



ENSAIO EXPERIMENTAL DE RESISTÊNCIA AO AVANÇO PARA UMA EMBARCAÇÃO DE ATENDIMENTO DE URGÊNCIA

Tássia Carolina Forasteiro Pinto, tcfp.eng16@uea.edu.br¹
Diego Bandeira de Melo Akel Thomaz, dbdmat.eng16@uea.edu.br¹
Eliana Brandão da Silva, ebs.eng17@uea.edu.br¹
Arlindo Pires Lopes, alopes@uea.edu.br¹

¹Universidade do Estado do Amazonas – Escola Superior de Tecnologia. Avenida Darcy Vargas, 1200 – Parque Dez de Novembro, Manaus – AM, 69050-020

Resumo. *As unidades fluviais de Serviço de Atendimento Móvel de Saúde (SAMU) são lanchas equipadas para atendimento de primeiros socorros em diversas comunidades adjacentes à Manaus, as quais o acesso é restrito ao meio meio fluvial de transporte. Embora essas embarcações tenham melhorado a vida dessas comunidades, ainda há uma séria necessidade de encurtar o tempo de viagem e tornar o sistema mais eficiente, visto que problemas com falta de combustível são recorrentes, deixando comunidades sem acesso a este serviço. O consumo de combustível de embarcações está diretamente associado com a resistência ao avanço que essas experimentam ao navegar em determinada velocidade. Portanto, para tornar possível a otimização desse meio, o presente projeto teve como objetivo modelar a embarcação em escala 1:10, obedecendo similaridades geométricas e dinâmicas, afim de realizar testes de resistência ao avanço em duas vertentes: a primeira tratou-se de uma simulação computacional utilizando o método de Savitsky, realizada no software comercial Maxsurf. Em seguida realizou-se testes em tanque de prova com abordagem simplificada para validação dos valores obtidos, seguindo parâmetros do ITTC (International Towing Tanking Conference). Com os valores de resistência ao avanço obtidos realizou-se a comparação dos métodos e discutiu-se as diferenças observadas.*

Palavras chave: Resistência ao avanço, simulação computacional, ensaio experimental, tanque de prova.

1. INTRODUÇÃO

A Floresta Amazônica é considerada a maior bacia hidrográfica do planeta. Ela abrange uma área de 7 milhões de quilômetros quadrados e é responsável por cerca de um quinto do fluxo fluvial total do mundo. A principal dificuldade logística está nas condições das rodovias, ou na falta delas. A escassez de recursos e o descumprimento dos projetos são fatores que contribuem para essa precariedade. O cotidiano dos ribeirinhos às margens dos rios impõe restrições de ordem multidimensional sob influência das dinâmicas das águas, cheias e vazantes. Portanto, se faz necessário a implementação de alternativas de transporte fluvial na região para entrave nas áreas de difícil acesso terrestre e na dimensão aquática a comunidades ribeirinhas distantes.

De acordo com o último censo demográfico da região amazônica tal área conta com cerca de 20.3 milhões de habitantes, sendo destes, 31,1% compostos por população ribeirinha. Grande parte das comunidades ribeirinhas tem origem no ciclo da borracha, período comercial importante na história da Amazônia no final do século XIX, quando cerca de meio milhão de pessoas, a maioria nordestinos, mudaram-se para a região Norte. Grande parte preferiu a proximidade com os rios para levantar palafitas. Alguns povoados cresceram e se tornaram municípios. Outros, menores, não passaram de aldeias isoladas que resistem até hoje à beira dos rios.

Quando há profissionais de saúde disponíveis, o difícil acesso impede que cheguem até a comunidade. Alguns povoados ficam tão confinados na floresta que apenas canoas motorizadas podem entrar. Não é raro encontrar lugares que nunca receberam um médico. O Governo do Estado do Amazonas buscou melhorar o acesso a saúde básica nessas comunidades através de embarcações equipadas com os equipamentos fundamentais para o atendimento de urgência e tripulada por dois paramédicos e um piloto. Em 2009, foram entregues 12 dessas embarcações com o objetivo de fortalecer o serviço de remoção de urgência da Secretaria do Estado da Saúde (SUSAM) nos municípios: Alvarães, Amaturá, Anamá, Apuí (sede e comunidade Sucurundi), Autazes, Barcelos, Barreirinha, Beruri, Boca do Acre, Borba, Careiro Castanho, Careiro da Várzea, Codajás, Envira, Fonte Boa, Borba (comunidade Foz do Canumã), Humaitá (sede e comunidade Realidade), Iranduba, Itacoatiara (sede e comunidades Vila de Lindoia, Novo Remanso e Vila do Engenho), Juruá, Jutá, Manacapuru, Manicoré (comunidade Santo Antônio do Matupi), Maués, Nhamundá, Novo Aripuanã (sede e

