



REVISTA

Naval e Oceânica

<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rno>

## DESENVOLVIMENTO DE UM REBOCADOR EM ESCALA REDUZIDA COM SISTEMA EMBARCADO PARA A COMPETIÇÃO DUNA 2024

*Development of a Scale Model Tugboat with an Embedded System for  
the DUNA 2024 Competition*

Sabryna Mendes Vasconcellos<sup>a\*</sup>, Alexandre Vinicius Rosa da Silva<sup>a</sup>, Aline Bueno Rodrigues<sup>a</sup>, Gabriel de Sousa Maia<sup>a</sup>, Ian Suzano Marques de Sousa<sup>a</sup>, Luís Eduardo Casemiro<sup>a</sup>, Vitor Fernandes Lima<sup>a</sup>, Marcelo Musci<sup>a</sup>, Edmilson Monteiro de Souza<sup>a</sup>, Maria Francisca de Nascimento Oliveira<sup>a</sup>, Carlos Alberto Martins Ferreira<sup>a</sup> & Carlos Vitor de Alencar Carvalho<sup>a</sup>

Recebido em: 5 mai. 2025 | Aceito em: 6 mai. 2025

### RESUMO

Este artigo descreve o desenvolvimento de um modelo reduzido de rebocador para participação no Desafio Universitário de Nautidesign (DUNA) 2024. Inspirado em embarcações reais, o projeto foi modelado no software Rhinoceros 3D e sua construção envolveu corte CNC, moldagem em espuma expandida e laminação com fibra de vidro e resina epóxi. O sistema embarcado é baseado em um Arduino Mega 2560 integrado a um módulo Wi-Fi ESP8266, permitindo o monitoramento remoto da embarcação. A propulsão é composta por motor elétrico, caixa de redução e dois pares de hélices, proporcionando maior eficiência em provas como o Bollard Pull. Foram realizadas análises hidrostática, hidrodinâmica e de desempenho, com foco na construção de um modelo funcional, eficiente e competitivo, em conformidade com os critérios técnicos do DUNA 2024.

**Palavras-chave:** Rhinoceros 3D; Rebocador; DUNA; Construção.

### ABSTRACT

This paper presents the development of a scale model tugboat for the 2024 University Nautical Design Challenge (DUNA). Inspired by real tugboats, the project was modeled using Rhinoceros 3D software and constructed through CNC cutting, expanded foam molding, and

<sup>a</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Faculdade de Ciências Exatas e Engenharias Departamento Naval e Pesca (DEPNAPE), Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

\* Autor Correspondente: [sabrynamendes@gmail.com](mailto:sabrynamendes@gmail.com)



fiberglass lamination with epoxy resin. The embedded system is based on an Arduino Mega 2560 integrated with a Wi-Fi ESP8266 module, allowing remote monitoring of the vessel. The propulsion system consists of an electric motor, a gearbox, and two pairs of propellers, optimizing performance in trials such as the Bollard Pull. Hydrostatic, hydrodynamic, and performance analyses were conducted to ensure the construction of a functional, efficient, and competitive model in compliance with the technical requirements of DUNA 2024.

**Keywords:** Rhinoceros 3D; Tugboat; DUNA; Construction.

## 1 INTRODUÇÃO

O Desafio Universitário de Nautidesign (DUNA) é uma competição voltada a estudantes de diversas áreas da engenharia, com o objetivo de estimular a criatividade, o trabalho em equipe e a aplicação prática do conhecimento por meio da construção de uma embarcação em escala reduzida. A proposta do desafio gira em torno do desenvolvimento de um rebocador, que é embarcação essencial na logística portuária, reconhecida por sua força, manobrabilidade e capacidade de rebocar grandes estruturas.

Para dar início ao projeto, a equipe adotou a técnica do “navio semelhante”, abordagem consiste em analisar dados de embarcações já existentes ou usadas em edições anteriores do DUNA. A partir de parâmetros como comprimento, boca, calado, borda livre e deslocamento, foram obtidos valores médios que serviram de base para a definição das principais dimensões do modelo a ser construído.

Com os dados definidos, a equipe desenvolveu a modelagem tridimensional do rebocador, nomeado Maia, utilizando um software específico da área naval. Todo o processo foi conduzido conforme os critérios técnicos estabelecidos no edital da competição, representando o ponto de partida para o desenvolvimento completo da embarcação, que busca unir desempenho, funcionalidade e inovação.

