



Universidade Federal
do Rio de Janeiro
Escola Politécnica

PROJETO DE EMBARCAÇÃO DE RECREIO – CATAMARÃ CAMPING BOAT

Caio Pereira Sampaio

Projeto de graduação apresentado ao curso de Engenharia Naval e Oceânica da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro Naval e Oceânico.

Orientador: Alexandre Teixeira de Pinho Alho

Rio de Janeiro

Janeiro de 2017

PROJETO DE EMBARCAÇÃO DE RECREIO – CATAMARÃ CAMPING BOAT

Caio Pereira Sampaio

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA NAVAL E OCEÂNICA DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO NAVAL E OCEÂNICO.

Examinado por:

Orientador: Prof. Alexandre Teixeira de Pinho Alho.

Prof. Carl Horst Albrecht D.Sc.

Prof. Severino Fonseca da Silva Neto D.Sc.

RIO DE JANEIRO – RJ – BRASIL

JANEIRO DE 2017

Sampaio, Caio Pereira

Projeto de embarcação de recreio – Catamarã Camping Boat
/ Caio Pereira Sampaio – Rio de Janeiro: UFRJ/ ESCOLA
POLITÉCNICA, 2016.

x, 49 p.: il.; 29,7 cm

Orientador: Alexandre Teixeira de Pinho Alho.

Projeto de Graduação – UFRJ/POLI/Engenharia Naval e
Oceânica, 2016.

Referências bibliográficas: p. 49

1. Projeto de catamarã 2. Barco desmontável. 3. Camping boat I. Alho, Alexandre Teixeira de Pinho. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Engenharia Naval e Oceânica. III. Projeto de embarcação de recreio – catamarã camping boat.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, que sempre esteve presente em todos os momentos e me deu suporte para eu chegar até aqui.

Agradeço aos meus amigos da faculdade pelas trocas de conhecimento e companhias de estudo.

Por fim, agradeço a todos os professores que contribuíram para a minha formação e aprendizado.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Naval e Oceânico.

Projeto de embarcação de recreio – Catamarã Camping Boat

Caio Pereira Sampaio

Janeiro/2017

Orientador: Alexandre Teixeira de Pinho Alho.

Curso: Engenharia Naval e Oceânica

Este trabalho consiste no desenvolvimento do projeto de um catamarã movido a motor, desmontável, para uso recreativo em águas abrigadas, com capacidade para até quatro pessoas em passeios diurnos e para pernoites. Um barco de baixo custo e simples construção, pelo método conhecido como “stitch and glue”. Transportável no rack de um carro, pode ser guardado na garagem de casa.

São definidas as especificações básicas tanto do ponto de vista de construção como de operação. É apresentado o arranjo de todos os seus sistemas e realizado análises de equilíbrio e estabilidade.

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Naval Architect and Marine Engineer.

Recreational Boat Design – Camping Boat Catamaran

Caio Pereira Sampaio

January / 2017

Advisor: Alexandre Teixeira de Pinho Alho.

Graduation: Naval Architecture and Marine Engineering

This project presents the design of a power catamaran, dismountable, for recreational use in sheltered waters, with capacity for up to four people in day trips and for overnight stay. A low-cost boat and simple construction by the method stitch and glue. Can be stored at home, as it is portable on a car top.

The basic specifications are defined from the point of view of construction and operation. A detailed arrangement of all your systems are presented and equilibrium and stability analysis are performed.

Sumário

Índice de Figuras	viii
Índice de Tabelas	x
1. Introdução	11
2. A ideia	11
3. Premissas de projeto	12
4. Dimensões Principais	13
5. Arranjo Geral	14
6. Forma.....	16
6.1 Casco.....	16
6.2 Convés.....	17
7. O processo stitch-and-glue	23
8. Equilíbrio	24
9. Estabilidade	29
10. Sistema Propulsivo	33
11. Estrutura	35
11.1 Casco e Cavernas	35
11.2 Travessões	40
12. Cockpit	46
12.1 Fechamento do cockpit.....	46
13. Reserva de fluatibilidade	49
14. Previsão de Custos.....	50
15. Conclusões.....	50
16. Referências Bibliográficas.....	51

Índice de Figuras

Figura 1 - Barco desmontado em cima do carro (vista superior)	13
Figura 2 - Barco desmontado em cima do carro (vista lateral)	13
Figura 3 - Barco montado com tripulantes deitados (vista superior)	14
Figura 4 - Arranjo Geral.....	15
Figura 5 - plano de linhas.....	16
Figura 6 - Corte das chapas do casco	17
Figura 7 - Local de instalação das tampas de inspeção	17
Figura 8 - Tapa de inspeção redonda	18
Figura 9 - Tapa de inspeção retangular	18
Figura 10 - Posicionamento do tanque de combustível (vista lateral).....	18
Figura 11 - Posicionamento do tanque de combustível (vista superior)	18
Figura 12 - Tanque de combustível e isopor alocados	19
Figura 13 - Convés casco bombordo.....	20
Figura 14 - Convés casco boreste.....	20
Figura 15 - Suporte travessões	21
Figura 16 - Posicionamento dos suportes.....	21
Figura 17 - Visualização casco e convés em perspectiva.....	22
Figura 18 - Bujão de dreno	22
Figura 19 - Cortes do convés de boreste	23
Figura 20 - Cortes do convés de bombordo	23
Figura 21 - exemplo de construção stitch-and-glue	24
Figura 22 - local de medição de "b"	29
Figura 23 - local de medição de "BL"	29
Figura 24 - condição crítica de estabilidade.....	31
Figura 25 - Motor de popa Mercury 5 hp.....	33
Figura 26 - Percorso mangueira de combustível.....	34
Figura 27 - Tanque de combustível 24 litros.....	34
Figura 28 - Suporte motor de popa.....	35
Figura 29 - Caverna de proa (ambos os cascos).....	36
Figura 30 - Caverna de popa (ambos os cascos)	37
Figura 31 - Caverna central (boreste).....	37
Figura 32 - Caverna Central (bombordo).....	38
Figura 33 - Posicionamento das cavernas	38
Figura 34 - Viga bi apoiada com carregamento concentrado.....	41
Figura 35 - Diagrama de força cortante.....	41
Figura 36 - Diagrama de momento fletor.....	41
Figura 37 - Travessão de popa (vista frontal).....	43
Figura 38 - Travessão de popa (vista lateral)	43
Figura 39 - Travessão de popa (perspectiva).....	43
Figura 40 - Travessão central (vista frontal)	44
Figura 41 - Travessão central (vista lateral)	44
Figura 42 - Travessão central (perspectiva)	44
Figura 43 - Travessão de proa (vista frontal)	45
Figura 44 - Travessão de proa (vista lateral).....	45

Figura 45 - Peça de madeira para reduzir cisalhamento dos parafusos	45
Figura 46 - Piso cockpit	46
Figura 47 - Dimensões toldo de fechamento do cockpit	47
Figura 48 - Hastes suporte fechamento do cockpit	48
Figura 49 - Fechamento cockpit (1)	48
Figura 50 - Fechamento cockpit (2)	48
Figura 51 - Fechamento cockpit (3)	48
Figura 52 - Barraca de camping montada em cima do cockpit	49

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Distribuição de massas (peso leve)	25
Tabela 2 - equilíbrio condição sem carregamento (peso leve)	25
Tabela 3 – Distribuição de massas (carregamento leve)	26
Tabela 4 - Condição de equilíbrio carregamento leve.....	26
Tabela 5 - Distribuição de massas (carregamento médio).....	27
Tabela 6 - Condição de equilíbrio carregamento médio	27
Tabela 7 - Distribuição de massas (carregamento máximo)	28
Tabela 8 - Condição de equilíbrio carregamento máximo	28
Tabela 9 - Tabela coeficientes estabilidade Anexo 6-G NORMAM 02/DPC.....	30
Tabela 10 - Condição de equilíbrio passageiros agrupados a boreste	32
Tabela 11 - Peso e CG compensado naval	39
Tabela 12 - Peso e CG laminado.....	40
Tabela 13 - Previsão de custos	50

1. Introdução

Este trabalho apresenta o projeto de um catamarã desmontável para uso recreativo, com capacidade para até quatro pessoas, de baixo custo e simples construção. Possui a vantagem de poder ser guardado na garagem de casa e transportado em cima de um carro, não dependendo das vagas custosas de marinas.

Os catamarãs são embarcações constituídas de dois cascos paralelos de mesmo tamanho, unidos por uma estrutura rígida transversal. Eles possuem duas características primárias que os distinguem dos monocascos deslocantes: menor resistência hidrodinâmica ao avanço e maior estabilidade (resistência inicial ao emborcamento).

Os primeiros catamarãs foram desenvolvidos ainda na era antes de cristo pelos polinésios. Esses primeiros registros de catamarãs eram embarcações constituídas de duas canoas unidas por barras de madeira, as vezes acompanhadas de velas. Apesar de sua simplicidade, elas eram ainda assim eficazes, permitindo que os polinésios viajassem e povoassem ilhas distantes do oceano Pacífico.

2. A ideia

A proposta deste trabalho é disponibilizar o projeto de um catamarã simples, versátil e de baixo custo, em que pessoas sem experiência possam construir de maneira artesanal, sem a necessidade de muitas ferramentas. Um excelente barco para quem quer se aventurar na construção de sua primeira embarcação.

Consiste em um catamarã a motor com capacidade para até 4 pessoas em navegação interior, realizada em águas abrigadas tais como lagos, lagoas, baías, rios e canais, onde normalmente não sejam verificadas ondas com alturas significativas e que não apresentem dificuldades ao tráfego das embarcações (Navegação interior – conforme descrito na NORMAM-03/DPC [1]).

A ideia é que seja um barco desmontável, possível de transportar no rack de um carro para assim poder ser levado em viagens ou simplesmente da garagem de casa até o mar, sem precisar guarda-lo em marinas. Originalmente foi idealizado para poder transportá-lo no carro do Rio de Janeiro para Angra dos Reis e então navegar na baía da Ilha Grande e Parati. Imaginando poder passar um final de semana ou até um feriado prolongado na região, pernoitando no próprio barco no estilo camping.

Para este projeto o catamarã se mostrou um tipo de barco favorável, com vantagens significativas, quando comparado a um monocasco. Como por exemplo:

- Área de convés maior para um dado comprimento, não apenas por sua maior boca mas também por causa do formato retangular do cockpit;

- São mais seguros devido a sua maior estabilidade e ao cockpit auto-esgotante;
- Navegação mais confortável, menos slamming;
- Possibilidade de ser desmontável, reduzindo drasticamente sua boca;
- Menor movimento de roll quando se está pescando ou ancorado.

O barco se enquadra como embarcação miúda, cujo comprimento é inferior ou igual a 05 metros, segundo [1]. Dessa forma, a inscrição e registro nas CP/DL/AG será simplificada e o seu procedimento está descrito no capítulo 2 – Seção I – 0205 da NORMAM 03/DPC [1]. Informações como procedimentos para concessão de licença de construção também são encontradas no mesmo documento.

3. Premissas de projeto

Como base para o desenvolvimento do projeto, foram determinados alguns requisitos que devem ser atendidos. São eles:

Simple construção

O método construtivo escolhido para este barco é o conhecido como “stitch-and-glue”. Este é um dos processos mais interessantes para a construção marítima artesanal. A qualidade do barco final é ótima, o sistema é fácil de executar, obtendo-se um peso reduzido para a rigidez alcançada. O barco em “stitch-and-glue” deve ser do tipo facetado, ou seja, em corte transversal, o barco deve ter uma forma poligonal, em que os cantos são chamados de “chines” (ou “quinas” em português). O barco é construído em madeira compensada e depois revestido em resina reforçada com fibra de vidro.

Portabilidade

A embarcação deve poder ser transportada no rack de um carro, portanto, utilizada em lagos, lagoas, baías e enseadas distantes do seu local de guarda, oferecendo maior versatilidade. O trabalho de montagem, desmontagem e transporte deve poder ser realizado por duas pessoas.

Capacidade para 4 pessoas

O barco deve ser capaz de transportar até 4 pessoas em segurança na sua lotação máxima.

Habitabilidade para pernoite

Deve possuir um sistema de abrigo que permita a pernoite de seus tripulantes em lotação máxima.

Baixo custo

Pela proposta deste projeto, a embarcação deve ser de baixo custo. Todos os seus componentes e sistemas devem ser pensados considerando a minimização dos custos de construção, manutenção e operação.

4. Dimensões Principais

As dimensões principais foram definidas por duas situações. A primeira foi pensando no transporte, em que o barco desmontado deve poder ser transportado no teto de um carro (com a utilização de rack especial, o mesmo utilizado para equipamentos de voo livre – Figuras 1 e 2). Dessa forma foi definida a boca de cada casco (B_{casco}) e o comprimento total (L_{oa}). A segunda foi pensando no espaço de convívio dos tripulantes com o barco montado (Figura 3), definindo assim a separação entre os cascos com o barco montado e a sua boca total (B_{total}).