Assentamento Acari), Parintins, Presidente Figueiredo, Rio Preto da Eva, Santa Izabel do Rio Negro, Santo Antônio do Içá, Tefé, Tonantins, Urucurituba (comunidade Itapeaçu).

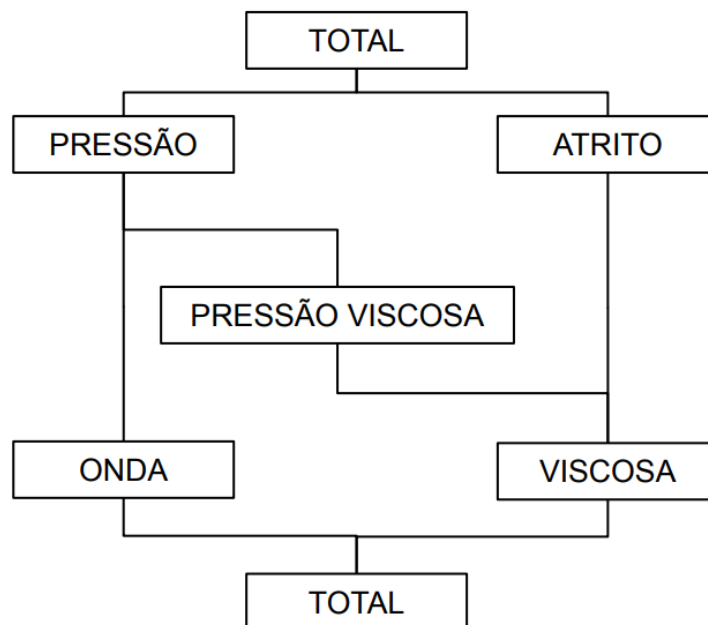
Segundo Omar Aziz, governador da época, com a utilização da estrutura ideal destas embarcações seria possível viabilizar a rapidez, qualidade e eficiência no tratamento das pessoas e resgate médico de pacientes. Entretanto ainda há uma séria necessidade de tornar o sistema mais eficiente, visto que problemas com falta de combustível são recorrentes, deixando comunidades sem acesso a este serviço. Segundo relatos coletados em campo com o piloto da embarcação, Erivaldo Silva, o consumo de combustível é muito elevado, em torno de 300 litros, nas viagens mais longas.

Visto os diversos problemas analisados em campo, ao entrevistar os tripulantes dessa embarcação e coletar alguns dos seus dados de serviço, o presente trabalho teve como objetivo tornar possível a otimização dessa embarcação. O principal ponto analisado foi como minimizar o consumo de energia necessário para a obtenção da velocidade de projeto. O consumo de combustível está diretamente associado com a resistência ao avanço que a embarcação experimenta ao navegar em determinada velocidade, sendo assim seu estudo é de extrema importância (Picanço, 1999).

Inicialmente, até 1860, a estimativa da resistência ao avanço era feita por tentativa e erro, levando a sistemas ineficientes e a diversos acidentes resultados do mal dimensionamento dos sistemas a bordo. Em 1870, W. Froude iniciou pesquisas para realização de testes de resistência utilizando modelos em escala reduzida, a partir disso concluiu-se que a resistência causada pela formação de ondas variava de forma sistemática de acordo com a geometria do casco e a velocidade de navegação. Depois desse estudo pioneiro, outros estudiosos como, Rankine, Taylor, Reynolds, entre outros, começaram a investigar os efeitos das resistências em modelos de casco (Molland et al., 2011).