## 2 EQUIPE

Formada em 2024 por alunos da UERJ, a equipe Hildelene reuniu oito estudantes de Tecnologia em Construção Naval e duas alunas de Engenharia de Materiais para competir no Desafio Universitário de Nautidesign (DUNA). Conforme a imagem a seguir.



**Figura 1** - Equipe Hildelene, 2024

**Fonte:** Autores (2024)

O grupo foi dividido em cinco setores principais, cada um com funções específicas para o desenvolvimento do projeto. O setor mecânico foi responsável pelo sistema de propulsão da embarcação, e direção da embarcação, desenvolvendo a transmissão para hélices e lemes. O setor eletroeletrônico cuidou da montagem dos circuitos, controle dos sistemas embarcados e integração dos componentes elétricos, incluindo a telemetria e gerenciamento de bateria.

Já o setor naval trabalhou nos cálculos de estabilidade, resistência ao avanço, empuxo e hidrostática, além da construção, laminação e acabamento da embarcação. O setor de marketing ficou encarregado da identidade visual da equipe, redes sociais e produção de conteúdo gráfico e audiovisual. Por fim, o setor de gestão coordenou o planejamento financeiro, organização interna, cronogramas, eventos e suporte administrativo geral.

### **3 METODOLOGIA DO PROJETO**

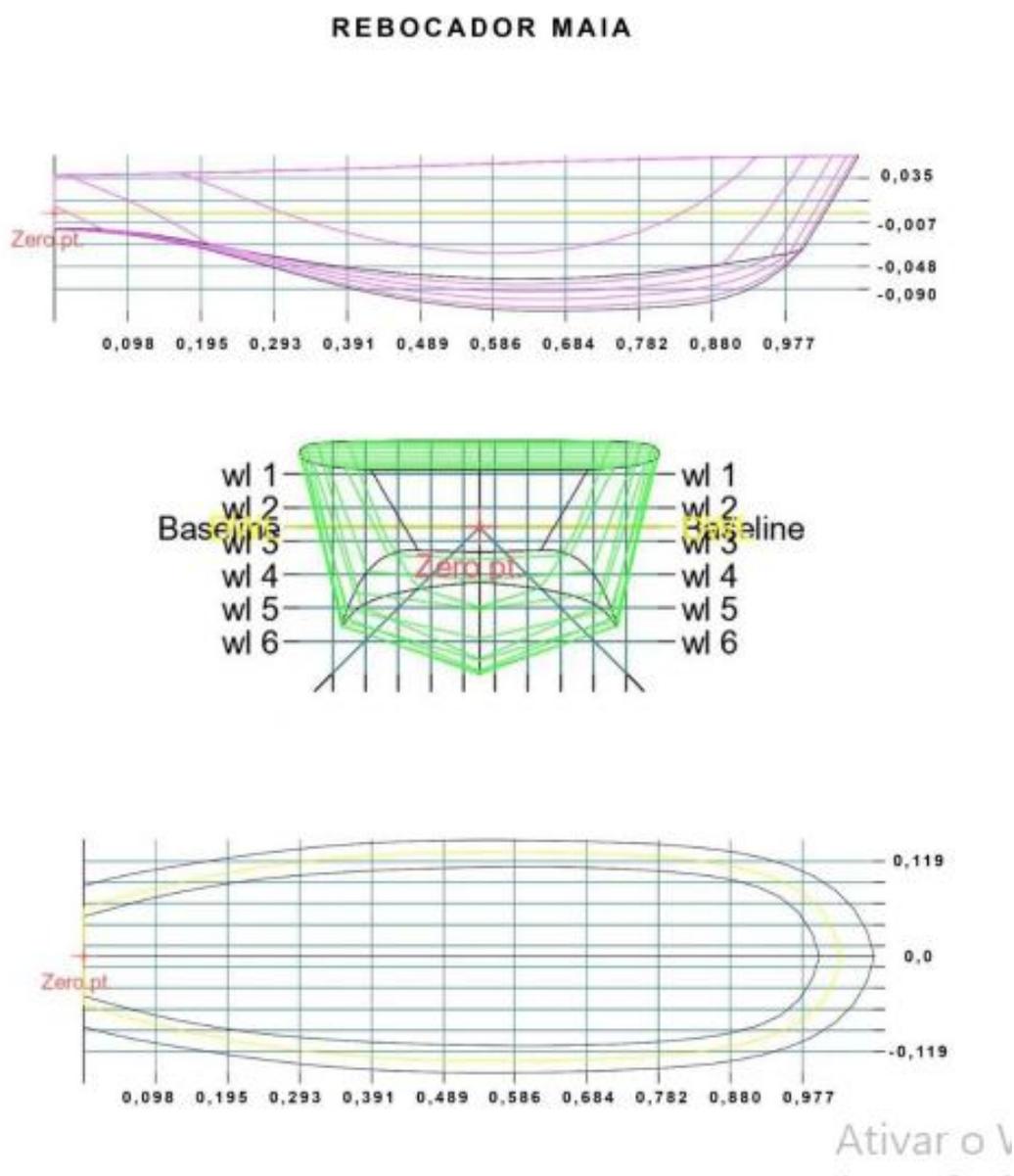
Para a construção do casco, inicialmente planejava empregar a metodologia de Lego impresso. No entanto, durante a impressão das peças na impressora 3D, um problema com o filamento do equipamento foi identificado. Em resposta a essa situação, foi optado por modificar a abordagem para o corte CNC do esqueleto do barco em MDF. Posteriormente, foi utilizado espuma expandida para moldar o casco, cortando-a cuidadosamente com serra e estilete junto ao MDF. Para facilitar a remoção da espuma após a laminação, aplicou-se cera desmoldante no MDF antes da colocação da espuma.

