

# **SISTEMATIZAÇÃO DA METODOLOGIA PARA O DIMENSIONAMENTO DE HÉLICES NAVAIS NAS CONDIÇÕES AMAZÔNICAS**

**A. do Vale (1), K. de Jesus (1), F. Lopes (1), N. Soeiro (1)**

**(1) Departamento de Engenharia Mecânica, CT, Universidade Federal do Pará, Belém, Campus Universitário do Guamá, Rua Augusto Correa s/n – CEP: 66075-900**  
**Palavras chaves: Projeto naval, Sistema motor-propulsor, Embarcações, Hélices navais**

## **RESUMO**

Na Amazônia de um modo geral, as pequenas e médias embarcações não são projetadas mediante a realização de um estudo detalhado do melhor sistema propulsor (motor – hélice) requerido para a mesma. Isto se deve principalmente à falta de conhecimento técnico sobre o assunto por parte dos usuários, o que condiciona o uso de equipamentos baratos e de fácil aplicação, sendo que em nenhum momento faz-se uma consideração de caráter técnico acerca da performance do propulsor e a sua adequação à embarcação.

Diversos parâmetros precisam ser levados em consideração durante a especificação do propulsor mais adequado a uma embarcação, tais como diâmetro do eixo, forma e tamanho do casco, potência e rotação do motor, presença ou não de duto, diâmetro do propulsor, diâmetro do cubo, passo e sentido de rotação do hélice e número de pás do mesmo.

Neste procedimento há também a escolha do motor mais conveniente sob o aspecto técnico e econômico, sendo que na região amazônica, devido à ausência de uma cultura tecnológica, a seleção deste sistema é feita tomando por base os parâmetros de embarcações já existentes, cujas condições de navegação são semelhantes àquelas que está sendo construída.

Com base no exposto, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um suporte computacional que possibilita, no caso de embarcações de pequeno e médio porte, um pré-cálculo das dimensões básicas do casco, potência de propulsão e dimensionamento de hélices navais, tendo por base um procedimento de cálculo de projeto naval que utiliza uma série de dados disponíveis na forma de gráficos e tabelas, disponibilizando-os em uma interface mais amigável.

Para isto, necessitou-se estudar as metodologias disponíveis a partir das simulações de pré-dimensionamento de embarcações já construídas. Concluídas as análises, o Manual do Usuário, do IPT-SP, proporcionou os melhores resultados quanto à estimativa de potência e as dimensões básicas de embarcações pesquisadas na região, mesmo porque este fora desenvolvido com base nestes barcos.

Através do aplicativo MARKGRAF 2.0 beta, escrito em linguagem C, foi possível obter-se as equações das curvas referentes aos gráficos da metodologia escolhida, no programa MS Excel, obtendo-se as equações que regem a distribuição dos pontos marcados.

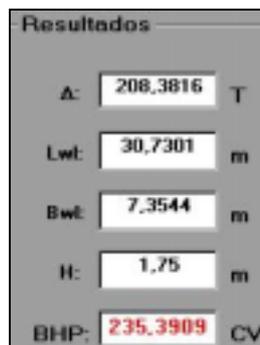
Com os dados para o cálculo equacionados via ajuste, fez-se um programa interligando todas as etapas do processo de dimensionamento da embarcação e do hélice naval, em linguagem Visual Basic, onde foram feitas verificações numéricas dos cálculos do software, a fim de que se pudesse ter certeza da validade do programa.

Os dados de entrada da embarcação são provenientes das necessidades do proprietário, que objetiva transportar um certo  $n^o$  de pessoas, uma carga pré-determinada, bem como navegar a uma velocidade de cruzeiro de seu interesse, fornecendo dessa forma os dados de entrada suficientes ao projeto da embarcação. Assim, a título de exemplo, supõem-se que se deseja obter os dados do pré-dimensionamento de uma embarcação que terá as seguintes características (dados de entrada) –  $N^o$  de passageiros e tripulantes igual a 100 pessoas; quantidade de carga bruta igual a 80 toneladas e velocidade de cruzeiro igual a 9 nós.

Em certas trajetórias de rios podem existir bancos de areia, troncos de madeira e pedras, tornando calado do trajeto menor. Isto é computado no dimensionamento de embarcações

que, se apresentarem calados dimensionados maiores que os da trajetória, devem ser reduzidos a valores seguros, fazendo com que o casco da embarcação não entre em contato com os acidentes submersos. Este fator de restrição também é levado em consideração no programa, sendo de grande importância que o armador (construtor do barco) ou proprietário da embarcação saiba o calado mínimo da rota. No exemplo, adotou-se um limite mínimo de profundidade de 1,70 metros, o qual será levado em conta no pré-projeto.

Como resultado dos cálculos executados pelo algoritmo escrito em linguagem Visual Basic, a partir dos dados citados anteriormente, chegou-se aos resultados da Figura 1.