A abordagem da resistência ao avanço possui várias vertentes, sendo duas as mais tradicionais: a primeira agrupa as resistências baseando-se na natureza das forças atuantes, e a segunda as agrupa baseando-se na energia. Molland, um dos principais autores sobre o tema, realiza uma análise de acordo com a natureza das forças atuantes das resistências, agrupando-as essencialmente por 3 parcelas principais, como mostrados na Fig. 1.

Figura 1. Parcelas de resistência ao avanço



A resistência friccional (atrito) é o resultado da viscosidade atuante no escoamento em torno do casco. A resistência de pressão é o resultado da integral do campo de pressão no entorno do casco, que devido a viscosidade, é maior avante do corpo do que a ré do corpo. É a resistência de onda advém da geração de ondas oriundas do deslocamento do casco.

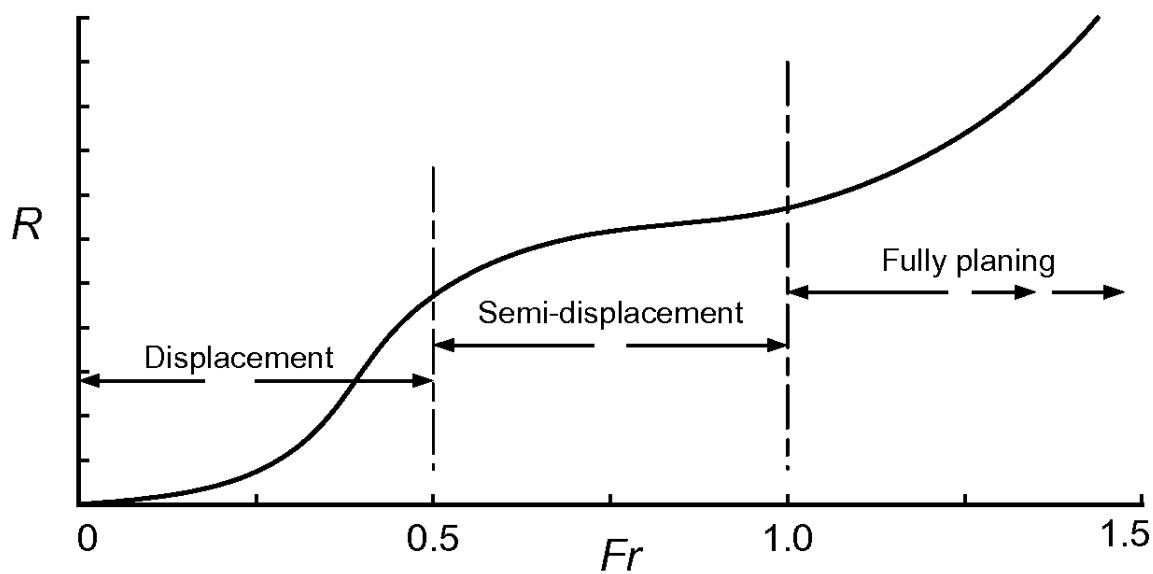
Para obtenção de valores confiáveis de resistência ao avanço existem vários métodos, dentre eles o método da extrapolação, os métodos estatísticos, e o método CFD. Os abordados nesse trabalho serão o de extrapolação e método estatístico de Savitsky.

O método da extrapolação trata-se de ensaios a partir da construção de modelos. Em que um fator de escala é assegurado entre o navio e o modelo a fim de garantir duas formas de semelhança, sendo elas: geométrica, dinâmica. A semelhança geométrica é garantida por um fator de escala para as dimensões do navio, e a semelhança dinâmica, desprezando as forças viscosas, é assegurada pela igualdade do número de Froude entre o modelo e o navio. É importante observar que a utilização de modelos requer a existência de tanques de provas para realização dos ensaios, e os testes, em sua grande maioria, são realizados sem a presença de um sistema de propulsão. As principais abordagens nessa área são de Froude e Hughes e o método mais recomendado, atualmente, é o do ITTC 1978 (Marin, 2015).

Os métodos estatísticos, por sua vez, são realizados por regressão e séries históricas que permitem obter estimativas bem aproximadas à situação real da embarcação. Esses métodos utilizam uma larga escala de dados de embarcações distintas para oferecer correlações para cálculos de resistência. Já as séries históricas utilizam alguma forma particular de casco para então mensurar sua resistência ou a potência.