Com a estrutura de espuma pronta, foram realizadas três camadas de laminação com fibra de vidro e resina epóxi. Após a conclusão deste processo, aplicou-se massa para obter uma superfície uniforme. O preparo foi finalizado com a aplicação de primer antes da pintura. Em

resumo, os materiais utilizados incluíram MDF, cera desmoldante, espuma expandida, fibra de vidro, resina epóxi, massa de poliéster, primer e tinta.

#### 4 DESENVOLVIMENTO DO CASO

A partir da análise de embarcações, foi possível elaborar o plano de linhas do rebocador Maia utilizando o software Freeship. Esse plano foi ajustado conforme as necessidades do projeto, garantindo um modelo exclusivo e em conformidade com as exigências do edital do DUNA 2024. Após as modificações, o arquivo foi importado para o software Rhinoceros, onde as linhas foram modeladas para gerar a superfície do casco, conforme ilustrado na Figura 2.



**Figura 2** – Plano e Linhas da Embarcação

**Fonte:** Autores (2024)

## 5 ANÁLISE HIDROSTÁTICA

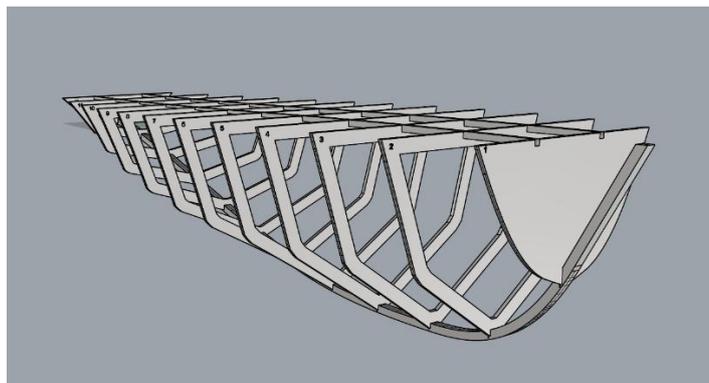
Neste tópico, apresenta-se a concepção do rebocador Maia a partir da abordagem da arquitetura naval. Seu desenvolvimento teve como ponto de partida a análise de embarcações semelhantes, incluindo modelos que participaram de edições anteriores do DUNA e rebocadores reais. Com base nesses dados, foi possível estabelecer uma média e definir as principais dimensões do projeto, que estão organizadas na Tabela 1. Vale destacar que os valores de deslocamento e volume submerso foram obtidos após a finalização da modelagem tridimensional.

Comprimento (mm)	1074,73
LWL	1030,0
Boca máxima (mm)	318,22
Borda livre (mm)	59,6
Calado (mm)	132
Deslocamento (kg)	18,5129
Volume submerso(m <sup>3</sup> )	0,0185552

**Tabela 1** - Dimensões Principais do Modelo

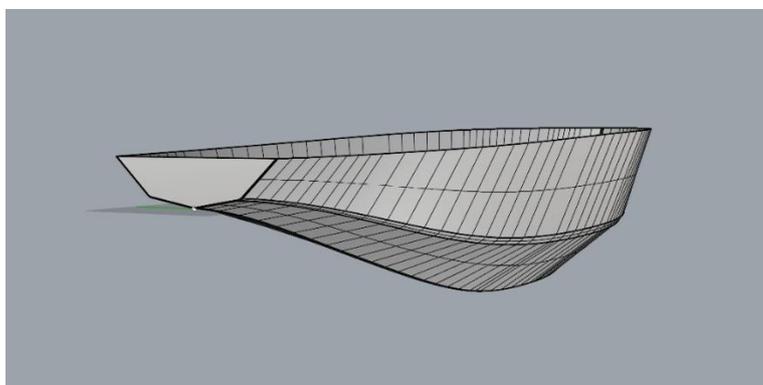
**Fonte:** Autores (2024)

