

SISTEMAS OCEÂNICOS NÃO MILITARES

TIUDORICO LEITE BARBOZA *
Contra-Almirante (Re^{ft}-EN)

SUMÁRIO

Introdução
Definições
O projeto de sistemas oceânicos
A divisão de tipos de embarcações/navios e demais sistemas oceânicos em famílias
Descrição dos principais tipos de embarcações/navios e demais sistemas oceânicos
Conclusão

INTRODUÇÃO

Este artigo se propõe a abrir espaço na *Revista Marítima Brasileira* para um assunto ligado ao Poder Marítimo que se supõe ser de interesse da comunidade

de leitores da revista: a produção naval mercante e *offshore*, principalmente considerando as atribuições e a atuação da Diretoria de Portos e Costas (DPC). Este enfoque se deve, principalmente, ao fato de que tem havido uma procura perma-

* Serviu na Diretoria de Engenharia Naval e no Centro de Projetos de Navios. Um dos principais participantes dos projetos das corvetas classe *Inhaúma* e *Barroso*. D.S.C. em Engenharia Oceânica, pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE-UFRJ). Faz, atualmente, parte do Corpo Docente do Centro de Instrução Almirante Wandenkolk (CIAW).

nente pela reativação da indústria naval mercante brasileira. Por se tratar de um assunto global e abrangente, que ocuparia um volume de leitura relativamente extenso, invocando assuntos correlatos, este artigo aborda somente os tipos de produtos finais que são resultantes da cadeia produtiva na construção naval mercante e *offshore*, e que são os objetos do seu planejamento.

DEFINIÇÕES

Os termos embarcação e navio, embora possam ter o mesmo significado, não têm o mesmo uso na prática. Atualizando a definição de Fonseca [1] para abranger os materiais atuais, teríamos:

Embarcação: “construção feita de madeira, concreto, ferro, aço, alumínio, materiais compósitos ou combinações desses que flutua e é destinada a transportar, pela água, pessoas ou objetos”.

Navio: “embarcação de grande porte”.

Como podemos ver, as definições acima, embora sejam emanadas de uma referência consagrada, não estabelecem a fronteira entre embarcação e navio e deixam de fora os demais sistemas oceânicos, como plataformas *offshore*, que serão também objeto deste artigo.

O PROJETO DE SISTEMAS OCEÂNICOS

O projeto de embarcações/navios e sistemas oceânicos é, talvez, a mais demandante de todas as tarefas de engenharia, pois, normalmente, são grandes e complexos produtos manufaturados. Antes que o projetista possa iniciar o projeto, o armador precisa especificar a natureza do meio flutuante do qual precisa e que deseja, as áreas de operação e outras considerações especiais, que vêm a constituir os chamados “Requisitos do Armador”.

Há, assim, duas alternativas para o projetista: enquadrar o novo sistema flutuante a ser obtido numa das famílias já existentes ou se lançar num processo de inovação em termos de projeto, razão pela qual é importante que se tenha o conhecimento do espectro de famílias de meios flutuantes existentes.

A DIVISÃO DE TIPOS DE EMBARCAÇÕES/NAVIOS E DEMAIS SISTEMAS OCEÂNICOS EM FAMÍLIAS

Para esta divisão, vamos explorar três referências. De Eyres [2] temos os tipos de embarcações/navios e sistemas oceânicos em nove grandes famílias, a saber:

- barcos de alta velocidade;
- navios *offshore*;
- navios pesqueiros;
- embarcações (*crafts*) de apoio oceânico e de porto;
- navios de carga geral;
- graneleiros;
- navios de passageiros;
- submersíveis; e
- navios de guerra.

Essas nove grandes famílias acima mencionadas contemplam, ao todo, 44 tipos de navios diferentes, sendo que alguns dão origem a subtipos, como, por exemplo, o caso dos submersíveis e navios de guerra.

Já de Lamb [3] temos os tipos de embarcações/navios e sistemas oceânicos divididos em três grandes famílias abaixo relacionadas, não havendo referências a navios de guerra:

- navios comerciais;
- navios industriais; e
- navios prestadores de serviços.

Essas três grandes famílias citadas, por sua vez, contemplam ao todo 36 tipos de navios.