Desmontado

$$L_{oa} = 4.50 \text{ metros}$$

$$B_{casco} = 0.54 \text{ metros}$$

$$D_{casco} = 0.64 \text{ metros}$$

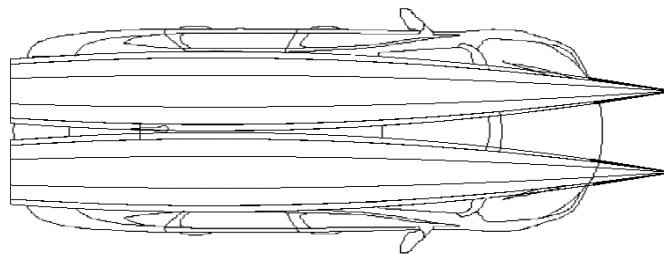


Figura 1 - Barco desmontado em cima do carro (vista superior)

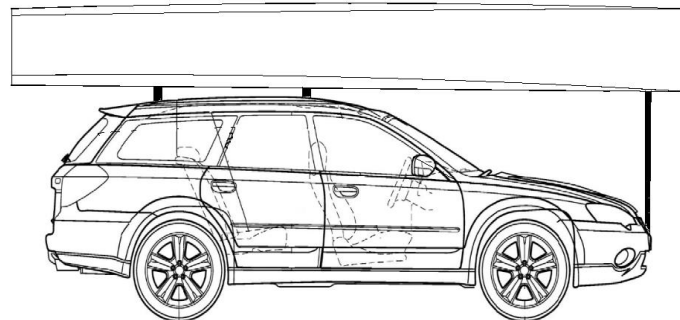


Figura 2 - Barco desmontado em cima do carro (vista lateral)

Montado

$$L_{oa} = 4.50 \text{ metros}$$

$$B_{total} = 2.79 \text{ metros}$$

$$D_{total} = 0.86 \text{ metros}$$

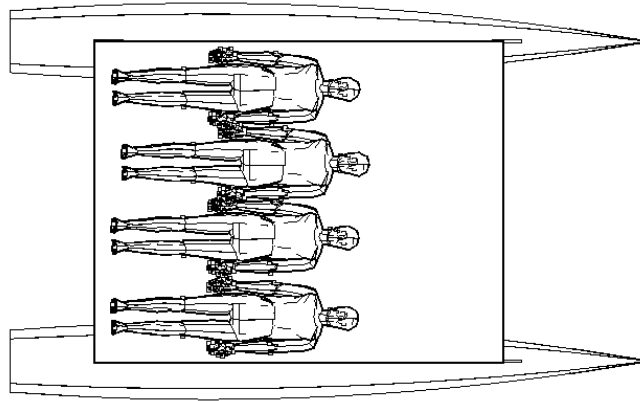


Figura 3 - Barco montado com tripulantes deitados (vista superior)

O pontal de cada casco (D_{casco}) foi definido por experiência e intuição, com o objetivo de obter uma borda livre segura na condição de carregamento máximo. Testes de equilíbrio e estabilidade foram realizados (estão apresentados nos capítulos 8 e 9) para checar se a borda livre em carregamento máximo atende aos critérios de segurança estabelecidos pela NORMAM 03/DPC [1].

O pontal total (D_{total}) refere-se a distância vertical entre a linha de base e o cockpit, com o barco montado. Esta medida foi definida visando garantir um afastamento entre o cockpit e a linha d'água.

5. Arranjo Geral

A partir das premissas de projeto e das dimensões principais definidas anteriormente temos uma caracterização mais bem definida da embarcação. Com isso, foi possível a elaboração de um arranjo geral (Figura 4).

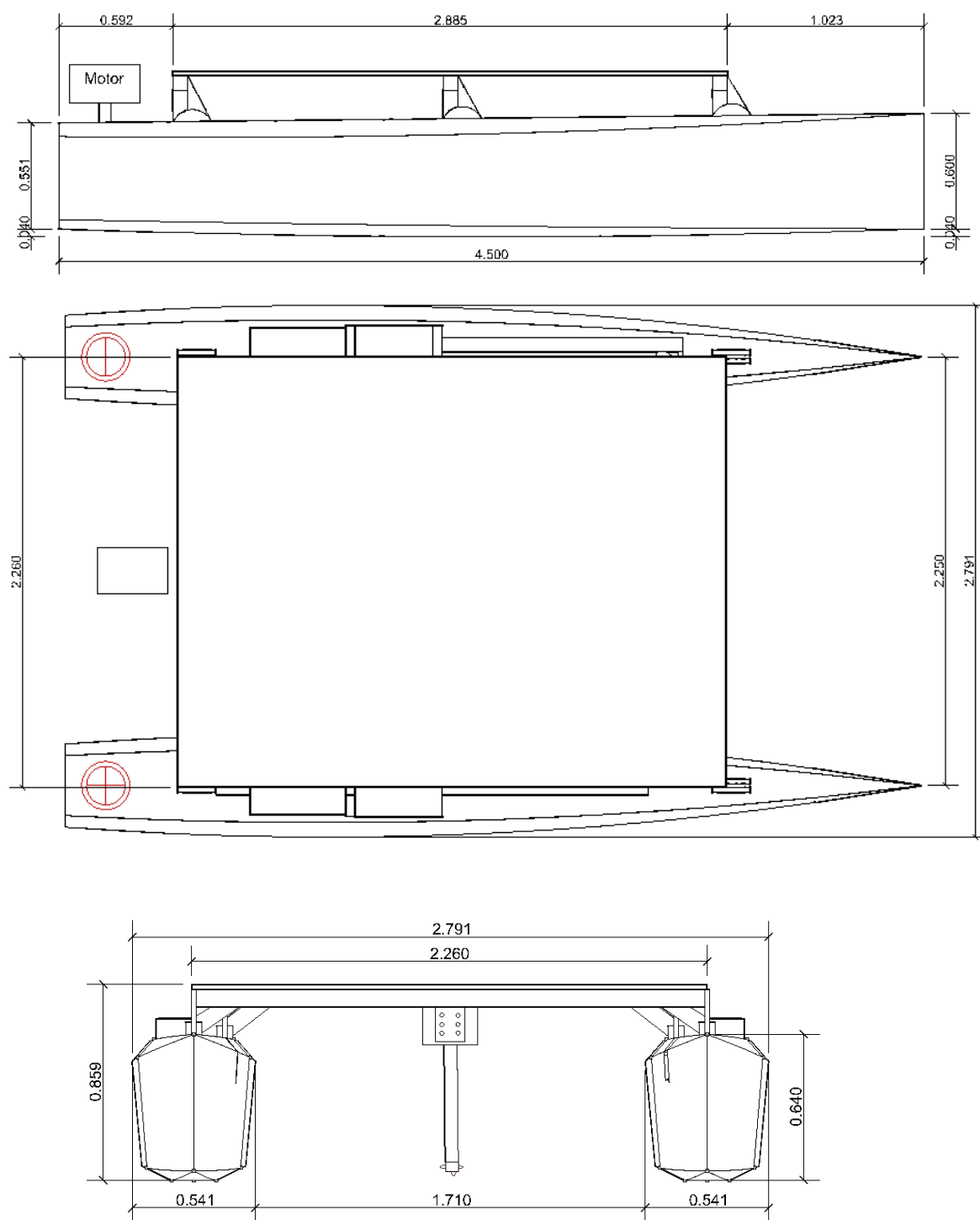


Figura 4 - Arranjo Geral

6. Forma

A forma do casco e convés foi desenhada, com auxílio do software Rhinoceros, de maneira a ser possível construir pelo método de construção proposto. Logo temos uma forma de casco quinado completamente desenvolvível, com curvaturas possíveis de serem feitas em chapas de compensado naval de 4 milímetros de espessura.

Na Figura 5 está apresentado o plano de linhas.

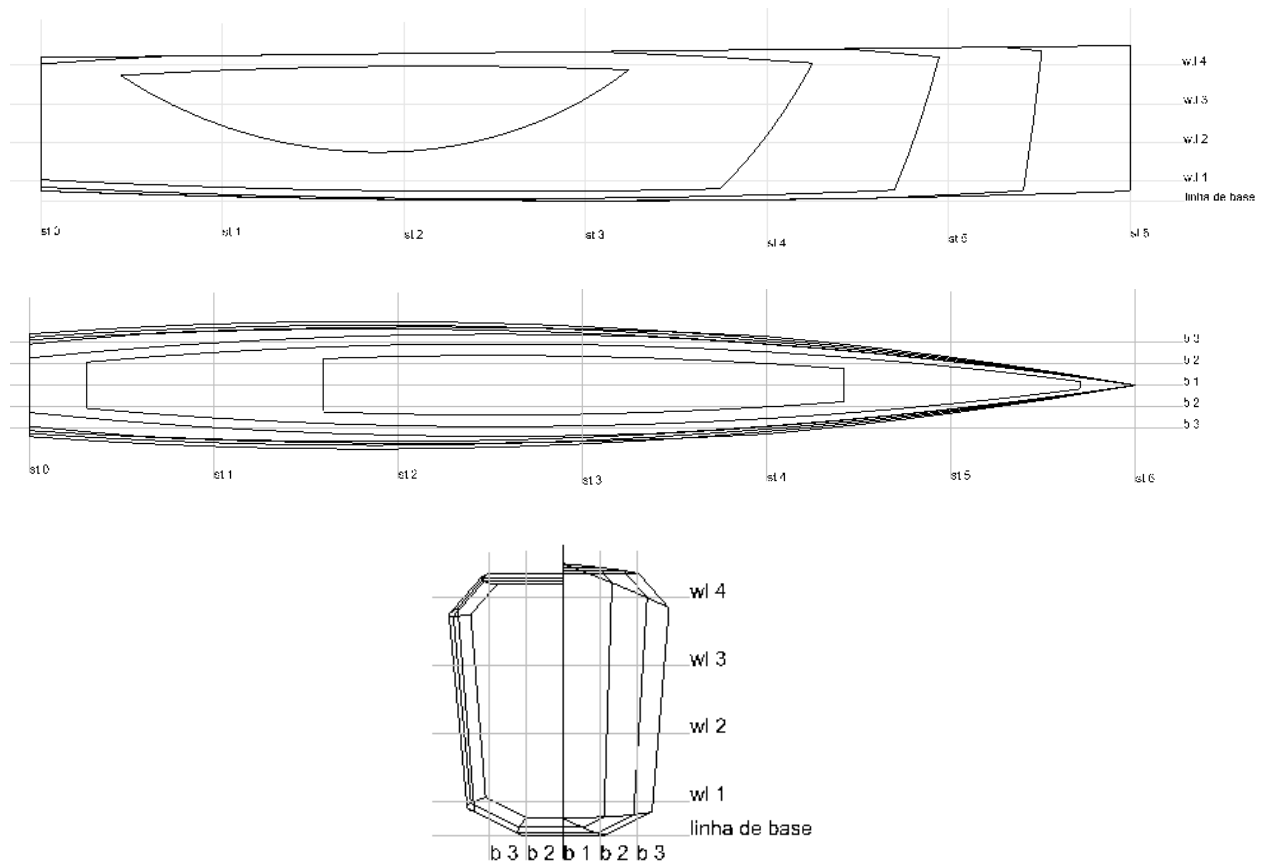


Figura 5 - plano de linhas

6.1 Casco

O casco consiste em 6 cortes de chapas de compensado naval de 4 milímetros de espessura e laminadas com fibra de vidro e resina epóxi.

O compensado de 4 milímetros é indicado devido a seu baixo peso e facilidade de conformação.

Os cortes das peças planificadas de compensado estão apresentados na Figura 6.

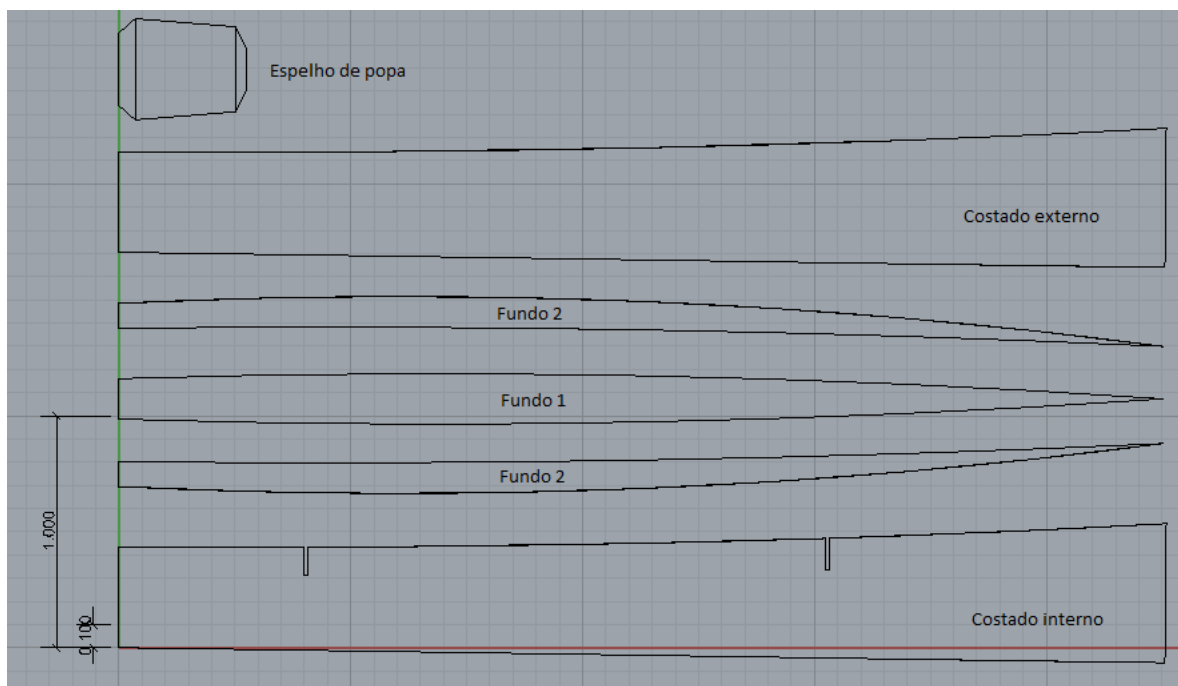


Figura 6 - Corte das chapas do casco

6.2 Convés

No chapeamento do convés temos alguns detalhes especiais que estão descritos e especificados a seguir.

Furos para colocação de tampas de inspeção

Recomenda-se a instalação duas tampas de inspeção para vistoria e armazenamento de utensílios e equipamentos no interior do casco. A Figura 7 demonstra os locais de instalação.