Para a escolha do método de resistência estatístico, é de suma importância entender os elementos hidrodinâmicos da embarcação em estudo. É possível separar as embarcações em três categorias simples de acordo com sua faixa de velocidade e comportamento hidrodinâmico. A faixa de velocidade as classifica conforme mostrado na Fig. 2.

Figura 2. Classificação de embarcações segundo Froude (Molland, 2011)



O comportamento hidrodinâmico das embarcações deslocantes é caracterizado pela inteira sustentação por forças de flutuação, as semi-deslocantes são sustentadas por uma mistura de forças de flutuação e forças de sustentação dinâmicas, enquanto as planantes são totalmente sustentadas por forças de sustentação dinâmicas (Molland et al., 2011).

Para embarcações de planeio, caracterizadas na faixa de Froude de 1,0 a 1,5 o principal método estatístico empregado é o de Savitsky desenvolvido em 1964. Os trabalhos desenvolvidos por Savitsky (1964) representam o método mais usual para estimativa do comportamento de embarcações de planeio, devido seus diversos parâmetros de estabilidade e hidrodinâmica.

2. METODOLOGIA

2.1. Processo de construção do protótipo

Em um primeiro momento foi realizada uma visita ao estaleiro onde a lancha encontra-se presente, em Manaus, e foram levantados dados da embarcação segundo mostrados na Tab. 1.

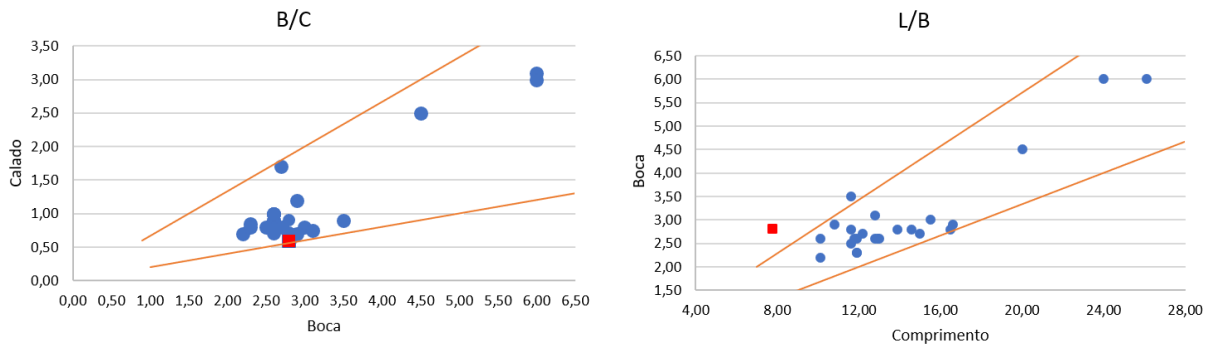
Tabela 1. Dados Técnicos do Casco a partir da inspeção da Marinha do Brasil

Arqueação Bruta [m]	9,0
Arqueação Líquida [m]	2,0
Massa [kg]	1000,0
Comprimento [m]	7,8
Boca Máxima [m]	2,8
Pontal [m]	1,2
Calado Leve [m]	0,6
Contorno [m]	4,6

Em seguida, os dados foram inseridos no programa Delftship para se obter a primeira modelagem bidimensional da embarcação real.

Para primeira validação do projeto do casco, fez-se necessário realizar um estudo de razão de aspecto de barcos da mesma classe, extraindo dados geométricos de embarcações típicas de semiplaneio de Taunton et al. (2010). Esses permitiram a geração de gráficos para determinar faixas de valores típicos para diversas características de projeto. Assim, foi possível confirmar se o projeto modelado no Delftship está dentro das especificações básicas de L/B (Comprimento/Boca) E B/C (Boca/Calado) de embarcações típicas de sua classe, como mostrado na Fig.3.

Figura 3. Gráficos de razão de aspecto para a modelagem da embarcação.



Esses valores estão dentro dos $\pm 6\%$ tolerados do projeto já que estes serão compensados na construção do protótipo, através da modificação dos valores de comprimento e boca. Assim, os valores obtidos nos testes que utilizem esse protótipo poderão ser comparados com outros dentro da sua classe de embarcações, aumentando a confiabilidade dos resultados. Sendo esse um artifício bastante utilizado para modelagens e análises de embarcações das quais os projetos não estão disponíveis.