Com as principais dimensões definidas (comprimento, boca, calado e borda livre) iniciou-se a modelagem da embarcação no software FreeShip, onde foi gerado o plano de linhas. Esse plano foi então exportado para o Rhinoceros 3D, onde o casco do rebocador Maia foi modelado com mais detalhes, respeitando as exigências do projeto. Ilustrado nas imagens:



**Figura 3** – Estrutura do Casco Rhinoeros

**Fonte:** Autores (2024)



**Figura 4** – Modelagem do Casco Rhinoeros

**Fonte:** Autores (2024)

Após a finalização dessa etapa, o modelo foi importado para o MaxSurf, utilizado para a análise hidrostática da embarcação. Os resultados dessa análise estão reunidos na Tabela 2, incluindo coeficientes importantes como o de bloco ( $C_b$ ), prismático ( $C_p$ ), seção mestra ( $C_m$ ), área de flutuação ( $C_{wp}$ ), além da estimativa da altura metacêntrica.

$C_b$	0,480
$C_p$	0,631

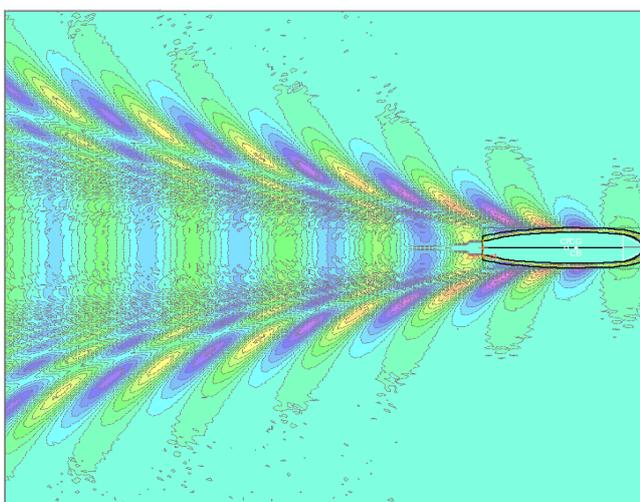
Cm	0,854
Cwp	0,845
GMt (m)	0,028
GML (m)	0,924

Tabela 2 - Coeficientes e GM

Fonte: Autores (2024)

## 6 ANÁLISE HIDRODINÂMICA E PROPULSÃO

Levando em conta a relevância das provas de força e manobrabilidade no Desafio DUNA, o rebocador Maia foi projetado para ter o melhor desempenho possível nessas condições. Para apoiar essa etapa, foram realizadas simulações no software MaxSurf, que permitiram avaliar a velocidade da embarcação, a relação entre o número de Froude e a resistência ao avanço, além da formação das ondas geradas na velocidade de 1,8kn (velocidade máxima da embarcação).

**Figura 5** – Padrão da onda gerada pela embarcação a 1,8kn.

Fonte: Autores (2024)

Na tabela seguinte, será exposto alguns valores referentes a análise de resistência gerada pelo software MaxSurf.

Velocidade (Kn)	Nº Froude	Van O. Power (kW)
1,460	0,236	0,001
1,520	0,246	0,002
1,610	0,261	0,004
1,850	0,299	0,024

**Tabela 3** - Análise de resistência

**Fonte:** Autores (2024)

Como o rebocador Maia foi projetado para se destacar nas provas de força, a escolha de um sistema propulsivo eficiente se mostrou essencial. Para isso, foram instaladas duas hélices da série Kaplan, com 71 mm de diâmetro, acopladas a tubeiras, o que melhora significativamente o empuxo, especialmente em baixas velocidades, que são comuns nesse tipo de prova.

Além disso, o modelo conta com um par de lemes desenvolvidos com base no perfil NACA 0018, conhecido por oferecer boa resposta e controle. Essa configuração garante uma manobrabilidade mais precisa, fator importante nas provas que exigem agilidade e direção firme.

