

PROJETO CONCEITUAL DA EMBARCAÇÃO DE PESQUISA: ESPIRAL DE PROJETO, DIMENSÕES PRINCIPAIS, PROJETO ESTRUTURAL E COMPORTAMENTO NO MAR

Thiago Pontin Tancredi¹; Arthur Brandão Rinhel²; Filipe Galvão Barreto³

¹ Bolsista; Iniciação Tecnológica – SENAI; thiago.tancredi@fbter.org.br

² Bolsista; Iniciação Tecnológica – SENAI; arthur.rinhel@fbter.org.br

³ Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; filipe.barreto@fieb.org.br

RESUMO

Diante do desafio de projetar uma embarcação eficiente, de baixa manutenção, flexível e com dimensões reduzidas; destinada a apoiar as atividades do futuro Parque de Testes Submarinos do SENAI CIMATEC Mar, este trabalho apresenta o desenvolvimento da fase conceitual do projeto de uma embarcação de apoio multipropósito cujas características foram projetadas para atender a mais ampla gama de requisitos e necessidades de empresas e pesquisadores entrevistados ao longo do processo. Ao longo do texto são descritas as técnicas, ferramentas e resultados associados a definição dos requisitos de projeto, a determinação das dimensões principais, a definição do projeto estrutural e a análise de comportamento no mar. Após o estudo que definiu a metodologia a ser aplicada na fase inicial do projeto, realizou-se uma pesquisa por embarcações semelhantes cujos exemplos mais significativos foram analisados, permitindo a definição das características geométricas principais da embarcação projetada. A seguir, métodos empíricos e modelos numéricos foram utilizados para definir o arranjo preliminar da estrutura e o comportamento no mar da embarcação projetada. Entre os resultados obtidos, destacam-se o dimensionamento geométrico, a definição preliminar das chapas e reforçadores estruturais e os períodos naturais da embarcação.

PALAVRAS-CHAVE: Projeto de Navio; Catamarã; Projeto Estrutural; Embarcação de Apoio.

1. INTRODUÇÃO

Embarcações são, tradicionalmente, sistemas complexos, com alto nível de interação e interdependência entre os diferentes subsistemas a bordo. Tal complexidade ganha contornos ainda mais desafiadores no caso de embarcações multipropósito que buscam atender as mais variadas demandas, com objetivos, em geral, conflitantes. Diante desse cenário, projetos navais costumam ser divididos em fases, nas quais as atividades são repetidas iterativamente até que os requisitos de projeto sejam alcançados.¹

No entanto, por se tratar de um projeto de pesquisa com forte caráter de inovação, a construção dos requisitos foi realizada ao mesmo tempo em que se definiam as características principais da embarcação. Por essa razão, ao longo dos 5 meses de trabalho, diante de novas demandas ou vislumbres de potenciais usos, novas características foram adicionadas ao projeto, desafiando os projetistas a desenvolverem metodologias eficientes para avaliarem constantemente os impactos que tais mudanças exercem no desempenho do navio.

O presente trabalho apresenta esse processo de projeto, destacando as atividades associadas a definição das necessidades e requisitos de projeto, a determinação das dimensões principais, a definição preliminar do projeto estrutural e o estudo inicial referente ao comportamento no mar da embarcação.

2. METODOLOGIA

O início do projeto se deu com a definição dos requisitos de projeto. Nessa fase foram avaliadas as possíveis missões do navio, o tipo de embarcação, o material de construção, o sistema propulsivo e os equipamentos auxiliares necessários. Tais informações foram obtidas por meio de questionários e workshops realizados com engenheiros da Petrobrás e da Shell, onde buscou-se mapear, da forma mais abrangente e completa possível, as necessidades e desejos desses profissionais, bem como as restrições e características ideais para que o projeto possa ser eficiente e eficaz no apoio das atividades do futuro Parque de Testes Submarinos do SENAI CIMATEC Mar.

Tradicionalmente, o caráter iterativo de um projeto naval é representado pela Espiral de Evans, a qual enumera e hierarquiza as etapas a serem realizadas.² É importante observar que nem todas as etapas precisam ser executadas a cada volta da espiral, além de que, a cada fase, diferentes técnicas e ferramentas podem ser empregadas para uma mesma tarefa, a depender do grau de precisão desejado e da quantidade de informações que se dispõe. Uma vez que esse trabalho descreve a fase conceitual do projeto, apenas modelos empíricos, textos normativos e modelos numéricos simplificados foram utilizados.