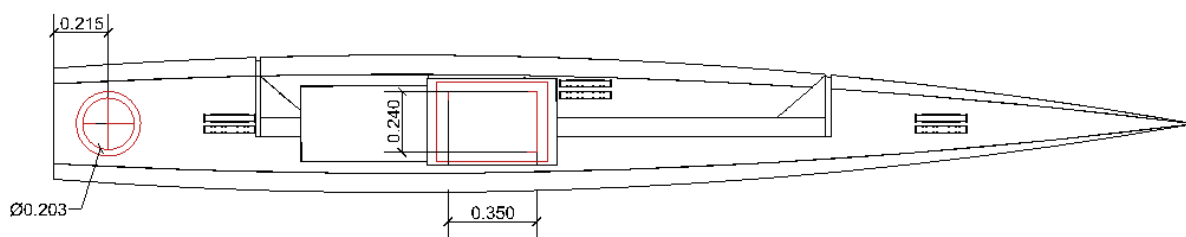


Figura 7 - Local de instalação das tampas de inspeção

Características da tampa redonda de popa (Figura 8):

- Diâmetro do furo: 8 polegadas
- Diâmetro total: 10 polegadas



Figura 8 - Tampa de inspeção redonda

Características da tampa retangular de meia nau (Figura 9):

- Dimensão do furo: 35 x 24 cm
- Dimensão total: 44 x 31,5 cm



Figura 9 - Tampa de inspeção retangular

Espaço para alocação do tanque de combustível

Os tanques de combustível são portáteis e existe no convés um espaço específico para o seu posicionamento conforme ilustram as Figuras 10 e 11.

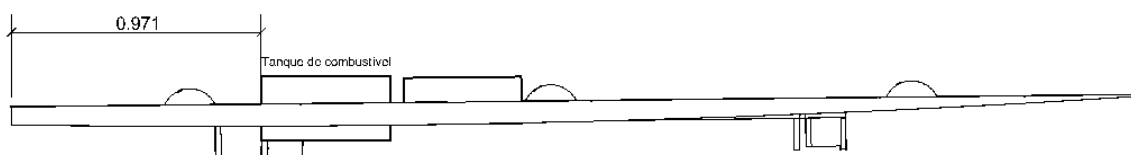


Figura 10 - Posicionamento do tanque de combustível (vista lateral)

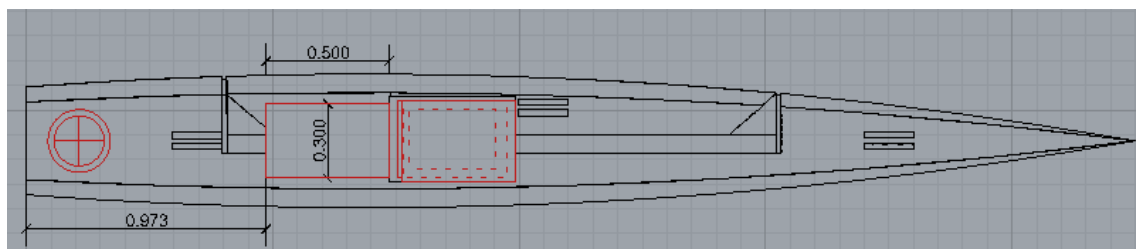


Figura 11 - Posicionamento do tanque de combustível (vista superior)

Espaço para alocação de um cooler ou isopor

A vante do tanque de combustível há uma reentrância no convés, no mesmo local do furo para instalação da tampa de inspeção retangular, que pode ser colocado um isopor ou cooler (Figura 12).

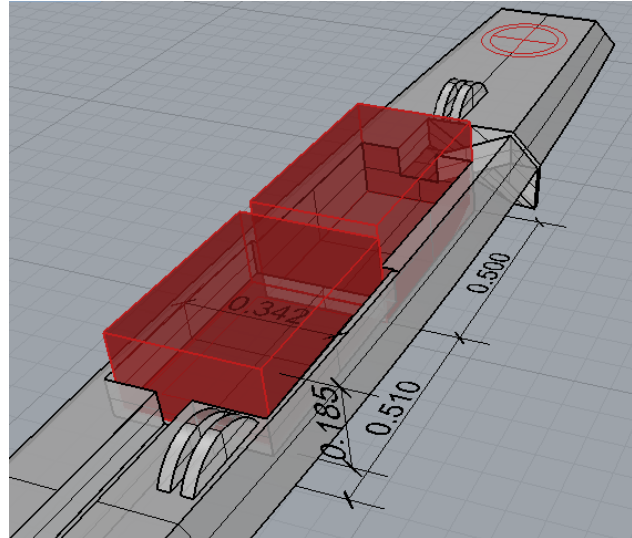


Figura 12 - Tanque de combustível e isopor alocados

Reentrância para encaixe dos travessões para transporte

Os travessões de união dos cascos são alocados em reentrâncias no convés para o transporte. O convés do casco de boreste possui espaço para guardar um travessão (o de ré, que possui suporte para fixação do motor de popa). E o convés do casco de bombordo possui espaço para guardar os dois outros travessões. As Figuras 13 e 14 demonstram tais reentrâncias no convés de cada casco.

Essas reentrâncias funcionam também como canais de esgotamento de água do convés.

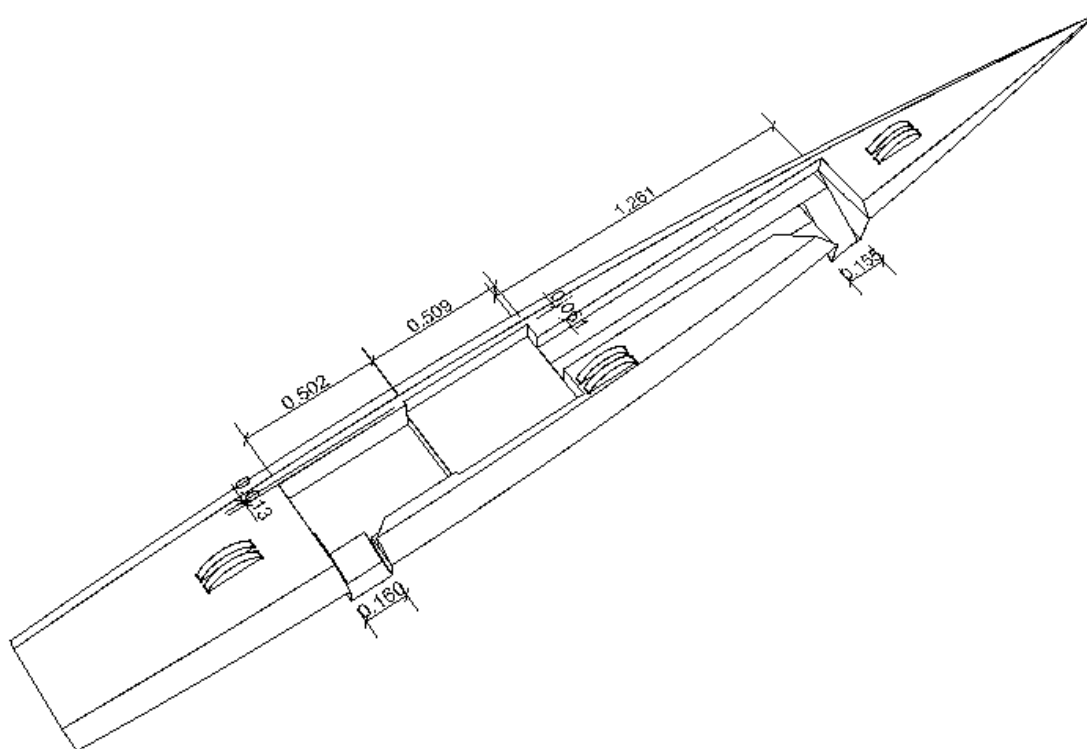


Figura 13 - Convés casco bombordo

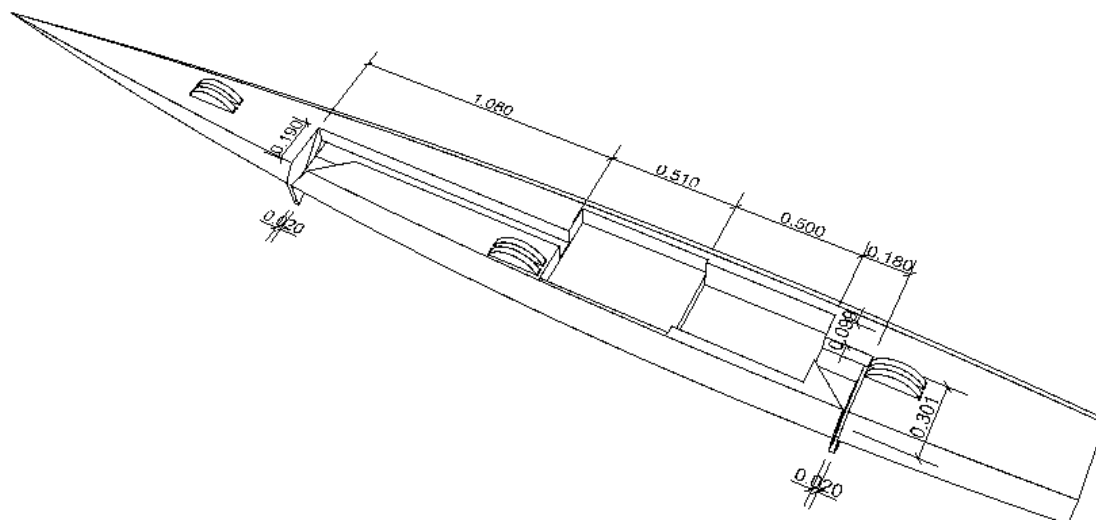


Figura 14 - Convés casco boreste

Suportes para fixação dos travessões

Os travessões são parafusados em suportes de formato meia-lua, colados no convés com resina epóxi. Os suportes possuem as dimensões conforme ilustrado na Figura 15 e podem ser feitos colando-se as sobras das chapas de compensado até atingir a espessura especificada de 2,5 centímetros. Recomenda-se a utilização de dois parafusos sextavados

de ½ polegada de diâmetro, 8 centímetros de comprimento mínimo e porcas para fixação dos travessões.

As Figuras 16 e 17 demonstram seus locais de fixação nos conveses.