## 7 DESENVOLVIMENTO DO CASO

O processo de construção do rebocador Maia começou com a criação do molde do casco, feito em MDF e cortado com precisão por meio de tecnologia CNC. Essa escolha permitiu à equipe economizar tempo e garantir um molde com qualidade e rigidez adequadas. Com a estrutura base pronta, ela foi preenchida com espuma expansiva de poliuretano, amplamente utilizada na construção civil por sua capacidade de preenchimento e isolamento (QUARTZÓLITO, 2025), o que ajudou a dar forma ao casco.



**Figura 6** – Molde em MDF

**Fonte:** Autores (2024)



**Figura 7** – Aplicação de Espuma Expansiva no Molde

**Fonte:** Autores (2024)

Em seguida, a equipe partiu para a laminação manual, utilizando três camadas de fibra de vidro com resina epóxi. Esse processo exigiu atenção em cada etapa, já que cada camada

precisava de tempo para cura e acabamento antes da próxima aplicação. A escolha da fibra de vidro se deu por ser um material leve, resistente e amplamente utilizado em processos industriais de laminação (DIPROFIBRA, 2024), além de ser mais acessível que metais como o alumínio ou o aço naval.



**Figura 8** – Espuma expansiva cortada no formato do molde

**Fonte:** Autores (2024)



**Figura 9** – Aplicação de Fibra de Vidro e Resina

**Fonte:** Autores (2024)

Com o casco laminado, foi aplicada massa poliéster automotiva, produto amplamente utilizado em processos de acabamento de superfícies em compósitos (BRASOLV, 2025), para corrigir pequenas imperfeições e garantir um acabamento mais liso e uniforme. Além de

melhorar a estética, a massa ajudou no ajuste de peso da embarcação, contribuindo para sua estabilidade.



**Figura 10** – Embarcação Emassada

**Fonte:** Autores (2024)

A etapa final foi a pintura, iniciada com a aplicação de primer para selar a superfície. A borda livre foi pintada de preto, destacando-se pela visibilidade, enquanto a parte submersa do casco recebeu tinta laranja, marcando a linha d'água e conferindo um visual mais técnico e profissional.



**Figura 11** – Aplicação do Primer

Fonte: Autores (2024)

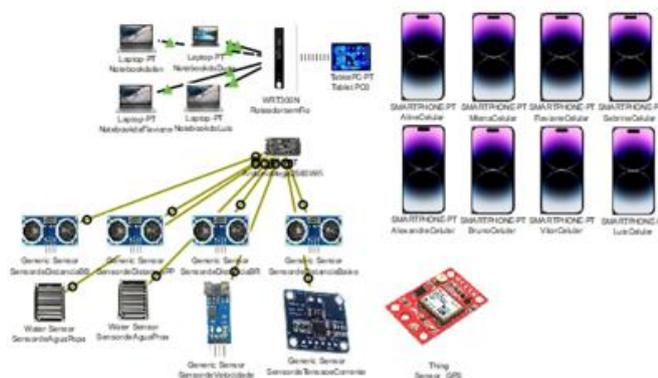


**Figura 12** – Pintura do Casco

Fonte: Autores (2024)

## 8 SISTEMA ELETROELETRÔNICO EMBARCADO

O sistema eletrônico embarcado utiliza o controlador Arduino Mega 2560 com o módulo Wi-Fi ESP8266, que permite o envio de dados sem fio por transmissão de rádio em um canal utilizando o padrão de transmissão de dados IEEE 802.11n através da frequência de 2.4GHz através de um roteador sem fio. Esse sistema tem um alcance limitado, que pode ser ampliado com o uso de uma antena conectada ao Arduino e utilizando um amplificador de sinal de um repetidor para o roteador sem fio.



**Figura 13** – Transmissão de Dados

Fonte: Autores (2024)

O sistema tem como objetivo receber os dados do sistema embarcado e monitorá-los via web utilizando o protocolo TCP/IP. A visualização é feita por meio de um Dashboard acessível

através do protocolo *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP), permitindo que os dados transmitidos via Wi-Fi sejam lidos em um navegador em um dispositivo móvel.