Para prosseguir com a construção do modelo levou-se em consideração que deve se seguir as três condições necessárias para a similaridade: parâmetros de forma idênticos, realizar ensaios em mesmo número de Reynolds (Re) na Eq. 1 e Froude (Fr) na Eq. 2 (Molland et al., 2011).

$$Re = \frac{UL}{\nu} \tag{1}$$

Onde:

- U = Velocidade da embarcação
- L = Comprimento da embarcação
- ν = Viscosidade dinâmica

$$Fr = \frac{U}{\sqrt{gL}} \tag{2}$$

Onde:

- U = Velocidade da embarcação
- g = aceleração da gravidade
- L = Comprimento da embarcação

Pela Eq. 1 e Eq. 2 é possível ver que o modelo reduzido teria que ser n vezes mais rápido que o barco real para que fosse possível realizar testes a Reynolds e Froude equivalentes (para que os fenômenos viscosos e potenciais se conservem). Para contornar o problema da similaridade incompleta, utiliza-se a similaridade incompleta e, posteriormente, correções são feitas. Froude será mantido constante e a velocidade do modelo será calculada a partir da Eq. 3.

$$U_{modelo} = \frac{1}{\sqrt{n}} U_{real} \tag{3}$$

Onde:

- U_{modelo} = Velocidade do modelo
- U_{real} = Velocidade da embarcação real
- n = Fator de escala

Para tornar o teste viável, a escala escolhida foi 1:10, que está dentro da faixa de escalas para ensaios em tanques de reboque determinadas entre 1:10 e 1:100 (Chakrabarti, 1994).

Todos os parâmetros estabelecidos foram calculados para satisfazer a extrapolação da resistência ao avanço do modelo para o navio seguindo os passos estabelecidos pela norma ITTC (2002).

Aplicando o fator de escala às outras dimensões geométricas da embarcação, foi determinada a boca e o calado do modelo. O peso total do modelo deve ser tal que gere o calado calculado. E como ambos (modelo e real) têm o mesmo coeficiente de bloco é possível obter o deslocamento do modelo através da igualdade mostrada na Eq. 4. O peso também pode ser calculado através do fator de escala elevado ao cubo.

$$\left(\frac{\nabla}{L \times B \times C}\right)_{modelo} = \left(\frac{\nabla}{L \times B \times C}\right)_{real} \quad (4)$$

Onde:

∇ = Deslocamento volumétrico

L = Comprimento

B = Boca máxima

C = Calado

Modificações foram efetuadas na construção do protótipo para manter os resultados dentro dos $\pm 6\%$ propostos para o projeto, resultando nos valores apresentados na Tab. 2.

Tabela 2. Comparação de resultados

	Modelagem	Protótipo
Comprimento [m]	0,780	0,830
Boca [m]	0,280	0,275
Calado [m]	0,060	0,060

Após finalizar a validação das razões de aspecto dentro dos parâmetros dinâmicos para o ITTC (2002), foi realizado a construção da embarcação, como segue na Fig. 4.

Figura 4. Protótipo da embarcação do SAMU construído em escala 1:10



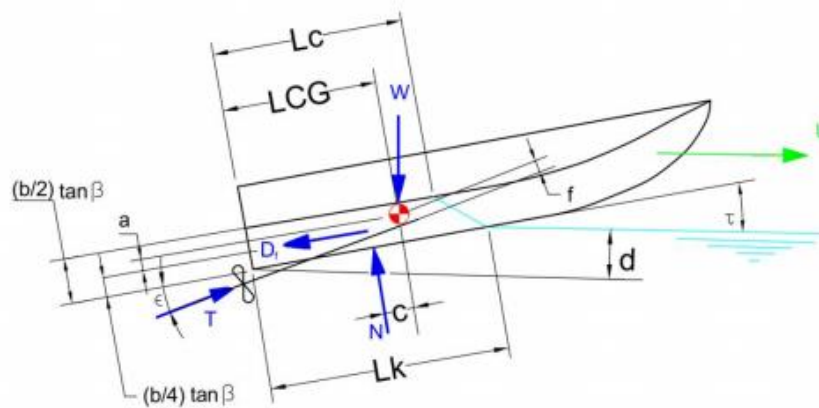
2.2 Cálculo de resistência ao avanço utilizando o método de Savitsky