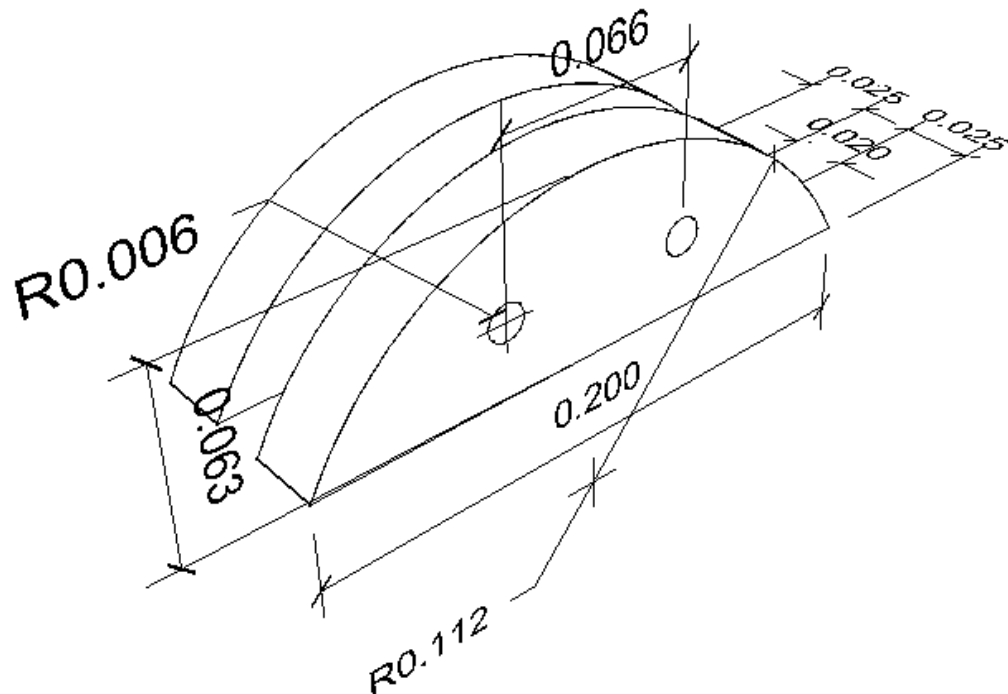


Figura 15 - Suporte travessões

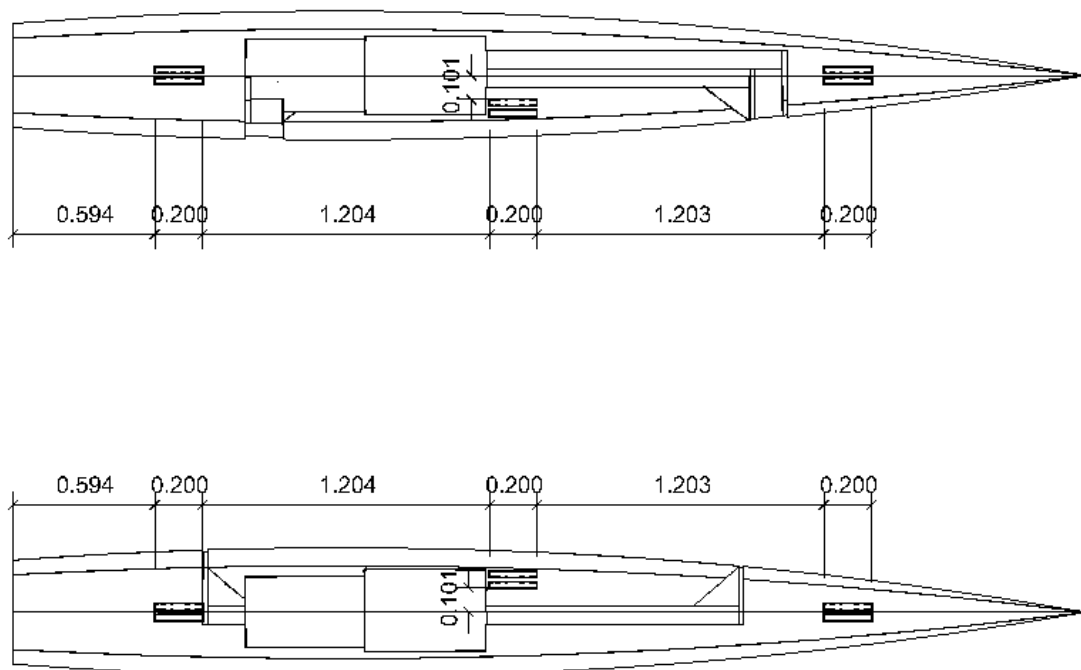


Figura 16 - Posicionamento dos suportes

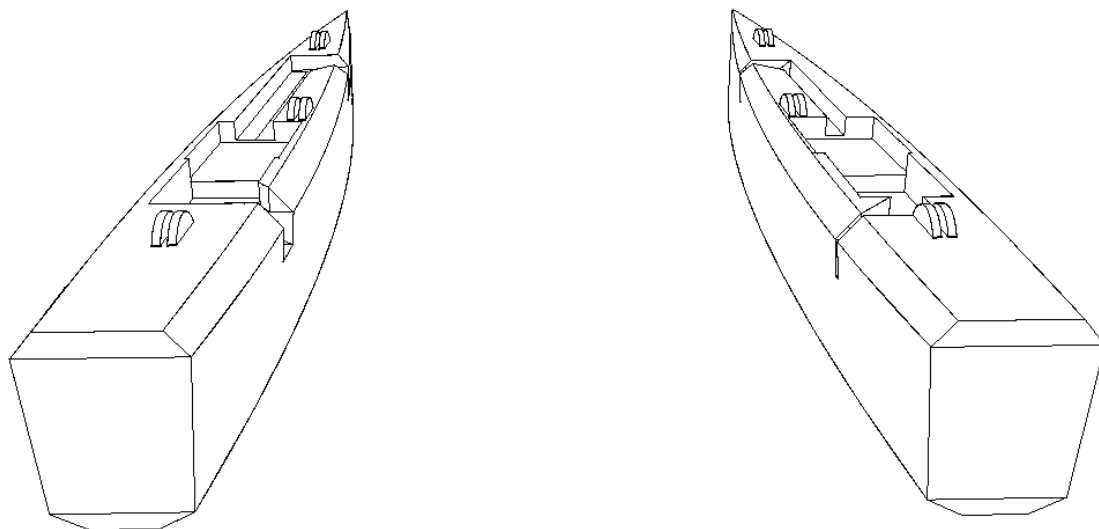


Figura 17 - Visualização casco e convés em perspectiva

Bujão de dreno

Na parte inferior do espelho de popa deve ser instalado um bujão de dreno para esgotamento da água de porão. Os escalopes recortados em cada caverna permitem a passagem da água por todo o porão e seu esgotamento através do bujão (figura 18).



Figura 18 - Bujão de dreno

Os cortes das peças planificadas dos convéses estão apresentados nas Figuras 19 e 20.

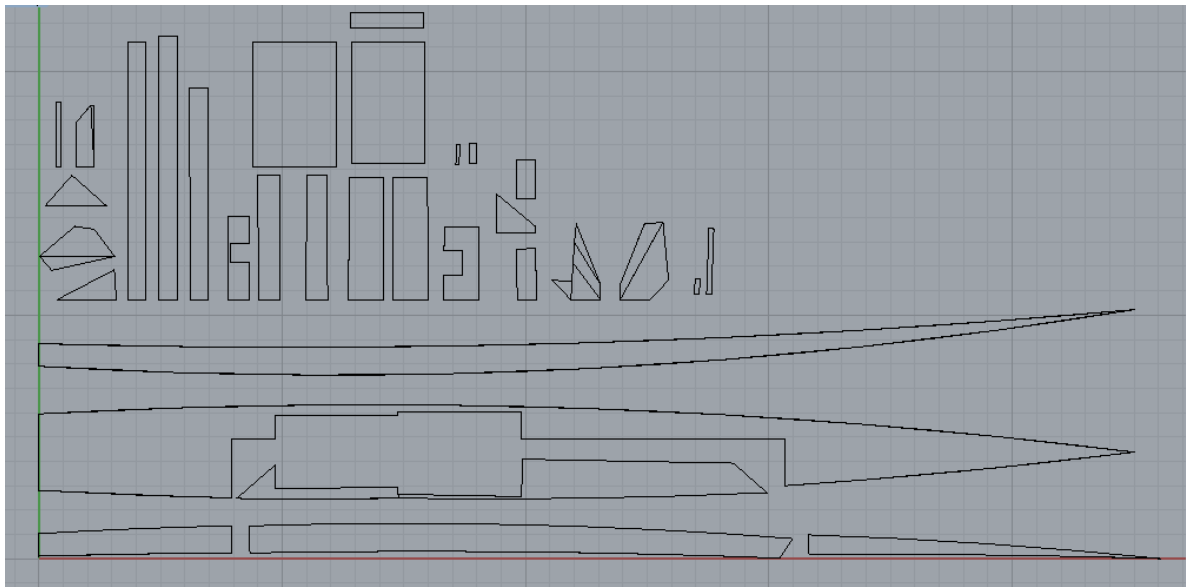


Figura 19 - Cortes do convés de boreste

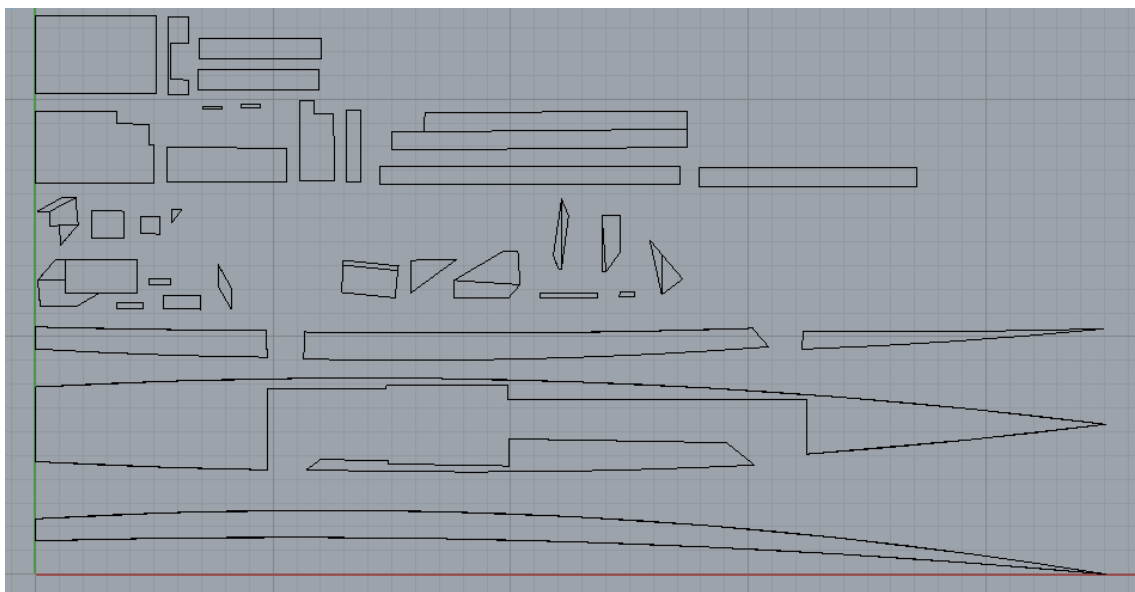


Figura 20 - Cortes do convés de bombordo

7. O processo stitch-and-glue

Este método construtivo, ilustrado na Figura 21, foi escolhido pois é de fácil aplicação, exige utilização de poucas e simples ferramentas, o material utilizado é de fácil acesso e o resultado final obtido é de alta qualidade, garantindo longa durabilidade e mínima manutenção.

O processo de construção do casco se resume no seguinte:

Após a fabricação em bancada (corte das chapas de compensado naval) da estrutura transversal, as cavernas, estas são fixadas em pé sobre uma base nivelada, conhecida como picadeiro. Então são unidas às peças de madeira longitudinais (quilhas e chines), quando houverem. Sobre esta estrutura é pregado e colado com epóxi as chapas de compensado naval. Uma vez todo coberto o casco com compensado, são aplicadas as camadas de fibra de vidro saturadas com resina (poliéster ou epóxi). Uma vez curada a resina é então feita a lixagem externa para que o casco possa ser pintado. Para o convés repete-se a operação. Internamente o compensado e toda a estrutura devem ser saturados com duas mãos de resina epóxi para impermeabilização, garantindo desta forma maior durabilidade.

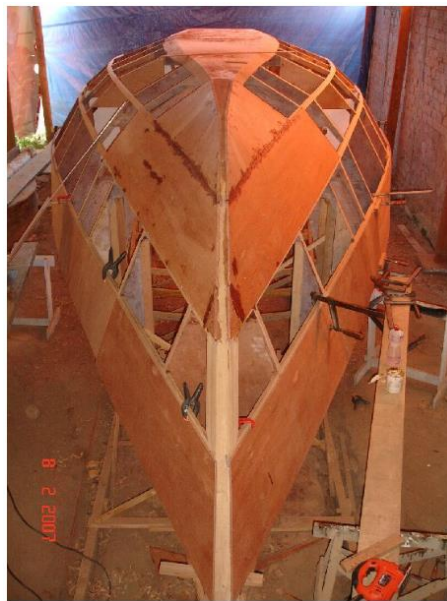


Figura 21 - exemplo de construção stitch-and-glue

8. Equilíbrio

Foram realizados testes, utilizando o software Maxsurf Hidromax, para a verificação do equilíbrio da embarcação em três condições de carregamento distintas mais a condição sem carregamento (peso leve).

Inicialmente foram estimados os pesos de todos os sistemas a bordo para a realização de testes preliminares de equilíbrio. Neste relatório estão apresentados apenas os testes de equilíbrio final, após o cálculo de todos os pesos a bordo.

Condição sem carregamento (peso leve)

A distribuição de massas para esta condição está expressa na tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição de massas (peso leve)

Peso Leve				
Item	Massa (kg)	Xg	Yg	Zg
Cascos	69.07	2.03	-0.01	0.35
Travessões	10.8	2.03	0	0.79
Motor	20	0.3	0	0.73
Âncoragem	4	2.12	1.06	0.06
Piso cockpit	46.12	2.02	0	0.84
Tanques Comb.	4	1.23	0	0.57
Total	153.99	1.78	0.02	0.58

Condição de equilíbrio (peso leve):

Tabela 2 - equilíbrio condição sem carregamento (peso leve)

Draft Amidsh. m	0,069
Displacement kg	154
Heel to Starboard degrees	0,04
Draft at FP m	0,049
Draft at AP m	0,090
Draft at LCF m	0,073
Trim (+ve by stern) m	0,042
WL Length m	4,500
WL Beam m	2,706
Wetted Area m ²	3,488
Waterpl. Area m ²	3,077
Prismatic Coeff.	0,651
Block Coeff.	0,500
Midship Area Coeff.	0,771
Waterpl. Area Coeff.	0,749
LCB from Amidsh. (+ve fwd)	-0,475
LCF from Amidsh. (+ve fwd)	-0,401
KB m	0,046
KG fluid m	0,580
BMt m	26,196
BML m	24,836
GMt m	25,662
GML m	24,302
KMt m	26,242
KML m	24,882
Immersion (TPc) tonne/cm	0,032
MTc tonne.m	0,008
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	68,96
Max deck inclination deg	0,5
Trim angle (+ve by stern) deg	0,5

Condição de carregamento leve

A distribuição de massas para esta condição está expressa na tabela 3.

Tabela 3 – Distribuição de massas (carregamento leve)

Carregamento Leve				
Item	Massa (kg)	Xg	Yg	Zg
1 pessoa	75	0.9	-0.3	1.15
Combustível	18.12	1.73	1.14	0.55
Total	93.12	1.06	-0.02	1.03

Condição de equilíbrio (carregamento leve):

Tabela 4 - Condição de equilíbrio carregamento leve

Draft Amidsh. m	0,091
Displacement kg	247
Heel to Starboard degrees	0,02
Draft at FP m	0,024
Draft at AP m	0,157
Draft at LCF m	0,103
Trim (+ve by stern) m	0,132
WL Length m	4,259
WL Beam m	2,714
Wetted Area m²	3,905
Waterpl. Area m²	3,086
Prismatic Coeff.	0,630
Block Coeff.	0,516
Midship Area Coeff.	0,850
Waterpl. Area Coeff.	0,781
LCB from Amidsh. (+ve fwd)	-0,761
LCF from Amidsh. (+ve fwd)	-0,431
KB m	0,068
KG fluid m	0,750
BMt m	16,379
BML m	14,926
GMt m	15,697
GML m	14,244
KMt m	16,447
KML m	14,994
Immersion (TPc) tonne/cm	0,032
MTc tonne.m	0,008
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	67,693
Max deck inclination deg	1,7
Trim angle (+ve by stern) deg	1,7

Condição de carregamento médio

A distribuição de massas para esta condição está expressa na tabela 5.

Tabela 5 - Distribuição de massas (carregamento médio)

Carregamento Médio				
Item	Massa (kg)	Xg	Yg	Zg
2 pessoas	150	2.1	-0.05	1.15
2 mochilas	30	2	0	0.12
Combustível	36.24	1.21	0	0.6
Total	216.24	1.94	-0.0347	0.9149

Condição de equilíbrio (carregamento médio):

Tabela 6 - Condição de equilíbrio carregamento médio

Draft Amidsh. m	0,139
Displacement kg	370
Heel to Starboard degrees	-0,07
Draft at FP m	0,130
Draft at AP m	0,149
Draft at LCF m	0,141
Trim (+ve by stern) m	0,019
WL Length m	4,500
WL Beam m	2,719
Wetted Area m ²	4,789
Waterpl. Area m ²	3,159
Prismatic Coeff.	0,714
Block Coeff.	0,606
Midship Area Coeff.	0,861
Waterpl. Area Coeff.	0,749
LCB from Amidsh. (+ve fwd)	-0,379
LCF from Amidsh. (+ve fwd)	-0,401
KB m	0,081
KG fluid m	0,776
BMT m	11,195
BML m	10,603
GMT m	10,500
GML m	9,908
KMT m	11,276
KML m	10,684
Immersion (TPc) tonne/cm	0,032
MTc tonne.m	0,008
RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1)	67,844
Max deck inclination deg	0,3
Trim angle (+ve by stern) deg	0,2

Condição de carregamento máximo

A distribuição de massas para esta condição está expressa na tabela 7.