Finalmente, de Watson [4] temos os tipos de embarcações/ navios e sistemas oceânicos em seis grandes famílias, que são:

– navios de carga geral, subdivididos em navios transportadores de carga refrigerada, porta-contêineres e *roll-on /roll-off*;

– navios-graneleiros, subdivididos em petroleiros, graneleiros propriamente ditos, transportadores de gás liquefeito (gás natural, com 75% a 95% de metano) e gás não natural constituído de propano, propileno, butano ou mistura);

– navios de passageiros;

– rebocadores;

– barcos de alta velocidade; e

– navios de guerra.

Como pode ser visto, a divisão em grandes famílias é um tanto ou quanto subjetiva, mas em cada grande família de uma ou outra referência há características específicas de cada tipo. Também a seleção de que tipos de navios são mais relevantes, no que diz respeito a descrever e detalhar as suas características, não é a mesma para as três referências citadas, mas há uma interseção de interesse comum. Assim, temos o seguinte quadro para cada referência:

I- Por Eyres [2] são selecionados quatro tipos de embarcações/navios para objeto de suas descrições: os navios de carga geral, os graneleiros propriamente ditos, os petroleiros e os navios de passageiros;

II- Por Lamb [3] são selecionados:

– oito entre os 13 da família de embarcações/navios comerciais: porta-contêiner, *roll-on/roll-off*, barcaças transportadoras de contêiner, petroleiros, graneleiros propriamente ditos, transportadores de gás liquefeito (LNG), barcaças com integração ao rebocador e *ferryboats*;

– cinco entre os 13 da família de embarcações/navios industriais: pesqueiros para pesca com rede, unidades perfuradoras *offshore*, plataformas de perfuração semissubmersíveis, navios para perfuração e plataformas oceânicas;

– um entre os oito da família de navios/embarcações prestadores de serviços: os

rebocadores, divididos em rebocadores de alto-mar (ou oceânicos) e rebocadores de porto.

DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS TIPOS DE EMBARCAÇÕES/ NAVIOS E DEMAIS SISTEMAS OCEÂNICOS

Tendo em vista que não é exequível descrever, em termos de um artigo, todos os tipos de navios/embarcações e demais sistemas oceânicos existentes, ou mesmo aqueles abordados em [2], [3] e [4] já citados, a descrição em pauta é limitada àqueles meios flutuantes que são objetos de interseção dos conjuntos discutidos pelas três referências, tomadas, no mínimo, duas a duas.

Navios de carga geral

Possuem vários grandes e desobstruídos porões de carga, e um ou mais conveses podem fazer parte do interior dos porões. Como normalmente são dois conveses que fazem parte, são conhecidos como navios *twin-decks*, os quais permitem grande flexibilidade no que diz respeito ao carregamento e descarregamento. Permitem segregação de cargas e têm aprimoradas características de estabilidade. Têm deslocamentos típicos entre 15 mil e 20 mil toneladas, velocidades na faixa de 12 a 18 nós e, embora possa não ser a divisão mais costumeira, segundo Watson [4], podem ser subdivididos como abaixo:

– Navios para transporte de carga refrigerada: são navios providos de sistemas de refrigeração nos porões para transporte de cargas perecíveis. Os porões são isolados termicamente para reduzir a transferência de calor e, assim, a carga pode ser transportada congelada ou frigo-

rificada; os porões podem ter diferentes temperaturas, de acordo com os requisitos da carga. Os possíveis efeitos de baixas temperaturas nas estruturas vizinhas é um fator que deve ser levado em conta no projeto. Juntamente com os tipos de navios *roll-on/roll off*, são navios mais rápidos que os demais navios de carga geral, com velocidades de até 22 nós. A Figura 1 ilustra um navio para transporte de carga refrigerada.



Figura 1- Navio para transporte de carga refrigerada

– Navios porta-contêiner: são navios destinados a transportar caixas reusáveis, com seções quadradas de 2.435 mm (8 pés) de lado, com comprimentos padrões de 6.055mm (20 pés), 9.125mm (30 pés) e 12.190mm (40 pés). São usados para transporte da maioria das cargas, estando em uso as cargas líquidas e refrigeradas, estas últimas podendo ser transportadas em contêineres com sistemas de refrigeração próprios ou providos pelo sistema de refrigeração do navio.

Os navios porta-contêiner têm capacidade de carga entre 1.000 a 2.500 TEU (*twenty equivalente unit*), em que o TEU representa a capacidade do contêiner padrão de 6.055mm ou 20 pés [4]. A Figura 2 ilustra um navio porta-contêiner.