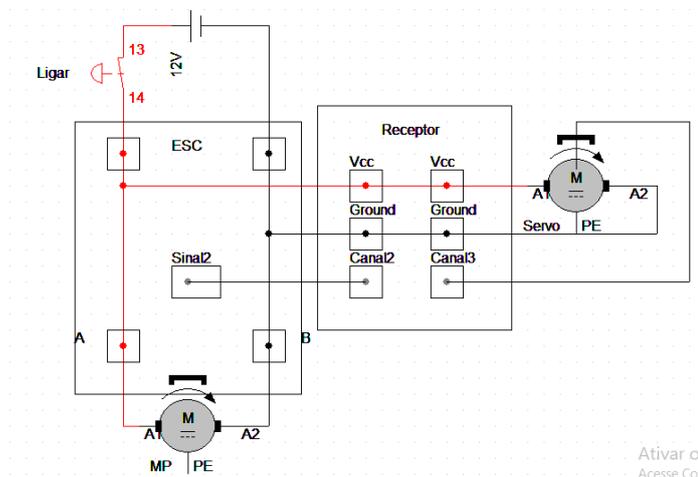
O ele tem também como objetivo coletar os dados da prova através dos sensores e armazená-los em uma nuvem no google cloud utilizando uma API e uma biblioteca dentro do software de programação na linguagem C++.



**Figura 14** – Dashboard de monitoramento via web

Fonte: Autores (2024)

O sistema elétrico mostra o controle de governo e propulsão da embarcação no software CADe\_SIMU.



**Figura 15** – Diagrama elétrico

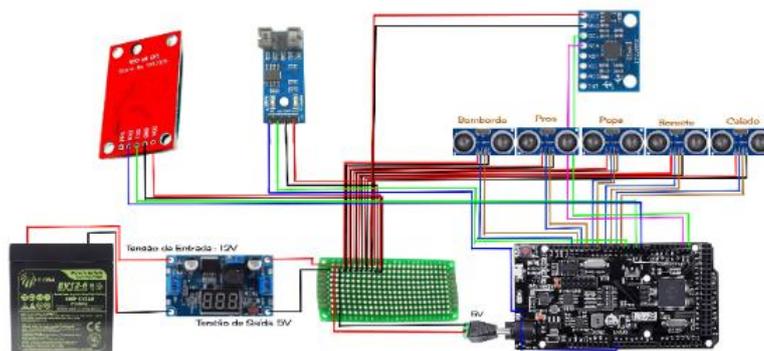
Fonte: Autores (2024)

### 8.1 Componentes do Sistema Eletroeletrônico

- Bateria Gel Selada 12v 6ah: Alimenta todo sistema elétrico e eletrônico.
- ESC Controlador de velocidade elétrico escovado para motores de 320A e uma faixa de tensão de operação de 7.2V a 16V, Motor Dual Way: O ESC (*Electronic Speed Controller*) é o controlador da embarcação que utiliza controle por transistores MOSFET (*Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistors*). Com o uso de uma antena, é possível controlar tanto o motor principal quanto o servo motor, que faz parte do sistema de controle de governo da embarcação.
- Motor IMOBRAS 101410212 - 12V DC: O motor da Imobras é o motor de propulsão do navio, sendo o principal responsável por fornecer a força de arrasto necessária para o deslocamento da embarcação
- Servo-Leme (JX 6221 mg): É um servo motor analógico de corrente contínua (CC/DC) que é controlado por sinais de modulação por largura de pulso (PWM), cuja função é ser o fonte mecânica inicial do sistema de direção.
- Receptor do transmissor (controle remoto) Futaba r3106gf (FUTABA, 2025b) 2.4ghz 6-canaletas: Conecta ao ESC para transmitir através de transmissão a rádio por um canal para o Controle de governo e propulsão do rebocador.
- Controle a Rádio Futaba T6L (Sport FUTABA, 2025a): Permite o controle remoto da embarcação enviando sinais de rádio por tecnologia T-FHSS em frequência 2.4GHz para o receptor embarcado.
- Sensor encoder de velocidade infravermelho, utilizando o comparador LM393 3,3V-5V: Detecta a velocidade do motor principal. O disco encoder gira a uma determinada velocidade, e o sensor infravermelho capta essa rotação, convertendo-a em pulsos elétricos. Esses pulsos são então convertidos em velocidade medida em nós por hora (knots/h)."
- Módulo de Sensor de Corrente e Tensão INA219 3 -5.5V: O sensor é utilizado para monitorar o consumo de energia da bateria. Por meio de um cálculo programado, é possível determinar a potência consumida de uma bateria de 12V.
- Sensor Ultrassônico HC SR04 5V: O sensor ultrassônico é utilizado para captar a distância entre a embarcação e qualquer objeto que possa colidir com o navio. Esses sensores são posicionados estrategicamente em várias regiões do navio, incluindo bombordo, boreste, proa, ré e na popa. Na popa, o sensor é virado para baixo para detectar o calado.

