIL U 50 x 25 x 4 mm
- SICORDAS TIJUPÁ - PERFIL U 50 x 25 x 4 mm
- VAUS C.PRINCIPAL - PERFIL I 145 x 25 x 4 mm
- VAUS TIJUPÁ - PERFIL U 50 x 25 x 4 mm
- PÉ DE CARNEIRO - TUBO 40 x 4 mm
- QUILHA - 150 x 25 mm
- CHAPEAMENTO DO FUNDO + CONVESES + ANTEPARAS - CHAPA 4 mm

**LEGENDA - ELEMENTOS DO FUNDO**

- CAVERNAS - PERFIL I 145 x 25 x 4 mm
- LONGARINAS - PERFIL U 50 x 25 x 4 mm
- PÉ DE CARNEIRO - TUBO 40 x 4 mm
- QUILHA - 150 x 25 mm
- CHAPEAMENTO DO FUNDO - CHAPA 4 mm

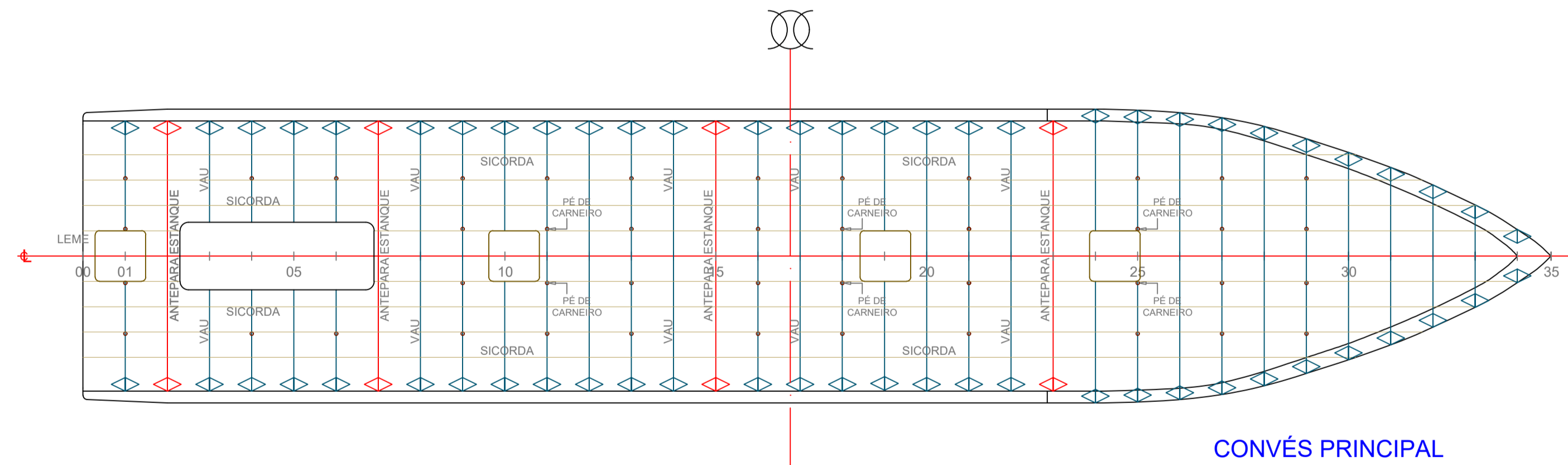


**LEGENDA - ELEMENTOS DA ANTEPARA TRANSVERSAL**

- CAVERNAS - PERFIL I 145 x 25 x 4 mm
- LONGARINAS - PERFIL U 50 x 25 x 4 mm
- SICORDAS C.PRINCIPAL - PERFIL U 50 x 25 x 4 mm
- VAUS C.PRINCIPAL - PERFIL I 145 x 25 x 4 mm
- QUILHA - 150 x 25 mm
- CHAPEAMENTO DO FUNDO + C.PRINCIPAL + ANTEPARAS - CHAPA 4 mm