Através das séries sistemáticas de diversos autores e contribuições de cerca de quatro décadas, Savitsky elaborou um método semi-empírico considerado preciso para presumir a sustentação dinâmica de embarcações. Existem limitações de precisão decorrentes do fato dos cálculos se basearem em séries feitas com cascos prismáticos, longitudinalmente constantes, diferindo da maioria dos cascos reais. Além disso, o cálculo da posição longitudinal do centro de pressão é simplificado, podendo assim comprometer o resultado do equilíbrio dinâmico final da embarcação (Ribeiro, 2002).

O método de Savitsky (1964) leva em consideração as forças hidroestáticas que atuam na embarcação, podendo assim ser aplicado em embarcações operando a baixas velocidades. Além disso, propõe fórmulas para sustentação e arrasto para cascos planantes, que se baseiam em testes realizados com cascos prismáticos com variações sistemáticas de trim, ângulo dead rise e comprimento (Hamidon et al. 2010).

As forças que atuam na embarcação durante o regime de planeio e os principais parâmetros geométricos para esse método estão descritos por Savitsky (1964) seguem na Fig. 5.

Figura 5. Parâmetros de uma embarcação planante (Savitsky, 1964)



Onde:

T = Força propulsora

W = Peso da embarcação

D_f = Resistência Friccional

τ = Ângulo de trim

LCG = distância longitudinal do centro de gravidade, medida a partir do espelho de popa

ϵ = ângulo de inclinação do eixo do propulsor, medido em relação à quilha

N = resultante do campo de pressão que atua no fundo do casco

a = Distância entre D_f e CG (Medida perpendicular a D_f)

f = Distância entre T e CG (Medida perpendicular a T)

c = Distância entre N e CG (Medida perpendicular a N)

L_k = comprimento molhado da quilha

L_c = comprimento molhado da quina

b = boca da quina da embarcação

d = calado da quilha medido no espelho de popa

De forma sintetizada, para o método ser aplicado à embarcação, precisa-se definir sua atitude, obedecendo a Eq. 5. de equilíbrio abaixo, onde os valores de W , a , ϵ , f dependem somente da geometria do casco, e configuração do peso. Sendo assim para o sistema ser resolvido, é preciso determinar os valores de T , D_f e c .

$$W \cdot \left\{ \frac{[1 - \sin \tau \cdot \sin(\tau + \epsilon)]}{\cos \tau} \cdot c - f \cdot \sin \tau \right\} + D_f \cdot (a - f) = 0 \quad (5)$$

Além disso, o método de Savitsky utiliza diversos coeficientes adimensionais como os coeficiente de arrasto de fricção, coeficiente de sustentação para ângulo de deadrise zero, coeficiente de sustentação para ângulo deadrise β , número de Reynolds entre outros, que foge ao escopo do trabalho a descrição. Para a aplicação do método será utilizado o software comercial Maxsurf o qual estima os requisitos de resistência e potência para qualquer projeto usando técnicas de previsão padrão do setor. A resistência pode ser calculada automaticamente a partir de qualquer arquivo de projeto da mesma área

e medir os parâmetros de entrada necessários a partir dele. Existe também a opção de substituir esses valores calculados automaticamente para ajustar os cálculos para atender aos seus requisitos.