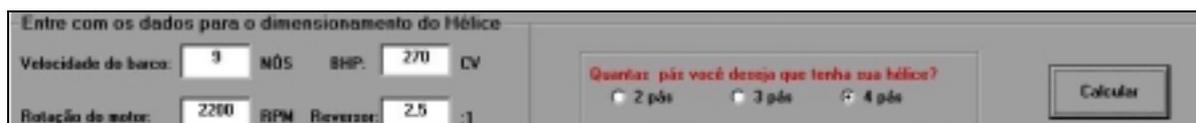


Resultados		
$\Delta$ :	208,3816	T
Lwl:	30,7301	m
Bwl:	7,3544	m
H:	1,75	m
BHP:	235,3909	CV

Figura 1. Dados de saída do programa relativos ao pré-projeto da embarcação

O  $\Delta$ , visto na Figura 1, calculado pelo programa, é uma estimativa do peso total que a embarcação terá (pessoas + carga bruta + peso da estrutura da embarcação). O programa, a partir do deslocamento, calcula as dimensões básicas da embarcação (boca e comprimento entre proa e popa, ambos na linha d'água e o calado carregado) e encontra resultados para o pré-dimensionamento do hélice, mediante a inserção da potência e rotação do motor comercialmente disponível com características mais próximas das achadas. O reversor e o número de pás do hélice naval também são imprescindíveis na realização dos cálculos.

Há no programa três opções para o número de pás, que também são dados de entrada. Estes são mostrados na Figura 2.

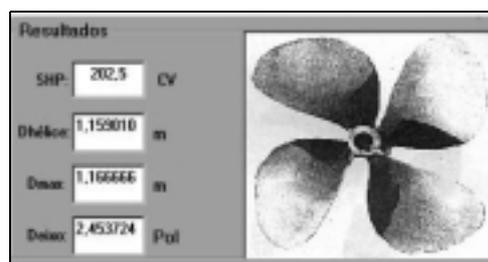


Entre com os dados para o dimensionamento do Hélice

Velocidade do barco:	9	NÓS	BHP:	270	CV	Quantas pás você deseja que tenha na hélice? <input type="radio"/> 2 pás <input type="radio"/> 3 pás <input checked="" type="radio"/> 4 pás	Calcular
Rotação do motor:	2200	RPM	Reversor:	2,5	:1		

Figura 2. Dados de entrada para se calcular o hélice

Os dados de saída do propulsor naval calculado são visualizados na Figura 3.



Resultados	
SHP:	202,5 CV
Dhélice:	1,159010 m
Dmax:	1,166666 m
Dmin:	2,453724 Pés

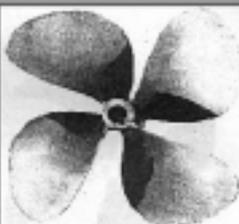


Figura 3. Dados de saída do cálculo do hélice

Obs: O diâmetro máximo é calculado em função do calado dimensionado para a embarcação, portanto o diâmetro do hélice não deve exceder este parâmetro, pois pode ocasionar uma emersão de parte do hélice, o que prejudica o desempenho e vida útil de todo o sistema propulsor.

Para a simulação apresentada neste trabalho, os resultados obtidos no dimensionamento foram os esperados de acordo com os métodos adotados, tornando, o programa uma ferramenta de fácil e rápida implementação dos resultados. Por outro lado, embora não tenha sido apresentado neste trabalho em simulações realizadas com dados de embarcação existentes, levantados junto à Capitânia dos portos em Belém, verificou-se que em alguns casos obteve-se diferenças consideráveis entre os valores de potência determinados pelo programa e aqueles registrados na Capitânia, o que vem reforçar a idéia de que, na prática, vem sendo percebido um superdimensionamento do motor destas embarcações e um subdimensionamento dos hélices navais quanto ao seu diâmetro.

### **Agradecimentos:**

A equipe deste trabalho agradece primeiramente a Deus, não esquecendo de citar o apoio da FINEP, SECTAM, Grupo de Vibrações e Acústica do Departamento de Engenharia Mecânica e o CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelo suporte financeiro e pela bolsa de Iniciação Científica.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- GEER, D., Propeller Handbook, New York: McGraw-Hill Company, 1989.
- Circular Técnica N° 001/72 – Projeto de Instalações de Propulsão Marítima, São Paulo: MWM Motores Diesel S.A., 1972.
- IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Projeto de Embarcações para o Transporte de Passageiros e Cargas: Metodologia e Critérios – Manual do Usuário, Ministério dos Transportes, 1989.
- GOMES, C. R. C., Arquitetura Naval, Rio de Janeiro: Sindicato Nacional de Náutica e de Práticos de Portos da Marinha Mercante, 1981.
- BELCHIOR, C. R., Introdução Geral a Engenharia Naval: Projeto de Instalações de Máquinas, Escola de Engenharia: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1984.
- DA MOTTA, D. J., Estimativa de Potência para Embarcações Pequenas, 6° Congresso de Transportes Marítimos e Construção Naval, Rio de Janeiro, 1976.
- MOREIRA, A. L. S., Relatório parcial de atividades do projeto: “Otimização do Projeto de Propulsores Navais do Tipo Hélices Utilizados por Embarcações nas Condições Amazônicas”, Belém: Universidade Federal do Pará, 2000.
- VAN OBTMERSEN, G., A Power Prediction Methods and Its Application to Small Ships, Publication N° 391 of the NSMB, 1971.
- COMSTOCK, J. P., Principles of Naval Architecture, New York: The Society of Naval Architects and Marine Engineers, 1967.