– Navios *roll-on/roll-off*: são projetados para carga sobre rodas, usualmente na



Figura 2 - Navio porta-contêiner

forma de *trailers*. Podem ser rapidamente carregados por meio de portões na proa, na popa e, às vezes, nos bordos para veículos menores. Alguns têm sido adaptados para o transporte de contêineres. A seção de transporte do navio é um grande porão aberto, com uma rampa usualmente na seção de popa, existindo rampas internas que conduzem a carga do convés de carregamento para outros espaços do *twin-deck*. O porte destes navios se estende até a ordem de 28.000 t de deslocamento e 16.000 t de porte bruto (*deadweight*), com velocidade na faixa de 18 a 22 nós [4]. A Figura 3 ilustra um navio *roll-on/roll-off*.



Figura 3 - Navio *roll-on/roll-off*

A Figura 4 ilustra um navio de carga geral.



Figura 4 - Navio de carga geral

Navios-graneleiros

O chamado granel pode ser sólido, líquido ou gás liquefeito, e assim, dentro desta classificação, são graneleiros os navios listados a seguir [4]:

– Petroleiros: tipo de navio transportador de óleo cru cujo porte tem crescido significativamente de modo a permitir economias de escala e a responder às demandas por óleo cada vez maiores. Petroleiros com designações como ULCC (*Ultra Large Crude Carrier*) com porte bruto acima de 320.000 t e deslocamento até a ordem de 2.000.000 t e VLCC (*Very Large Crude Carrier*) com porte bruto entre 200 mil e 320.000 t têm sido construídos, embora a tendência corrente seja por um porte bruto menor, na faixa entre 20 mil e 150.000 t, com velocidade entre 12 e 16 nós [4]. A Figura 5 ilustra um navio-petroleiro.

– Graneleiros para grãos sólidos ou graneleiros propriamente ditos: navios de um único convés, com as seções de carga divididas em porões e tanques que têm apresentado grandes economias de escala no transporte de carga como grão, açúcar e minério. Os arranjos de tanques e de porões variam de acordo com o espectro



Figura 5 - Navio-petroleiro

de cargas a serem transportadas. Possuem um porte bruto que vai desde pequenas capacidades até 200.000 t e velocidade na faixa de 12 a 16 nós.

Os graneleiros ditos combinados são aqueles projetados para transportar qualquer uma das várias cargas a granel numa particular viagem, e os petroleiros/mineraleiros são os mais populares e comuns [4]. A Figura 6 ilustra um navio graneleiro propriamente dito.



Figura 6 - Navio graneleiro

– Graneleiros para gás natural (gaseiros) líquido: realizam o transporte de gás natural, o qual compreende entre 75% a 95%

de metano na forma líquida (liquefeita). O uso desses navios começou em 1959 e tem crescido regularmente desde então. Navios especiais com variações deste tipo são utilizados para transportar vários gases, simultaneamente, numa variedade de tanques combinados dotados de sistemas de refrigeração voltados para transportar o gás natural na forma líquida a pressão atmosférica e temperatura no entorno de -164°C . O projeto desses navios deve fazer com que a estrutura do casco seja protegida contra as baixas temperaturas, reduzir a perda de gás ao mínimo e evitar a condensação deste gás fugaz nas regiões do navio ocupadas pelos tanques. Os tanques e seus isolamentos térmicos são envoltos por uma estrutura de casco duplo e são constituídos de duas paredes estruturais em que a primeira, que fica em contato com o líquido, constitui-se de uma liga de aço com 9% de níquel, enquanto a segunda barreira é feita de aço inoxidável. Esses navios existem numa grande variedade de porte e podem chegar a transportar até 130.000 m^3 de gás, numa faixa de velocidade entre 16 e 19 nós.