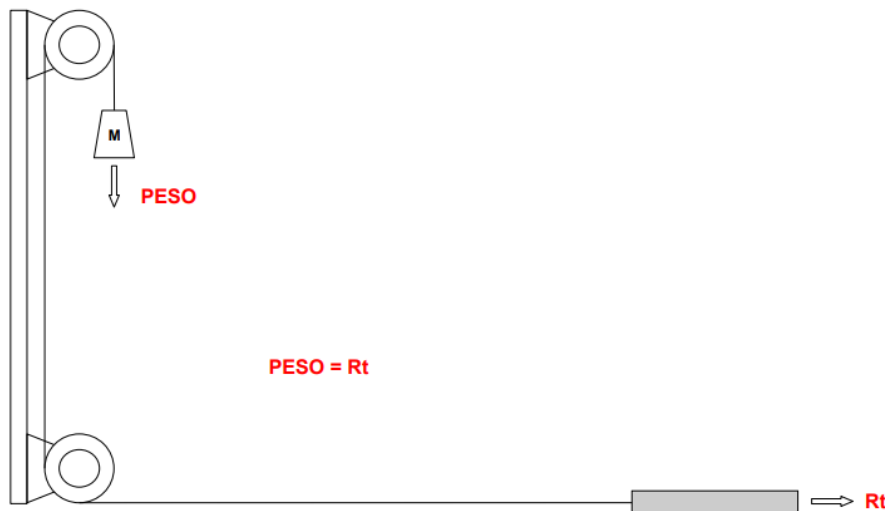
2.3. Ensaio experimental de resistência ao avanço

Após a validação geométrica do protótipo, realizou-se a construção do experimento em escala reduzida, que compõe uma parte fundamental para a realização deste projeto, pois é nele em que os resultados obtidos do software Maxsurf serão testados. Segundo Artman (2015), ensaio de resistência ao avanço em tanques de provas consiste em utilizar a queda livre de massas calibradas, que exercem forças de reboque conhecidas e constantes, medindo-se assim a velocidade que cada força provoca. Por isso, a calibração e a escolha de equipamentos deve ser feita de forma que esses tenham o mínimo impacto possível na realização dos ensaios. Para a realização dos testes será montada uma estrutura simplificada com a lista a seguir que apresenta os itens usados e sua função no procedimento de ensaio:

- Piscina: A piscina utilizada nos testes possui dimensões de 8.08 metros de comprimento por 2.69 metros de largura e profundidade de 1.45 metros.
- Poste: O poste foi projetado exclusivamente para os testes. Foi feito de aço e possui 4 metros de altura, contendo duas polias, uma no topo e uma na base.
- Polias: Escolheu-se polias que tivessem o menor atrito possível, e suportassem a carga necessária para realizar a queda livre sem se deformar.
- Massa: Para representar a massa que caia do poste, serão utilizadas pedras dentro de sacolas, pesadas numa balança comercial e amarradas no fio de nylon.
- Fio de nylon: Essa servirá para estabilizar o modelo em linha reta no momento das corridas.

O teste foi feito com base nesse modelo de diagrama de corpo livre representado na Fig. 6.

Figura 6. Diagrama de corpo livre



Com todos os equipamentos preparados para realização dos testes, fez-se a determinação do peso que irá fazer com que o modelo seja arrastado. Os testes serão baseados na obtenção do tempo em que o protótipo percorre uma distância de 2 metros, de acordo com uma massa que cai de um poste de 4 metros. O valor das massas utilizadas no experimento será baseada na resistência ao avanço estimada na análise numérica pelo Maxsurf. Essa força obtida foi convertida para um valor de massa medido em quilogramas, utilizando a Eq. 6, determinando-se, para cada resistência ao avanço, uma massa a ser usada no experimento.

$$F = m \cdot g \quad (6)$$

Foram realizados 12 ensaios sendo que a massa em queda livre, ou, neste caso, a resistência ao avanço, foi variada 3 vezes, fornecendo assim 3 pontos para determinar a curva de resistência ao avanço do modelo. Para cada massa foi tomado o tempo 4 vezes. Uma média entre as velocidades para cada condição foi feita a fim de diminuir erros na tomada de tempo.

3. RESULTADOS

A partir da estrutura descrita no diagrama de corpo livre (Fig. 6), foi possível dimensionar o ensaio experimental como mostrado na Fig. 7. Os dados retirados a partir deste estão descritos na Tab. 3.