Para obter uma base de dados representativa, foi realizada uma pesquisa por embarcações semelhantes, reunindo informações sobre navios de pesquisa, Platform Supply Vessel (PSV), Anchor Handling Tug Supply (AHTS) e Dive Support Vessel (DSV). Os dados referentes às dimensões principais,

capacidades, potência instalada, velocidade de serviço, sistema propulsivo, área de convés, tipo de navio e material de construção foram tabelados e as relações dimensionais foram analisadas.

No total foram reunidas informações de 450 embarcações de diferentes tamanhos e tipos, das quais 7 embarcações são catamarãs de alumínio com comprimento total (LOA) entre 20 e 40 metros e cuja finalidade é a pesquisa. Dessas 7, destacam-se as embarcações da empresa INCAT (Crowthers Limitless, Outer Limit e The Sea Scout), que apresentam grande semelhança com as definições conceituais estabelecidas para este projeto.

A seguir, em virtude de algumas dúvidas referentes ao peso do casco, a acomodação interna dos equipamentos e a possibilidade de projetar uma embarcação dotada de guindastes e A-frames em um convés de alumínio, foi realizado um projeto estrutural preliminar da embarcação baseado na norma RINA (2023)³ e seguindo os princípios de dimensionamento estrutural vistos em Lewis (1988).⁴

Por fim, em virtude da possibilidade de operar em águas abertas, uma análise preliminar de comportamento no mar foi realizada utilizando o programa Maxsurf Motions, o qual emprega o método dos painéis para determinar os Operadores de Amplitude de Resposta (RAOs) da embarcação.⁵ Visando analisar diferentes cenários de operação, foram realizadas análises considerando duas posições para o centro vertical de gravidade (VCG) (3,35 m e 4,96 m), as quais foram combinadas com três direções de incidência de onda (5°, 90° e 180°). Além disso, todos os casos foram analisados considerando tanto a embarcação parada (velocidade nula) quanto viajando a 20 nós.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo a metodologia descrita no Capítulo 2, na Figura 1 são apresentadas a Espiral de Evans construída para esse projeto, além das necessidades e os requisitos definidos para a embarcação estudada.

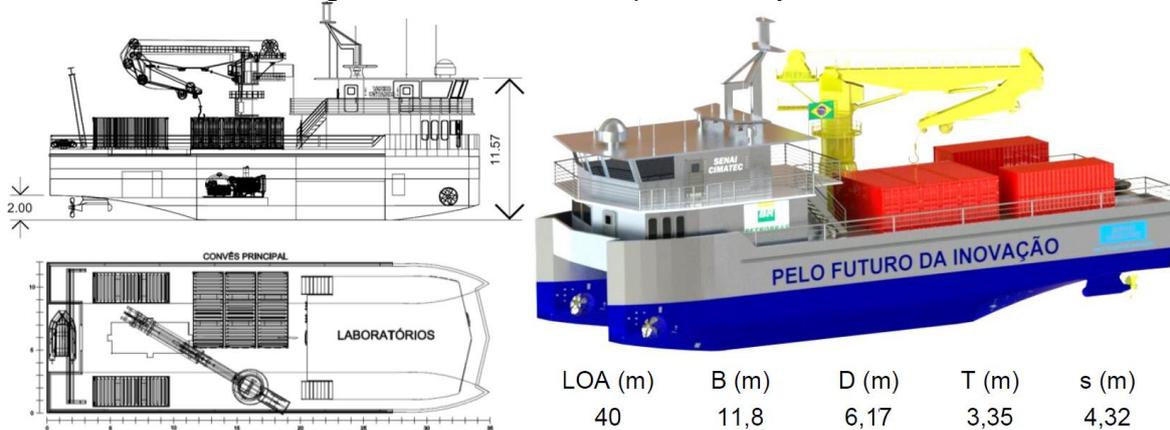
Figura 1 - Espiral de Evans, Necessidades e Requisitos de Projeto



Necessidades	Requisitos
Pouca manutenção	Material: Alumínio
Operações de lançamento	DP2
Área de convés	Tipo Catamarã
Ancoragem em marina	LOA máxima: 50m
Movimentação de cargas no convés	Guindaste e A-Frame
Águas oceânicas	Tn distante dos 10s
Alta estabilidade transversal	Atendimento a Normam mesmo durante o lançamento de cargas
Versatilidade (arranjo modular)	Autonomia de 15 dias
Veloz	Vs de pelo menos 15 nós

Ao longo do projeto conceitual, ao menos três conjuntos de dimensões principais foram analisados, visto que foram necessárias várias alterações geométricas ao longo do projeto. As dimensões finais são apresentadas na Figura 2, juntamente com uma perspectiva artística do projeto.