Tabela 7 - Distribuição de massas (carregamento máximo)

Carregamento Máximo				
Item	Massa (kg)	Xg	Yg	Zg
4 pessoas	300	2.05	0	1
4 mochilas	40	1.82	0	0.12
Gelo	10	1.76	-1.15	0.59
Combustível	36.24	1.21	0	0.6
Total	386.24	1.94	-0.0298	0.8607

Condição de equilíbrio (carregamento máximo):

Tabela 8 - Condição de equilíbrio carregamento máximo

Draft Amidsh. m	0,193
Displacement kg	540
Heel to Starboard degrees	-0,13
Draft at FP m	0,193
Draft at AP m	0,193
Draft at LCF m	0,193
Trim (+ve by stern) m	0,000
WL Length m	4,500
WL Beam m	2,728
Wetted Area m²	5,791
Waterpl. Area m²	3,223
Prismatic Coeff.	0,729
Block Coeff.	0,626
Midship Area Coeff.	0,877
Waterpl. Area Coeff.	0,749
LCB from Amidsh. (+ve fwd)	-0,356
LCF from Amidsh. (+ve fwd)	-0,402
KB m	0,108
KG fluid m	0,780
BMt m	7,829
BML m	7,410
GMT m	7,157
GML m	6,738
KMt m	7,938
KML m	7,518
Immersion (TPc) tonne/cm	0,033
MTc tonne.m	0,008
RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1)	67,484
Max deck inclination deg	0,1
Trim angle (+ve by stern) deg	0,0

Considerando o tamanho da embarcação e a influência que a movimentação de pequenas cargas gera no seu equilíbrio, temos que o arranjo e a forma propostos estão satisfatórios. Verifica-se a partir dos resultados obtidos que a embarcação apresenta trim e banda aceitável para todas as condições de carregamento calculadas.

9. Estabilidade

A verificação de estabilidade foi feita de acordo com o critério de estabilidade do Anexo 6-G da NORMAM 02/DPC [2], segundo recomendação da NORMAM 03/DPC [1] para embarcações de esporte e/ou recreio com comprimento menor que 24 metros.

A análise realizada neste capítulo foi feita utilizando o software Maxsurf Hydromax e Rhinoceros.

Para os fins específicos de aplicação dos procedimentos apresentados em [2], são assumidas as seguintes definições:

a) “**b**” - largura da embarcação medida por fora do costado no nível do convés principal, no local onde foi efetuada a medição do parâmetro “BL” (Figura 22).

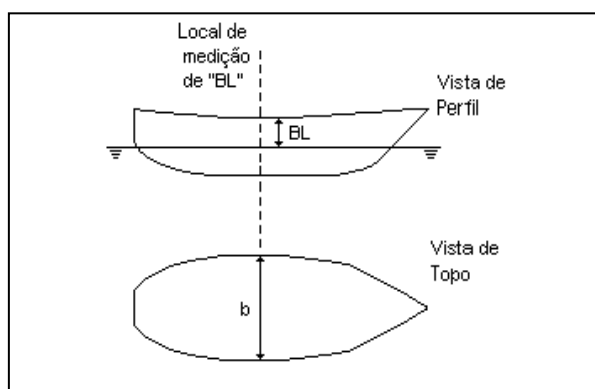


Figura 22 - local de medição de "b"

b) “**BL**” - distância mínima medida entre o topo do convés principal, junto à borda, e à linha de flutuação da embarcação, na condição de carregamento total. O local de medição deste parâmetro é apresentado na Figura 23.

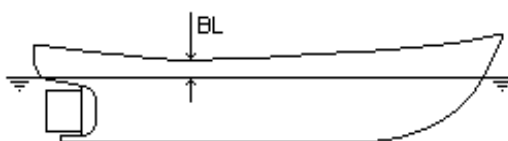


Figura 23 - local de medição de "BL"

A medida do parâmetro “BL” deve ser feita no local correspondente à menor distância entre o topo do convés principal e a linha de flutuação da embarcação.

Será necessária a determinação de dois valores distintos para o parâmetro “BL”, denominados “BL1” e “BL2”, correspondentes às medidas das seguintes condições:

- **BL1** - medida na condição de equilíbrio com os passageiros, em lotação máxima, sem trim e sem banda; e
- **BL2** - medida na condição de equilíbrio com os passageiros, em lotação máxima, agrupados em um bordo.

Os critérios para avaliação dos resultados estão expressos a seguir:

Para a lotação máxima, a embarcação deverá atender aos seguintes critérios:

- $((BL\ 1 - BL\ 2) / b) \leq K\ 1$
- $(BL\ 1 - BL\ 2) \leq K\ 2 \times BL\ 1$

onde:

K1, K2 - coeficientes que variam em função das características das embarcações e das áreas de navegação, conforme indicado na Tabela 9.

Tabela 9 - Tabela coeficientes estabilidade Anexo 6-G NORMAM 02/DPC

Tipo de embarcação	Área de navegação	K 1	K 2
I	1	0,134	0,90
II	1	0,134	0,90
III	1	0,106	0,70
IV	1	0,088	0,50
I	2	0,106	0,70
II	2	0,088	0,70
III	2	0,088	0,50
IV	2	-	-
I	3	0,088	0,50
II	3	-	-
III	3	-	-
IV	3	-	-

A embarcação é projetada para navegação interior área 1; áreas abrigadas, tais como lagos, lagoas, baías, rios e canais onde normalmente não sejam verificadas ondas com alturas significativas que não apresentem dificuldades ao tráfego das embarcações.

Relativo às aberturas de casco e convés, a embarcação se enquadra na classificação TIPO I; embarcação sem quaisquer aberturas no costado através das quais possa haver um alagamento progressivo e cujas aberturas no convés principal, quando existentes, possuem tampas estanques no tempo.

Foi utilizado o software Rhinoceros para simular a condição imposta pela regra, alocando todos os passageiros agrupados a boreste (condição mais crítica – Figura 24). Assim foi possível medir as posições dos centros de gravidade de cada passageiro e inseri-las no software Hydromax.

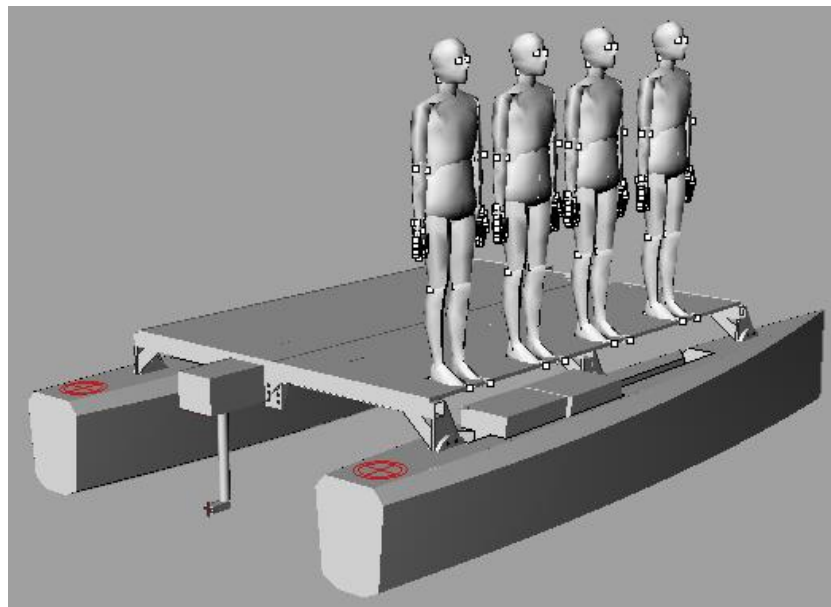


Figura 24 - condição crítica de estabilidade

Após rodar o Hydromax obteve-se a seguinte condição de equilíbrio (Tabela 10).

Tabela 10 - Condição de equilíbrio passageiros agrupados a boreste

Draft Amidsh. m	0,185
Displacement kg	540
Heel to Starboard degrees	-4,38
Draft at FP m	0,153
Draft at AP m	0,218
Draft at LCF m	0,191
Trim (+ve by stern) m	0,066
WL Length m	4,500
WL Beam m	2,737
Wetted Area m ²	5,681
Waterpl. Area m ²	3,232
Prismatic Coeff.	0,709
Block Coeff.	0,426
Midship Area Coeff.	0,601
Waterpl. Area Coeff.	0,747
LCB from Amidsh. (+ve fwd)	-0,464
LCF from Amidsh. (+ve fwd)	-0,406
KB m	0,086
KG fluid m	1,223
BMt m	7,892
BML m	7,427
GMt m	6,797
GML m	6,332
KMt m	7,978
KML m	7,513
Immersion (TPc) tonne/cm	0,033
MTc tonne.m	0,008
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	64,081
Max deck inclination deg	4,5
Trim angle (+ve by stern) deg	0,8

A partir de tal condição de equilíbrio e da condição de equilíbrio expressa na tabela 8, pode-se calcular BL1, BL2 e b. A seguir são apresentados os resultados da análise.

$$BL\ 1 = 0.32$$

$$BL\ 2 = 0.20$$

$$b = 2.68$$

Critério 1:

$$((BL\ 1 - BL\ 2) / b) \leq K\ 1$$

$$((0.32 - 0.20)/2.68) \leq 0.134$$

$$0.045 \leq 0.134 \quad \mathbf{ok}$$

Critério 2:

$$(BL\ 1 - BL\ 2) \leq K\ 2 \times BL\ 1$$

$$0.32 - 0.20 \leq 0.9 \times 0.32$$

$$0.12 \leq 0.29 \quad \text{ok}$$

Como visto acima, é provado que a embarcação passa nos critérios de estabilidade intacta estabelecidos pela NORMAM para lotação de 4 passageiros.

10.Sistema Propulsivo

O sistema propulsivo é composto por 4 itens: motor de popa, mangueira com bulbo, tanques de combustível e suporte do motor.

Motor de popa

Como o objetivo deste barco não é atingir grandes velocidades, e sim ter uma navegação econômica, confortável e segura, no regime de deslocamento e/ou semi-deslocamento, a potência máxima recomendada do motor é de 5 hp. Procurando em catálogos de motores de popa [3], o motor selecionado foi o Mercury 5 hp - 2 tempos – rabeta longa (Figura 25), para garantir a imersão do hélice e um maior afastamento do motor com a superfície do mar.



Figura 25 - Motor de popa Mercury 5 hp

Mangueira

A alimentação de combustível do tanque para o motor é feita através de uma mangueira com bulbo de 1,40 metros de comprimento (Figura 26). Normalmente essa mangueira já é vendida junto com o motor. Ela corre através do travessão de popa amarrada por cabos ou fitas de velcro.

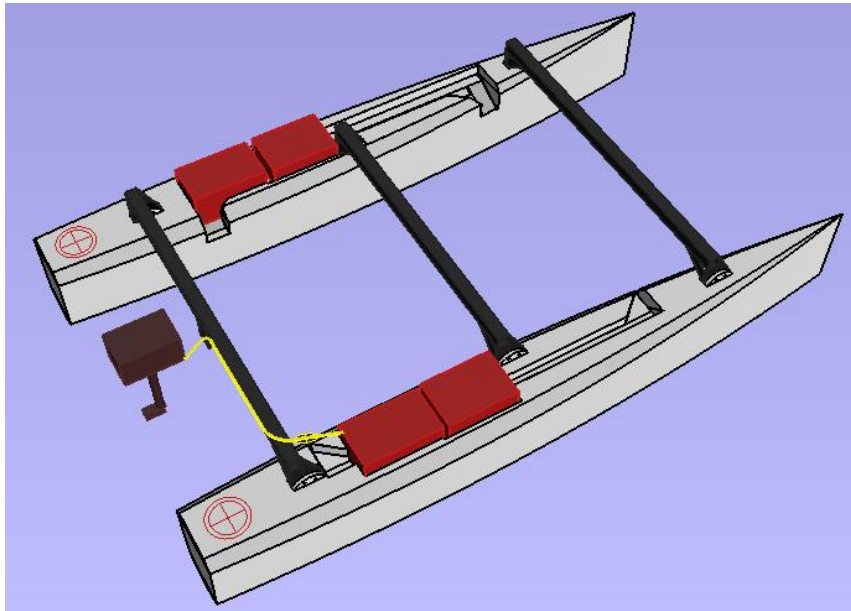


Figura 26 - Percurso mangueira de combustível

Tanques de combustível

No convés há espaço para alocação de dois tanques de combustível de 24 litros cada (Figura 27). Um em cada casco, totalizando um armazenamento de 48 litros de combustível. Segundo especificação do fabricante do motor [3] temos um consumo médio de 3 litros/hora de gasolina. Dessa forma, temos uma autonomia de 16 horas de navegação.

Considerando um passeio durante um feriado de 4 dias, temos uma condição de 3 horas de navegação por dia sem necessidade de abastecimento. E ainda sobrando 12 litros (4 horas de navegação) de reserva.

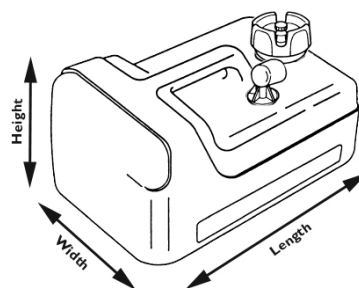


Figura 27 - Tanque de combustível 24 litros

Dimensões do tanque:

Comprimento: 50 centímetros

Largura: 30 centímetros

Altura: 25 centímetros

Suporte do motor

O motor de popa é fixado no travessão através de um suporte de alumínio (Figura 28) encontrado a venda em [4], conforme ilustrado abaixo. Ele possui uma regulação de altura, garantindo assim um melhor desempenho propulsivo para cada condição de carregamento e evitando a emersão do propulsor.