Figura 7. Ensaio experimental de resistência ao avanço



Tabela 3. Dados obtidos no experimento

Teste	Massa [g]	Tempo [s]	Velocidade [m/s]	Rt [N]
1	320	2,36	0,85	3,14
2	320	2,65	0,75	3,14
3	320	2,55	0,78	3,14
4	320	2,65	0,75	3,14
5	695	1,65	1,21	6,82
6	695	1,8	1,11	6,82
7	695	1,76	1,14	6,82
8	695	1,83	1,09	6,82
9	1006	1,26	1,59	9,87
10	1006	1,26	1,59	9,87
11	1006	1,23	1,63	9,87
12	1006	1,25	1,60	9,87

Foi possível, a partir da coleção de dados desse protótipo, identificar qual resistência ao avanço a embarcação possui operando na sua velocidade de serviço real ($\cong 16,67\text{m/s}$) que em escala é representado pelo teste número 7 mostrado na Tab. 3. A partir desse resultado, este ponto foi identificado no gráfico de modelagem de potência obtido por meio de Savitsky no Maxsurf que, para essa velocidade, a embarcação deveria consumir aproximadamente 121 kW, como mostrado na Tab. 4. Hoje essa embarcação utiliza 149 kW (utilizando rotação máxima nas duas transmissões) para viabilizar essa velocidade.

Tabela 4. Dados extraídos da análise de potência - Savitsky (via Maxsurf)

Velocidade [m/s]	Fr	Res. ao avanço [kN]	Potência efetiva [kW]
16,680	1,967	7,300	121,177

4. CONCLUSÕES

Por meio deste trabalho foi possível identificar pelo método de ensaio simplificado de resistência ao avanço o comportamento da embarcação operando em sua velocidade de serviço, extraindo resultados importantes de projeto como a potência efetiva teórica. Ao compará-la com os dados coletados em campo, de potência real consumida pela embarcação, notou-se um consumo de 27,823 kW a mais do que o projeto propõe.

Esse fator foi realçado como principal ponto pelo qual existe um alto consumo de combustível. Portanto, esse trabalho deixa como recomendação futura a remodelagem do sistema propulsivo dessa embarcação, obtendo-se assim, projetos com a maior eficiência. Dimensionar o arranjo propulsivo adequado e seus componentes é de suma importância para a eficiência de uma embarcação. Pequenas variações no aumento da eficiência podem parecer desprezíveis, entretanto,

devido ao consumo elevado de potência nos motores marítimos, este incremento de eficácia representa uma grande parcela de economia em termos operacionais (Valle, 2011).

5. REFERÊNCIAS

- Artmann, J., 2015. Estudo sobre a aplicação de um hidrofólio em uma embarcação de apoio offshore: abordagem experimental simplificada. UFSC, 84 f. TCC (Graduação - Curso de Engenharia Naval).
- Chakrabarti, S.K., 1994. *Offshore Structure Modeling, Advanced series on Ocean Engineering*. 9.ed. Plainfield, Illinois, USA.: Chicago Bridge & Iron Technical Service Co., World Scientific. 492p.
- Hamidon, E.; Mahamad, F. B.; As'Shaar, M. F. B., 2010. *Smk4562 [Small Craft Technology]. Universiti Teknologi Malaysia*. Trabalho Acadêmico (Faculty of Mechanical Engineering)
- ITTC, 2002. *Internacional Towing Tank Conference. 'Testing and Extrapolation Methods, High Speed Marine Vehicles, Resistance Test', in recommended Procedures and Guidelines*, p. 18.
- Marin, G., 2016. Estudo paramétrico de resistência ao avanço de uma embarcação de planeio: análise método de Savitsky. UFSC, 73 f. TCC (Graduação – Curso de Engenharia Naval)
- Molland, A.F.; Turnock, S.R.; Hudson, D.A., 2001. *Ship Resistance and Propulsion: Practical Estimation of ship propulsive power*. 2.ed. New York: Cambridge, 537p.
- Picanço, H.A., 1999. Resistência ao avanço: uma aplicação de dinâmica dos fluidos computacional. UFRJ, 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica).
- Ribeiro, H. J. C., 2002. Equilíbrio Dinâmico de Cascos Planadores. UFRJ, Dissertação (Mestrado - Eng. Naval)
- Savitsky, D. 1964. *Hydrodynamic Design of Planing Hulls*. Marine Technology.
- Tauton, D.J., Hudson, D.A., Sheno R.A. *Characteristics of a series of high speed hard chine planing hulls – Part 1: Performance in calm water*. 29 Jun. 2019 < <https://eprints.soton.ac.uk/172717/>>.
- Valle, G.D., 2011. Avaliação das instalações de máquinas em navios visando redução do uso de combustível fóssil. USP, Monografia (Mestrado em Engenharia).

5. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.