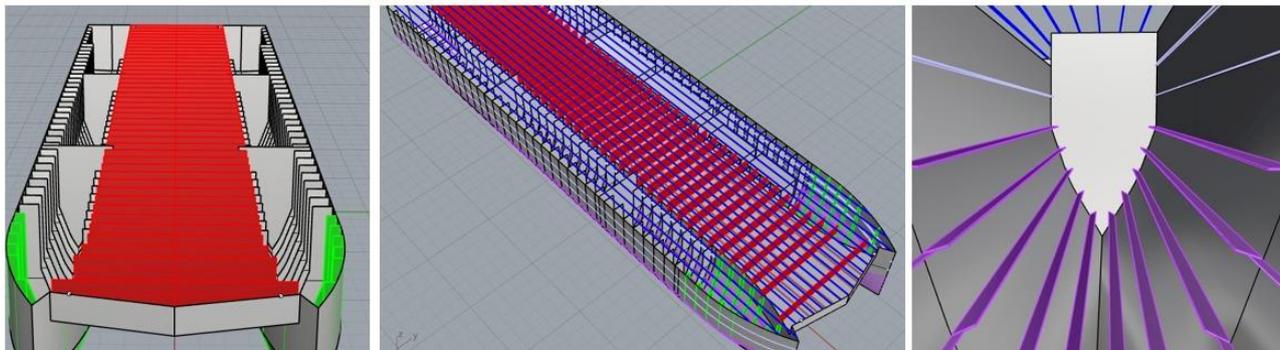
Figura 2 - Dimensões Principais e Arranjo Geral



* LOA = Comprimento total, B = Boca, D = Pontal, T = Calado, s = Espaçamento entre cascos

A seguir, a modelagem projetada para os elementos estruturais é apresentada na Figura 3. Os resultados iniciais indicam chapas de alumínio entre 8 e 12 mm, sendo que o reforçador longitudinal utilizado é do tipo flat bar e possui 0,5 m de altura. Nas próximas fases do projeto, pretende-se utilizar perfis L, que, devido a maior inércia, permitirão uma menor altura da alma.

Figura 3 - Modelagem Preliminar dos Elementos Estruturais



Por fim, na Tabela 1 são apresentados os períodos naturais da embarcação projetada, que como pode ser visto, se distanciam do crítico período de 10 s presente em muitos estados de mar na costa brasileira.

Tabela 1 - Períodos naturais da embarcação de pesquisa

VCG (m)		3,35		4,96	
Aproamento	Grau de Liberdade	0 nós	20 nós	0 nós	20 nós
5°	Heave	4,2 s	3,2 s	4,2 s	3,5 s
	Roll	4,0 s	3,4 s	4,0 s	3,7 s
	Pitch	3,7 s	7,0 s	3,7 s	6,6 s
90°	Heave	4,2 s	3,8 s	4,4 s	3,8 s
	Roll	4,8 s	4,6 s	4,6 s	4,6 s
	Pitch	4,2 s	4,9 s	4,1 s	4,5 s
180°	Heave	3,8 s	7,4 s	3,8 s	7,4 s
	Roll	-	-	-	-
	Pitch	3,5 s	7,4 s	3,5 s	7,4 s

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho foram apresentadas a metodologia, resultados e discussões referentes a fase do projeto conceitual da embarcação de apoio que dará suporte as operações do futuro Parque de Testes Submarinos do SENAI CIMATEC Mar.

Neste contexto, especial atenção foi dada a interação existente entre a definição dos requisitos de projeto, o dimensionamento da embarcação e o desempenho operacional do navio. Com base nos resultados apresentados, pode-se concluir que as análises preliminares referentes ao dimensionamento, arranjo, projeto estrutural e comportamento no mar foram realizadas e foi possível definir um conceito viável para a referida embarcação.

Embora todas as análises pareçam assegurar a viabilidade do projeto, é importante observar que as informações descritas neste trabalho se referem a um projeto em andamento, e podem ser modificadas ao longo das próximas fases do trabalho.

5. REFERÊNCIAS

¹WATSON, D. G. M. Practical Ship Design. Oxford: Elsevier, 1998.

²PAPANIKOLAOU, A. Ship design: methodologies of preliminary design. Athens: Springer, 2014.

³LEWIS, E. V. Principles of Naval Architecture: Vol 1: Stability and Strength. Jersey City: Society of Naval Architects & Marine Engineers, 1988.

⁴RINA. Rules for the Classification of Ships with Plastic, Aluminium Alloy or Wooden Hulls. Royal Institute of Naval Architects, 2023.

⁵LEWIS, E. V. Principles of Naval Architecture: Vol. 3: Motions in Waves and Controllability. Jersey City: Society of Naval Architects and Marine Engineers, 1989.