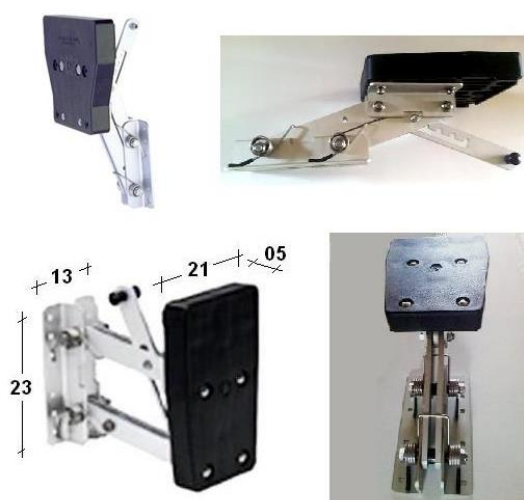


Figura 28 - Suporte motor de popa

11.Estrutura

O projeto estrutural da embarcação foi dividido em duas sessões; estrutura dos cascos e estrutura de união dos cascos (travessões), e estão apresentados nos tópicos a seguir.

11.1 Casco e Cavernas

A topologia estrutural adotada é a utilização apenas de reforçadores transversais, toda a resistência longitudinal é garantida pelos painéis do chapeamento do casco, pelas quinas e pelo convés. Foram utilizadas cavernas gigantes nas regiões de fixação dos travessões. Todas com espessura igual ao do chapeamento do casco, de 4 milímetros. As cavernas estão apresentadas nas Figuras 29, 30, 31 e 32.

Cavernas

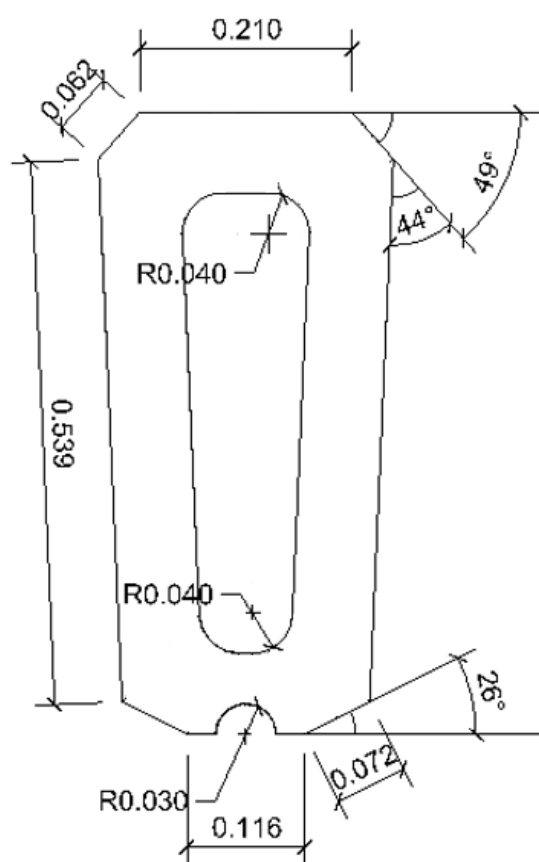


Figura 29 - Caverna de proa (ambos os cascos)

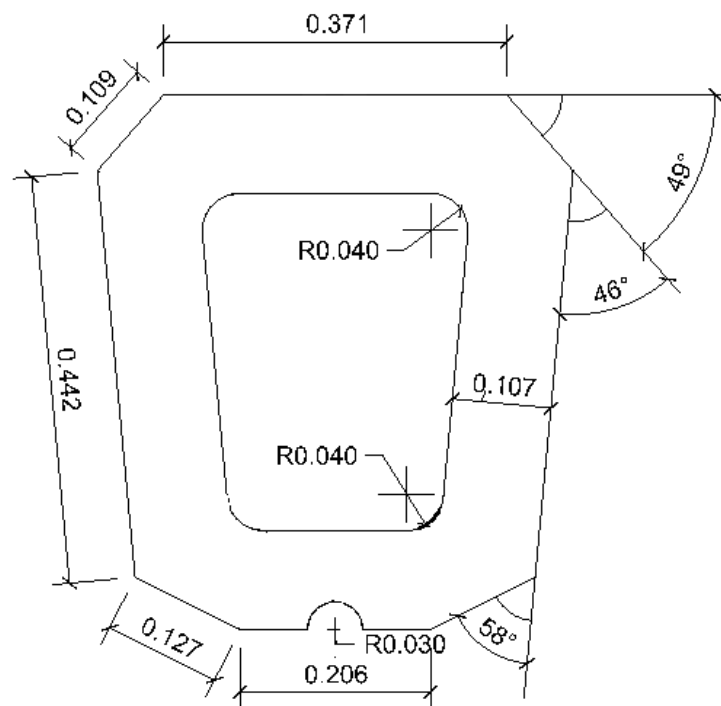


Figura 30 - Caverna de popa (ambos os cascos)

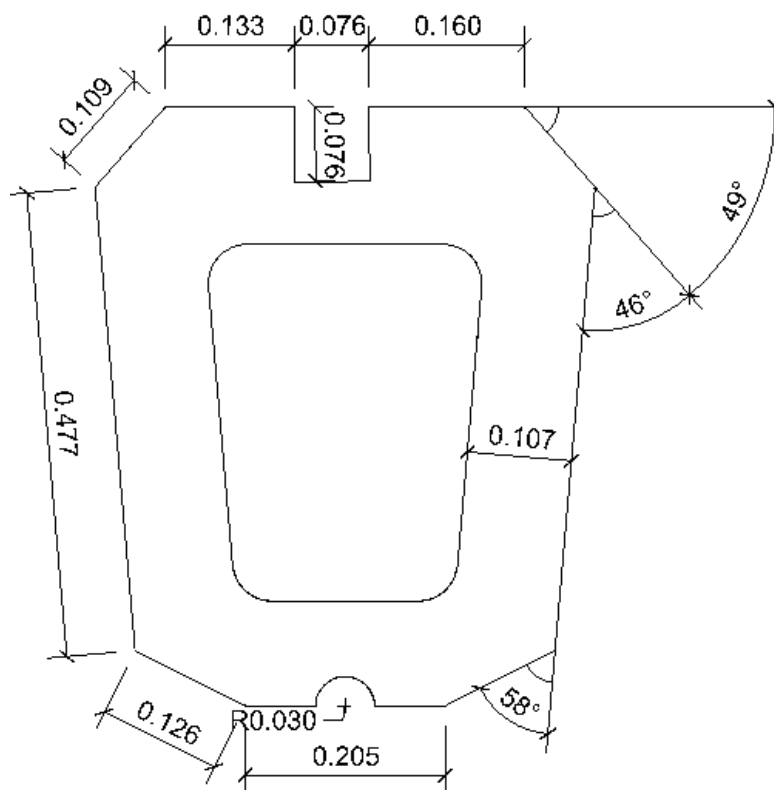


Figura 31 - Caverna central (boreste)

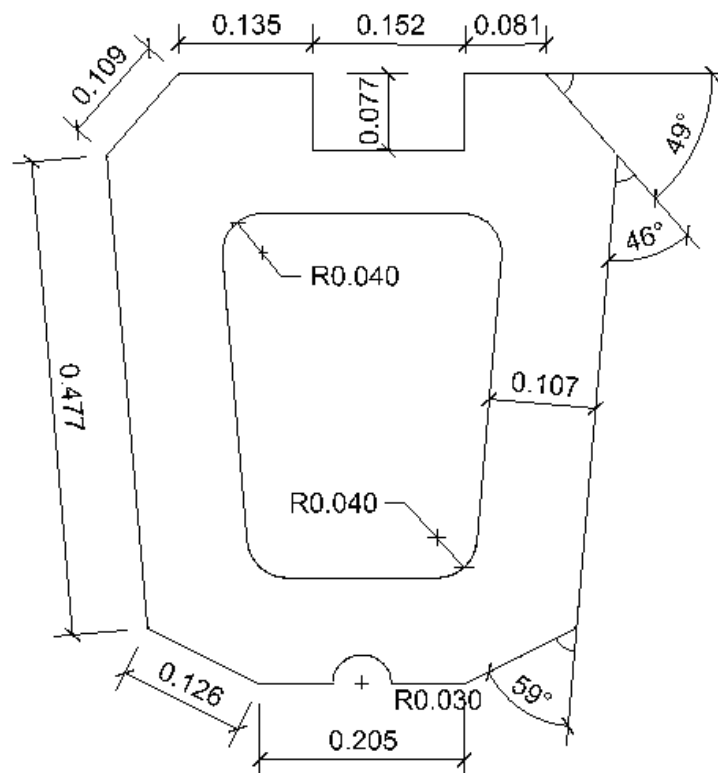


Figura 32 - Caverna Central (bombordo)

Posicionamento das cavernas

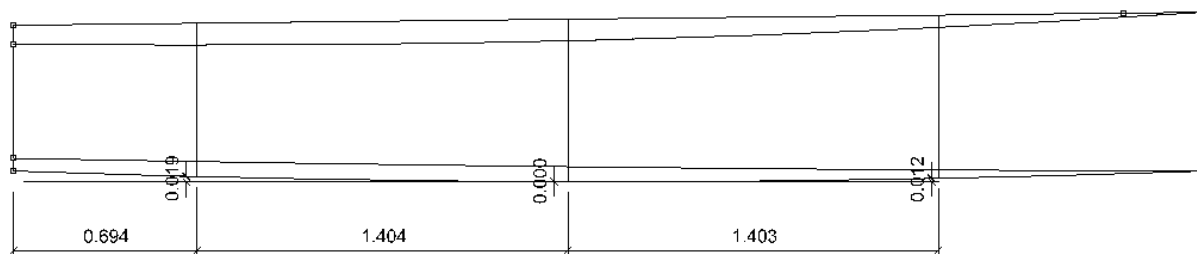


Figura 33 - Posicionamento das cavernas

Laminação

Toda a superfície interna do casco e cavernas deve ser selada com duas camadas de resina epóxi para isolamento e proteção da madeira, garantindo maior durabilidade.

A superfície externa do casco deve ser toda revestida com dupla camada de tecido de fibra de vidro bidirecional de gramatura 200 g/m² e saturadas em resina epóxi. Cada camada de fibra de vidro saturada com resina epóxi foi considerado uma densidade de 400 g/m².

Peso e CG

Para o cálculo de peso e centro de gravidade foi considerado a densidade de 620 kg/m³ para as chapas de compensado naval, segundo [5]. A densidade de 120 g/m² para a camada interna de resina epóxi e 400 g/m² para cada camada externa do composto - fibra de vidro saturada em resina epóxi. A Tabela 11 apresenta os valores de peso e CG do casco reforçado e a Tabela 12 os valores de peso e CG de fibra de vidro e resina epóxi.

Tabela 11 - Peso e CG compensado naval

Peso e CG Compensado Naval								
Chapas	Quantidade	Espessura (m)	Densidade (kg/m3)	Area unit. (m2)	Massa (kg)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Casco Boreste								
Fundo	1	0.004	620	0.73	1.81	1.85	-1.13	0.01
Bojo	2	0.004	620	0.45	2.23	1.85	-1.13	0.03
Costado externo	1	0.004	620	2.23	5.53	2.38	-1.30	0.30
Costado interno	1	0.004	620	2.23	5.53	2.38	-0.95	0.30
Cintado	2	0.004	620	0.39	1.93	1.85	-1.13	0.57
Convés	1	0.004	620	3.05	7.56	1.81	-1.12	0.57
Espelho popa	1	0.004	620	0.21	0.52	0.00	-1.13	0.33
Caverna popa	1	0.004	620	0.17	0.42	0.69	-1.13	0.32
Caverna central	1	0.004	620	0.18	0.45	2.10	-1.13	0.32
Caverna proa	1	0.004	620	0.11	0.27	3.50	-1.13	0.33
TOTAL				9.75	26.26	2.03	-1.12	0.36
Casco Bombordo								
Fundo	1	0.004	620	0.73	1.81	1.85	1.13	0.01
Bojo	2	0.004	620	0.45	2.23	1.85	1.13	0.03
Costado externo	1	0.004	620	2.23	5.53	2.38	1.30	0.30
Costado interno	1	0.004	620	2.23	5.53	2.38	0.95	0.30
Cintado	2	0.004	620	0.39	1.93	1.84	1.13	0.57
Convés	1	0.004	620	2.83	7.02	1.82	1.11	0.57
Espelho popa	1	0.004	620	0.21	0.52	0.00	1.13	0.33
Caverna popa	1	0.004	620	0.17	0.42	0.69	1.13	0.32
Caverna central	1	0.004	620	0.17	0.42	2.10	1.12	0.31
Caverna proa	1	0.004	620	0.11	0.27	3.50	1.13	0.33
TOTAL				9.52	25.69	2.03	1.12	0.35
TOTAL cat					51.96	2.03	-0.01	0.35

Tabela 12 - Peso e CG laminado

Laminação						
Camadas	Densidade (kg/m ²)	Área (m ²)	Massa (kg)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Casco Boreste						
Camada interna	0.120	10.21	1.23	2.03	-1.12	0.36
Camada externa 1	0.400	9.29	3.72	2.03	-1.12	0.36
Camada externa 2	0.400	9.29	3.72	2.03	-1.12	0.36
TOTAL			8.66	2.03	-1.12	0.36
Casco Bombordo						
Camada interna	0.120	9.97	1.20	2.03	1.12	0.35
Camada externa 1	0.400	9.07	3.63	2.03	1.12	0.35
Camada externa 2	0.400	9.07	3.63	2.03	1.12	0.35
TOTAL			8.45	2.03	1.12	0.35
TOTAL cat						
			17.11	2.03	0.00	0.35

11.2 Travessões

A estrutura de união dos cascos consiste em três travessões de alumínio parafusados nos suportes do convés. Um travessão central foi necessário para diminuir o vão entre os travessões de popa e proa, reduzindo a flexão dos painéis do cockpit e possibilitando uma estrutura mais leve.

Devido ao seu baixo peso próprio, o alumínio se mostra um excelente material onde o peso é fundamental nas cargas totais do projeto. Assim também evidencia a vantagem no transporte e montagem do barco. Por suas características, o alumínio é dentre os materiais comercialmente encontrados o de maior taxa resistência/peso. Portando o uso do alumínio pode proporcionar uma estrutura econômica. A sua principal vantagem na aplicação deste projeto é sua grande resistência à corrosão ambiental.