- Sensor de Inclinação Acelerômetro Giroscópio 3 Eixos Mpu-6050 Gy-521: O sensor de inclinação será utilizado para monitorar a estabilidade do navio em graus.
- Sensor GPS Módulo Gps Neo-6m: O sensor coleta dados de posição quando há uma antena integrada a ele, revelando dados da coordenada de posição durante a prova.
- Sensor de Chuva utilizando amplificador LM393 3,3V-5V: Ele monitora a entrada de água de 0 a 30cm.
- Regulador de Tensão Step Down DC Lm2596 3a: Regula a tensão de saída para alimentação do circuito impresso para os dispositivos que utilizam 5V
- Arduino Mega 2560 + ESP8266: Microcontrolador embarcado que recebe os dados dos sensores e manda para o Roteador amplificado.
- Roteador sem fio: Dispositivo que recebe os dados via wireless do microprocessador e converte os dados para http para o navegador em um endereço configurado para visualização gráfica do estado da embarcação.
- Amplificador de sinal sem fio: Amplifica o sinal do roteador para aumento de envio e recepção de dados via wifi.
- Placa de Circuito Impresso: Utilizado como um recipiente de alimentação que envia a tensão de saída reduzida do regulador de tensão e alimenta o caminho através de fios soldados que permite alimentação dos dispositivos soldados através de uma trilha eletrônica.
- Fios: Os fios utilizados se diferenciam entre fios de alimentação eletrônica dos dispositivos com tensão 5V e fios com tensão direta da bateria para o ESC que alimenta os dispositivos completos de propulsão e governo.
- Dispositivos de Proteção: Será utilizado caixa modelada na impressora 3D para os dispositivos eletrônicos, conduites com as medidas do diâmetro do buraco da caixa e vedação com fitas isolantes, fusível para saída 5V, botão de ligação do sistema, dispositivo de proteção magnético para desarme.
- Kits de Instalação: Será utilizado ferramentas para medição e instalação dos dispositivos para garantir que o sistema fique apropriado para operação.

O esquema de ligação do sistema embarcado foi desenvolvido para trazer ao operador maior operabilidade e segurança ao rebocador, então veja a seguir o sistema de ligação montado por Software Gráfico para o planejamento de instalação.

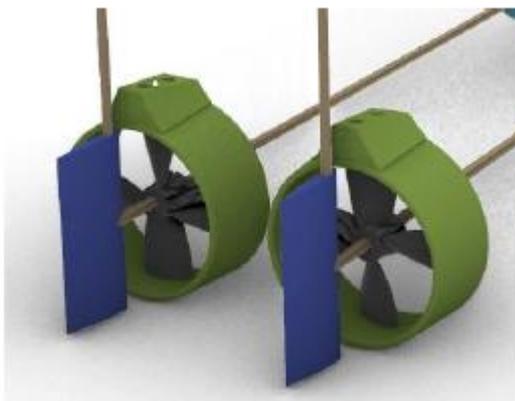


**Figura 16** – Sistema de ligação do sistema embarcado

**Fonte:** autores (2024)

## 9 SISTEMAS MECÂNICOS

O rebocador “Maia” é equipado com um motor elétrico Imobras de 12V, com uma corrente de 28A e torque de 0,8 N.m, que converte energia elétrica em energia mecânica. Utilizamos uma propulsão dupla, composta por dois lemes e um par de hélices Kaplan de 71 mm de diâmetro, fixadas em tubos de Kort de 75 mm de diâmetro, para canalizar o fluxo de água, conforme ilustrado na Figura 13. Esse sistema contribui para o ganho de empuxo e proporciona um aumento significativo no Bollard Pull, além de proteger as hélices contra possíveis impactos.



**Figura 17** – Sistema de Propulsão

**Fonte:** Autores (2024)

Para utilizar tal sistema de forma eficiente foi necessário o desenvolvimento de um sistema mecânico específico para o conjunto.

### 7.1. Caixa de transmissão

Para transmitir a energia cinética gerada pelo motor às hélices, foi projetada uma caixa de redução em formato trapezoidal. A base superior possui 210 mm de comprimento, 60 mm de altura e 50 mm de largura, com espessura de 10mm. Já a base inferior tem 150 mm de comprimento, 40 mm de altura e apresenta um ângulo de orientação de 45°. A caixa abriga duas engrenagens movidas com 36 dentes (módulo 2), interligadas ao eixo das hélices por meio de um acoplador flexível de liga de alumínio de 8 para 5mm, conforme ilustrado nas figuras 14 e 15, além de uma engrenagem motora de 15 dentes acoplada ao motor com um acoplador flexível de liga de alumínio de 8 para 10mm. Esse sistema faz com que as duas hélices girem, transmitindo o mesmo sentido de rotação para ambos os eixos, onde as hélices giram para o sentido horário para ir a vante e no sentido anti-horário quando quer fazer movimentação a ré.