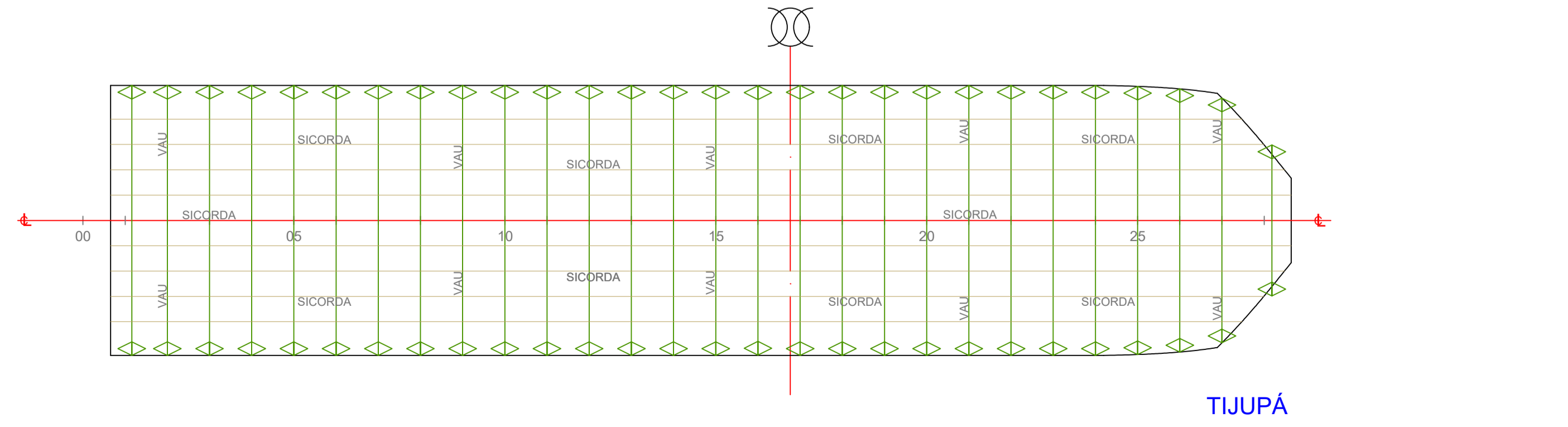
**LEGENDA - ELEMENTOS DO CONVÉS PRINCIPAL**

- SICORDAS C.PRINCIPAL - PERFIL U 50 x 25 x 4 mm
- VAUS C.PRINCIPAL - PERFIL I 145 x 25 x 4 mm
- PÉ DE CARNEIRO - TUBO 40 x 4 mm
- CHAPEAMENTO DO C.PRINCIPAL - CHAPA 4 mm



**LEGENDA - ELEMENTOS DO TIJUPÁ**

- SICORDAS TIJUPÁ - PERFIL U 50 x 25 x 4 mm
- VAUS TIJUPÁ - PERFIL U 50 x 25 x 4 mm
- CHAPEAMENTO DO C.PRINCIPAL - CHAPA 4 mm



**CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS**

Comprimento Total	17.400 m
Comprimento entre PP	16.568 m
Boca Moldada	3.200 m
Pontal Moldado	1.150 m
Calado de Projeto	0.597 m
Espaçamento entre Balizas	0.500 m

Desig.	Ref.	Descrição	Verif.	Data
EMBARCAÇÃO: TCC				
ARMADOR: UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS				
CONSTRUTOR:				
TÍTULO: PLANO DE PERFIL ESTRUTURAL E SEÇÃO MESTRA				
Revisão:	Data:	APROVAÇÃO:		Data:
Desenho: Ramei Carneiro Weber	Data: 18/05/2022			
CREA:	Cisco:	Folha: 1/1	Escala: 1:50	Formato Papel: A1
				Revisão: 0