O dimensionamento dos travessões foi feito com base em [6]. Os cálculos foram realizados usando como referência o travessão da popa, que suporta o motor e está sujeito as condições mais críticas de carregamento. O travessão foi considerado uma viga bi apoiada como demonstra a Figura 34.

Para efeitos de cálculo foi considerado um carregamento concentrado de 180 kg no centro do travessão. Simulando o peso de duas pessoas, o peso do motor mais o peso do próprio travessão concentrado.

Abaixo está apresentada a memória de cálculo do dimensionamento dos travessões:

$$m = 180 \text{ kg}$$

$$P = 180 * 9,8 = 1,76 \text{ kN}$$

$$Ra = Rb = \frac{P}{2} = \frac{1,76}{2} = 0,88 \text{ kN}$$

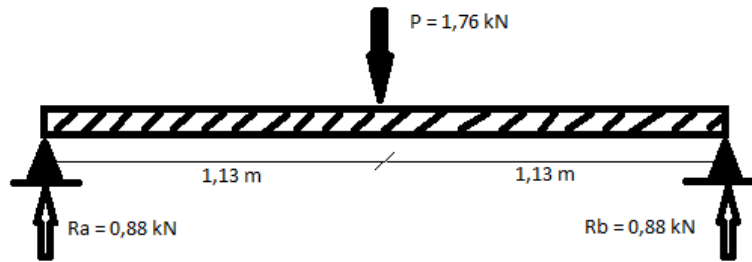


Figura 34 - Viga bi apoiada com carregamento concentrado

Logo temos os seguintes diagramas de força cortante e momento fletor (Figuras 35 e 36).

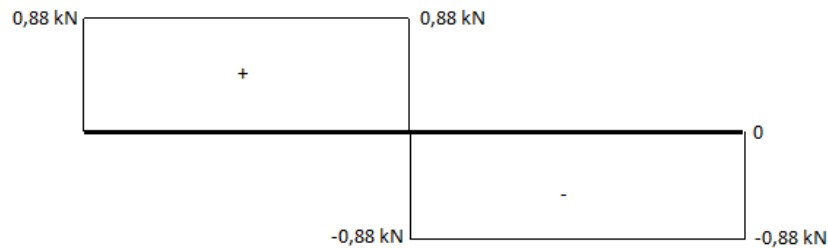


Figura 35 - Diagrama de força cortante

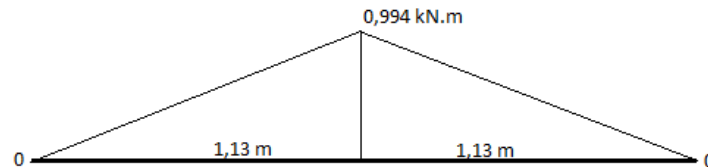


Figura 36 - Diagrama de momento fletor

Propriedades da liga de alumínio. Dados retirados de [6].

$$\sigma_{escoamento} = 255 \text{ MPa}$$

$$\tau_{escoamento} = 140 \text{ MPa}$$

As tensões admissíveis foram consideradas como 50% das tensões de escoamento.

$$\sigma_{adm} = 0,5 * 255 = 127,5 \text{ MPa}$$

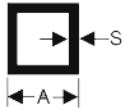
$$\tau_{adm} = 0,5 * 140 = 70 \text{ MPa}$$

Módulo resistente mínimo:

$$W_{\min} = \frac{|M_{\max}|}{\sigma_{adm}} = \frac{994 \text{ N.m}}{127,5 * 10^6 \text{ N/m}^2} = 7,8 * 10^{-6} \text{ m}^3$$

Foram analisados em [7] diversos tubos de alumínio quadrados e o perfil k-115 foi escolhido.

Perfil K-115:



$$A = 76,2 \text{ mm}$$

$$S = 2 \text{ mm}$$

$$\text{Peso} = 1,603 \text{ kg/m}$$

Módulo resistente:

$$W = \frac{I}{\bar{y}} = \frac{\frac{A^4}{12} - \frac{(A-2*S)^4}{12}}{A/2} = \frac{\frac{0,0762^4}{12} - \frac{0,0722^4}{12}}{0,0381} = 14,3 * 10^{-6} \text{ m}^3$$

As Figuras 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43 e 44 ilustram os travessões.

Travessão de popa:

$$m_{travess\tilde{a}o\ popa} = 3,8\ kg$$

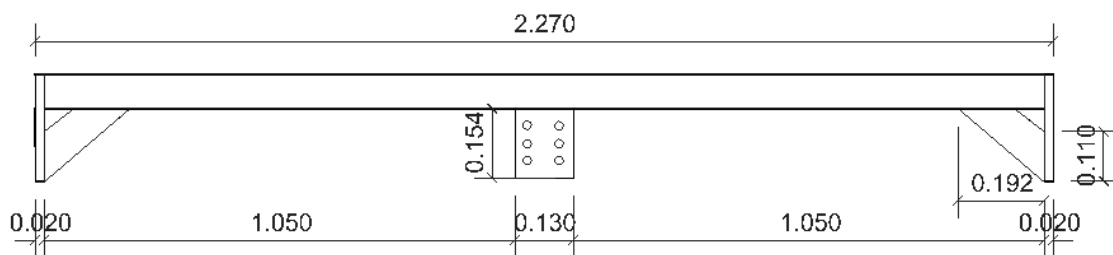


Figura 37 - Travessão de popa (vista frontal)

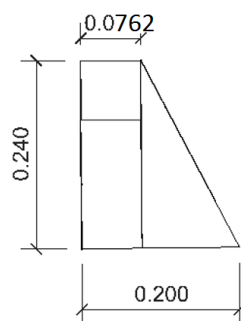


Figura 38 - Travessão de popa (vista lateral)

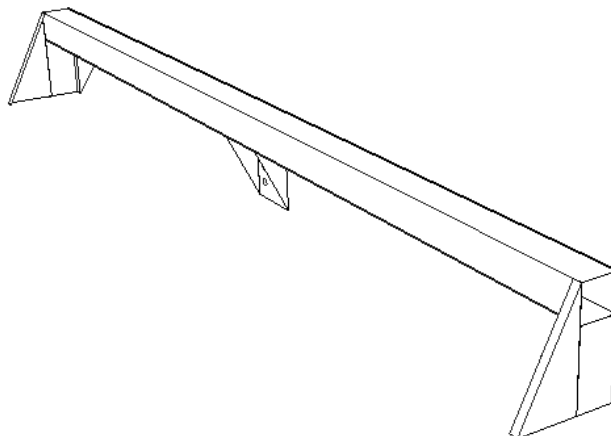


Figura 39 - Travessão de popa (perspectiva)

Travessão central:

$$m_{\text{travessão central}} = 3,2 \text{ kg}$$

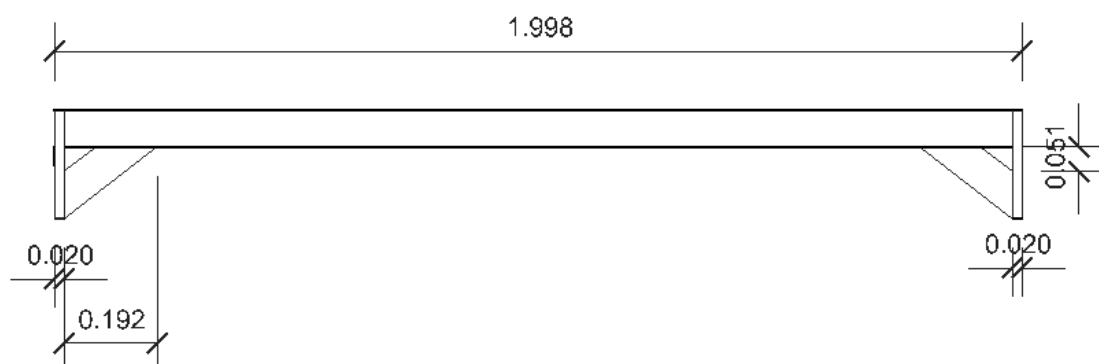


Figura 40 - Travessão central (vista frontal)

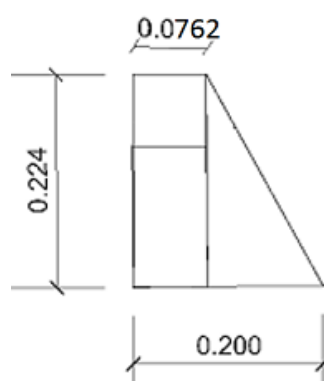


Figura 41 - Travessão central (vista lateral)

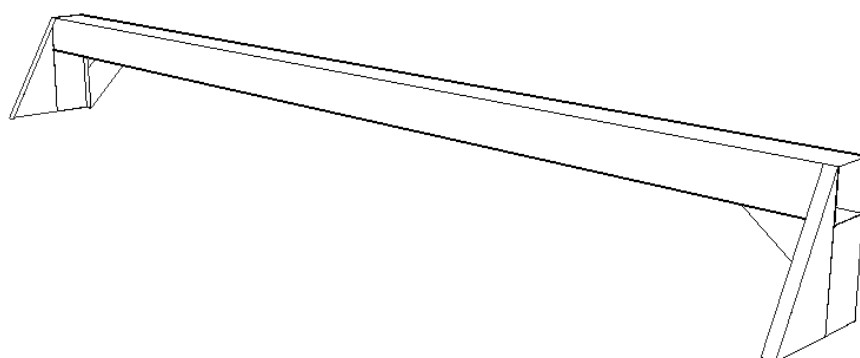


Figura 42 - Travessão central (perspectiva)

Travessão de proa:

$$m_{\text{travessão proa}} = 3,8 \text{ kg}$$

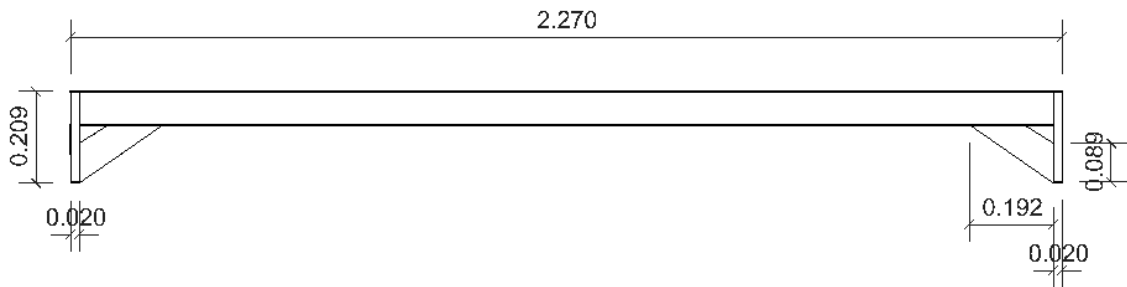


Figura 43 - Travessão de proa (vista frontal)

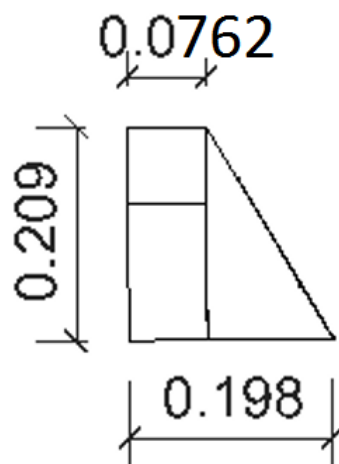


Figura 44 - Travessão de proa (vista lateral)

Para reduzir o cisalhamento nos parafusos é necessário colar na parte interna das extremidades dos travessões peças de madeira conforme ilustrado na Figura 45.

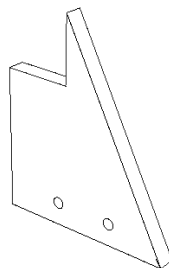


Figura 45 - Peça de madeira para reduzir cisalhamento dos parafusos

12.Cockpit

O cockpit consiste em dois painéis iguais de compensado naval de 12 milímetros de espessura com furos para amarração nos travessões. A Figura 46 ilustra os painéis do cockpit.

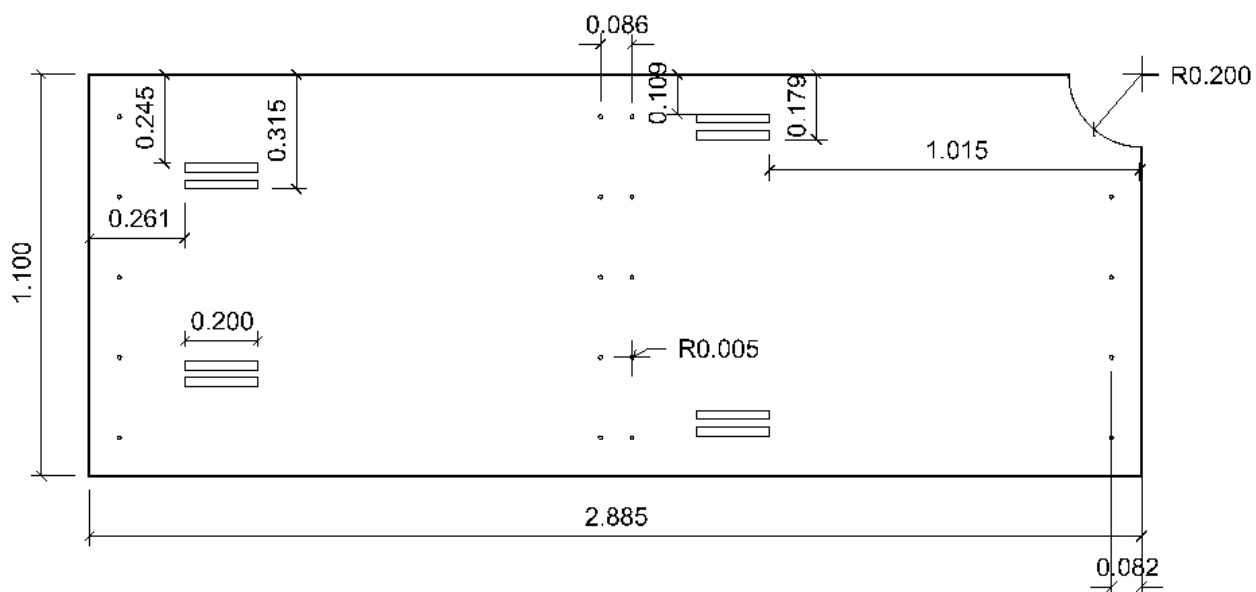


Figura 46 - Piso cockpit

Os furos retangulares são para acomodação dos suportes de fixação dos travessões quando em transporte no rack do carro. Estes servem também para amarrar equipamentos quando em navegação ou como seguradores.