**Figura 18** – Vista isométrica da caixa de transmissão

**Fonte:** Autores (2024)



**Figura 19** – Vista superior da caixa de transmissão

**Fonte:** Autores (2024)

Essa configuração resulta em uma relação de transmissão de 2:1, garantindo maior força em baixas velocidades. A estrutura da caixa de transmissão foi impressa em PLA, enquanto as engrenagens foram usinadas em poli acetal, proporcionando resistência, leveza e durabilidade ao conjunto. O principal objetivo dessa escolha foi reduzir o esforço exigido do motor e melhorar o desempenho durante o momento de acionamento, permitindo que o motor atingisse sua velocidade máxima sem perdas significativas.

Visando a estabilidade da embarcação a caixa de transmissão foi posicionada a meia nau, além de ter sido fixada ao casco com espuma expansiva para evitar que ela ficasse trepidando durante o acionamento do motor, o que poderia acabar gerando um desalinhamento dos eixos das hélices.

## 10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do rebocador Maia representou uma aplicação prática dos conhecimentos adquiridos pelos integrantes da equipe nas áreas de engenharia naval, mecânica, elétrica e eletrônica. Todas as etapas do projeto, desde a definição das dimensões principais com base na análise de embarcações semelhantes, até a construção do casco e a implementação dos sistemas propulsivo e embarcado, foram conduzidas com base em critérios técnicos, visando eficiência, desempenho e conformidade com o regulamento do DUNA 2024.

O uso de softwares como FreeShip, Rhinoceros 3D e MaxSurf possibilitou um planejamento preciso da geometria e das características hidrostáticas e hidrodinâmicas do modelo. A adoção de processos como corte CNC e laminação manual com fibra de vidro garantiu um casco leve, resistente e adequado para as exigências da competição.

Além disso, o sistema eletroeletrônico embarcado foi projetado para fornecer dados em tempo real sobre o desempenho da embarcação, promovendo um controle mais eficiente durante as provas. O sistema mecânico, com transmissão específica e propulsão dupla em tubeira, contribuiu significativamente para o aumento de empuxo e manobrabilidade do modelo.

Em síntese, o projeto alcançou os objetivos propostos, entregando uma embarcação funcional, tecnicamente consistente e otimizada para os desafios do DUNA 2024.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo apoio financeiro ao projeto, concedido por meio do processo nº E-26/290.066/2023. Agradecem também à FAPERJ pela concessão da Bolsa de Iniciação Tecnológica à primeira autora, Sabryna Mendes Vasconcellos, por meio do processo nº E-26/260.304/2022, fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- BRASOLV. (n.d.). *Massa poliéster*. Disponível em <http://www.brasolv.com.br/massa-poliester.php#:~:text=Massa%20poli%C3%A9ster%20%C3%A9%20um%20produto,utilizada%20nas%20pe%C3%A7as%20de%20fibra>. Acesso em 21 de abril de 2025.
- DIPROFIBRA. (2024). *Conheça alguns dos processos para a industrialização dos compósitos (15 conjuntos)*. Disponível em <https://diprofiber.com.br/2024/06/18/conheca-alguns-dos-processos-para-a-industrializacao-dos-compositos/#:~:text=%C3%89%20um%20processo%20em%20que,e%20sem%20bolas%20de%20ar>. Acesso em 21 de abril de 2025.
- Futaba. (n.d.-a). *Manual do transmissor (controle remoto) Futaba T6L Sport*. Disponível em <https://futabausa.com/wp-content/uploads/2018/09/6L.pdf>. Acesso em 21 de abril de 2025.
- Futaba. (n.d.-b). *Manual do receptor Futaba R3106GF*. Disponível em <https://futabausa.com/wp-content/uploads/2018/09/R3106GF.pdf>. Acesso em 21 de abril de 2025.
- Novais, S. A. (n.d.). *Fibra de vidro*. Brasil Escola. Disponível em <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/fibra-de-vidro.htm>. Acesso em 21 de abril de 2025.
- Quartzólito. (n.d.). *Espuma expansiva: o que é e onde pode ser utilizada? Entenda!* Disponível em <https://www.quartzolit.weber/blog/reformas/espuma-expansiva-o-que-e-e-onde-pode-ser-utilizada-entenda>. Acesso em 21 de abril de 2025.