O corte na quina com raio de 20 centímetros serve para a amarração do cabo de âncora no travessão de proa.

12.1 Fechamento do cockpit

Para proteção contra o tempo foi desenvolvido um sistema de cobertura para os tripulantes (Figuras 49, 50 e 51). Este consiste em um toldo com as medidas expressas na figura 47 e seis hastes de alumínio ou madeira de 2 centímetros de diâmetro (Figura 48).

A sua armação é garantida com o auxílio de cabos amarrados a cunhos fixados nas extremidades de popa e proa do convés.

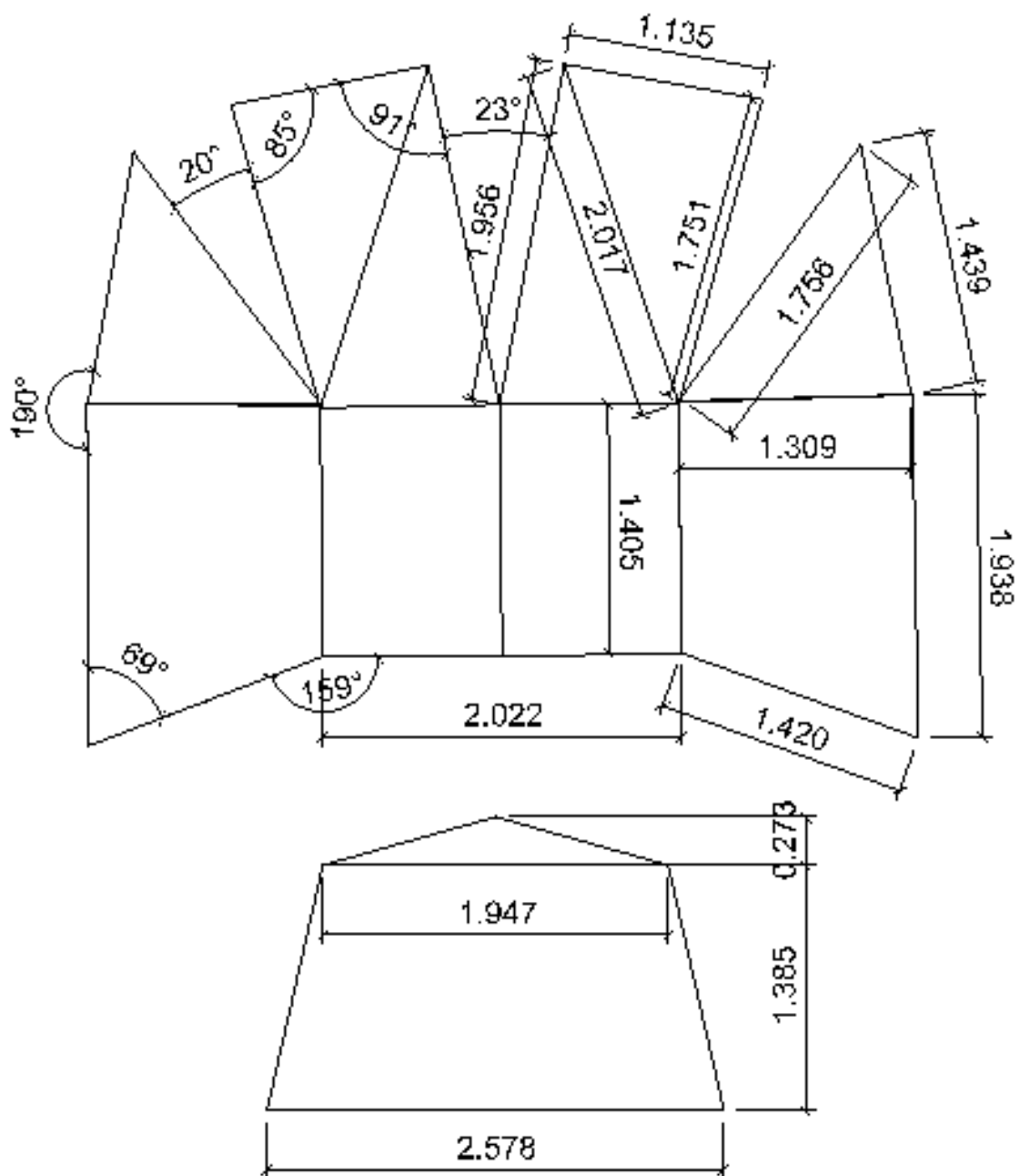


Figura 47 - Dimensões toldo de fechamento do cockpit

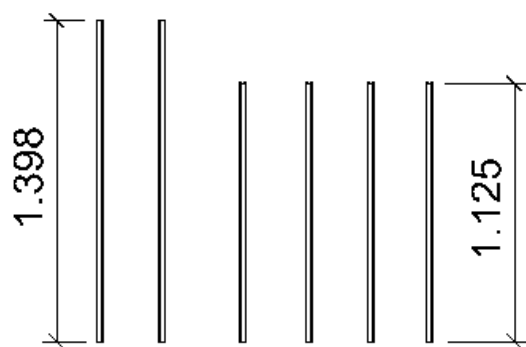


Figura 48 - Hastes suporte fechamento do cockpit

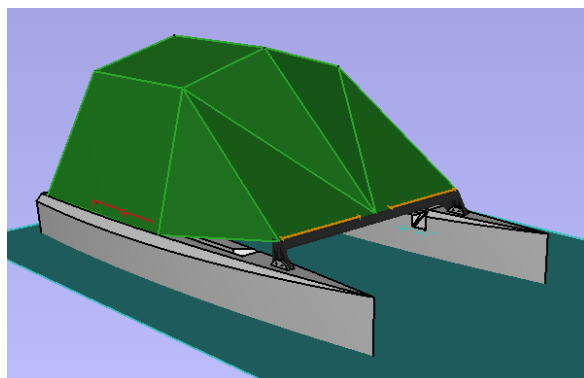


Figura 49 - Fechamento cockpit (1)

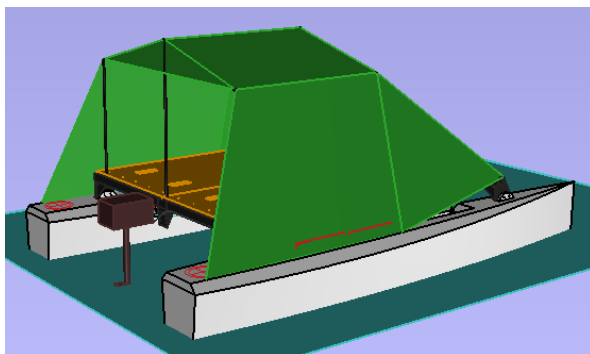


Figura 50 - Fechamento cockpit (2)

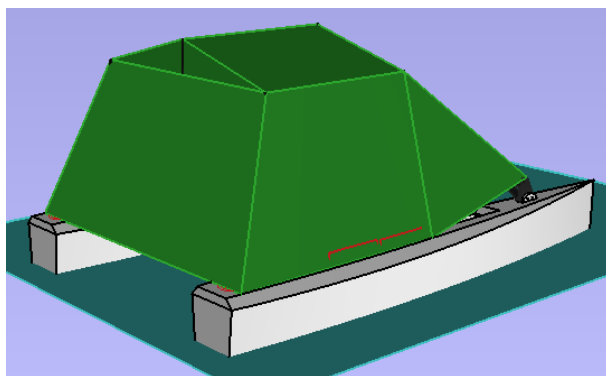


Figura 51 - Fechamento cockpit (3)

Também é possível montar uma barraca de camping para 4 pessoas em cima do cockpit (Figura 52) no caso da falta do toldo projetado.

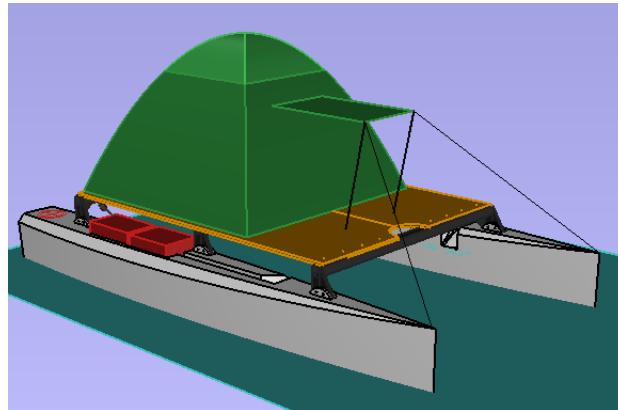


Figura 52 - Barraca de camping montada em cima do cockpit

13. Reserva de flutuabilidade

Como a embarcação não possui anteparas estanques e qualquer avaria que atravesse o casco causaria um alagamento progressivo do mesmo, aconselha-se a utilização de garrafas PET no interior de cada casco como uma reserva de flutuabilidade.

A ideia é colocar uma quantidade de garrafas que gere o Empuxo necessário para fazer o barco boiar em caso de alagamento. Os cálculos foram realizados considerando o que o Empuxo gerado pelas garrafas seja igual ao peso leve da embarcação.

$$P_{leve} = 154 \text{ kg} * 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1,51 \text{ kN}$$

$$E = \rho * V * g = 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * V * 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$E = P_{leve}$$

$$1025 * V * 9,8 = 1510$$

$$V = 0,150 \text{ m}^3$$

- 1 garrafa PET = 2 litros = $0,002 \text{ m}^3$
- $N^{\circ} \text{ garrafas PET} = \frac{0,150}{0,002} = 75 \text{ garrafas PET de 2 litros.}$

Dessa forma, observa-se a necessidade de se colocar 38 garrafas PET coladas no interior de cada casco e distribuídas longitudinalmente de maneira uniforme.

14.Previsão de Custos

A tabela 13 apresenta uma previsão de custos para a construção.

Tabela 13 - Previsão de custos

Quantidade	Item	Valor unitário	Valor
10 unidades	chapa compensado 4mm 2,20X1,60m	R\$ 49.00	R\$ 490.00
2 unidades	chapa compensado 12mm 2,20X2,20m	R\$ 85.00	R\$ 170.00
10 kg	resina epoxy	R\$ 48.00	R\$ 480.00
40 m2	fibra de vidro 200 g/m2	R\$ 8.80	R\$ 352.00
3 unidades	travessões alumínio	R\$ 200.00	R\$ 600.00
1 unidade	motor mercury 5hp	R\$ 4,980.00	R\$ 4,980.00
1 unidade	suporte motor	R\$ 690.00	R\$ 690.00
2 unidades	tanque de combustivel 24 l	R\$ 446.00	R\$ 892.00
2 unidades	tampa de inspeção redonda 8"	R\$ 89.90	R\$ 179.80
2 unidades	tampa de inspeção retangular 44X31,5 cm	R\$ 299.90	R\$ 599.80
2 unidades	bujão de dreno	R\$ 16.90	R\$ 33.80
1 cx. 12pçs	parafuso sextavado 1/2"	R\$ 21.60	R\$ 21.60
1 unidade	fechamento	R\$ 600.00	R\$ 600.00
4 unidades	cunhos 6"	R\$ 14.90	R\$ 59.60
1 unidade	âncora bruce 2 kg	R\$ 109.00	R\$ 109.00
20 m	cabo torcido nylon 8mm	R\$ 4.00	R\$ 80.00
1 m	corrente galvanizada 6mm	R\$ 19.90	R\$ 19.90
		TOTAL	R\$ 10,357.50

15.Conclusões

A partir dos resultados obtidos neste projeto, percebe-se que a capacidade de pernoite para quatro pessoas é garantida, embora não seja ideal. Devido a limitações de espaço temos que o pernoite para duas pessoas seria mais funcional, garantindo o conforto esperado.

Como a embarcação pesa apenas 154 quilos, duas pessoas conseguem empurrá-la na areia de uma praia, garantindo assim maior versatilidade por não depender de ancoradouro.

A análise de equilíbrio para a condição de carregamento leve, com apenas uma pessoa a bordo, apresentou um trim elevado de popa. No caso da utilização por um período prolongado nesta condição recomenda-se a alocação de pesos, como mochilas, âncora, tanque de combustível, etc. o mais à vante possível, de forma a corrigir este trim. O barco é bastante sensível a embarque e movimentação de carga, no entanto é importante a preocupação com o equilíbrio e distribuição de pesos em qualquer condição de uso.

Por fim, temos o projeto de um barco inovador e simples, que trará grandes emoções para pessoas com perfil desbravador e aventureiro.

16.Referências Bibliográficas

- [1] NORMAM-03/DPC - Normas da Autoridade Marítima para Amadores, Embarcações de Esporte e/ou Recreio e para Cadastramento e Funcionamento das Marinas, Clubes e Entidades Desportivas Náuticas. 2003. Marinha do Brasil. Diretoria de Portos e Costas. 169 p.
- [2] NORMAM-02/DPC - Normas da Autoridade Marítima para Embarcações Empregadas na Navegação Interior. 2005. Marinha do Brasil. Diretoria de Portos e Costas. 470 p.
- [3] <https://www.mercurymarine.com/pt/br/engines/outboard/twostroke/33-5-hp/> visitado em dezembro/2016
- [4] <http://www.armazemnaval.com.br/WebForms/produto.aspx?campo=583> visitado em dezembro/2016.
- [5] http://www.compensadosboqueirao.com.br/produto_detalhe.asp?produtoID=6 visitado em dezembro/2016.
- [6] BEER, F.P. and JOHNSTON Jr., E.R. 1995. Resistência dos Materiais. 3ª edição. Pearson Makron Books. São Paulo. 1255 p.
- [7] <http://wwwo.metallica.com.br/perfil-industrial-de-aluminio-tubo-retangular-e-quadrado>, visitado em dezembro/2016.