– Graneleiros para gás não natural líquido (gaseiros): realizam o transporte de gás não natural, que pode ser propano, propileno e butano ou uma mistura deles. Todos os três têm uma temperatura crítica (acima da qual o gás não pode ser liquefeito por pressurização) acima da temperatura ambiente normal e podem ser liquefeitos a baixas temperaturas na pressão atmosférica ou em temperatura normal sob alta pressão ou em uma condição intermediária de temperatura não tão baixa e pressão acima da pressão atmosférica, em tanques que podem ser pressurizados ou semipressurizados e ainda parcialmente refrigerados ou totalmente refrigerados à pressão atmosférica. Os tanques totalmente pressurizados operam numa pressão aproximada de 17 bar e são usualmente cilíndricos ou esféricos; os

tanques semipressurizados operam numa pressão de cerca de 8 bar e temperatura na faixa de -7°C , sendo necessário isolamento térmico e uma planta de reliquefação para que a carga não fique em ebulição. Os tanques totalmente refrigerados operam a uma temperatura de cerca de -45°C e requerem uma construção com casco duplo. Esses navios existem em portes com capacidade de transporte de até 95.000 m^3 e velocidade na faixa entre 16 e 19 nós. A Figura 7 ilustra um navio gaseiro.



Figura 7 - Navio gaseiro

Navios de passageiros

Podem ser classificados em duas categorias: os de cruzeiro e os *ferries*. Os navios de cruzeiro foram desenvolvidos a partir dos *liners* transoceânicos e têm crescido muito em porte e popularidade nos últimos anos, enquanto os *ferries* proveem uma ligação no sistema de transporte e frequentemente têm recursos *roll-on/roll-off* em adição aos recursos destinados ao transporte de passageiros.

Os navios de cruzeiro ficam na faixa de porte em que a capacidade de transporte pode atingir 3.500 passageiros e a arqueação bruta pode chegar a 130 mil (arqueação é um adimensional) e a velocidade na faixa de 22 a 25 nós. O porte dos *ferries* varia de acordo com os requisitos da rota, e a



Figura 8 - *Liner* moderno



Figura 9 - *Ferry*

velocidade fica usualmente na faixa de 20 a 22 nós. As Figuras 8 e 9 ilustram um *liner* moderno e um *ferry*.

Rebocadores

Desenvolvem uma grande quantidade de tarefas, como movimentar barcaças,



Figura 10- Reboador

assistir a manobras de grandes navios em águas confinadas e participar de operações de socorro, salvamento e combate a incêndio. Podem ser classificados, grosso modo, como de porto e oceânicos. A característica principal de um rebocador é a sua capacidade de *bollard-pull* (empuxo do hélice na velocidade zero). A Figura 10 ilustra um rebocador.

Barcos de alta velocidade

Possuem um número de configurações do casco e sistemas de propulsão variados em função dos seguintes aspectos:

- o uso de hidrofólios traz benefícios devido à redução da resistência ao avanço pelo fato de levantar o casco para fora d'água;
- os catamarãs evitam a perda de estabilidade a altas velocidades;
- veículos sobre colchões possibilitam operações anfíbias;
- o efeito de ondas é minimizado nos barcos tipo *Swath* (*small waterplane area twin hull*);
- alguns barcos são projetados de modo a reduzir o embarque d'água e permitir as suas operações em águas restritas.

A Figura 11 ilustra um barco de alta velocidade com casco do tipo catamarã.



Figura 11 - Barco de alta velocidade

Unidades ou plataformas perfuradoras não eleváveis e autoeleváveis

Atualmente são consideradas as unidades móveis mais complexas que operam em ambiente hostil nas plataformas continentais do mundo, com equipamentos de perfuração e metodologia desenvolvidos para atender aos requisitos mais exigentes aplicáveis à operação em águas relativamente profundas, com ondas, ventos e correntes. As unidades não eleváveis são basicamente estruturas em treliças que são projetadas individualmente para localizações específicas, levando em conta as condições de fundo do mar, profundidade média da água e intensos estados de mar e vento. As unidades autoeleváveis, mais conhecidas como *jack-up*, são descritas como um tipo de unidade com casco em forma de barcaça e reserva de flutuabilidade para transportar com segurança os equipamentos de perfuração para uma localização determinada em que a unidade inteira é elevada até a uma posição predefinida acima da superfície oceânica [3]. A Figura 12 ilustra uma plataforma autoelevável.



Figura 12 - Plataforma autoelevável

Plataformas de perfuração semissubmersíveis

Estruturas flutuantes projetadas para perfuração ou produção de petróleo e cuja

estrutura é formada, basicamente, por um convés onde são instalados os principais equipamentos de produção e perfuração e colinas de sustentação do convés que, na maior parte das vezes, são cilindros com seção circular sobre flutuadores denominados *pontoons* [3]. A Figura 13 ilustra uma plataforma de perfuração semissubmersível.



Figura 13- Plataforma de perfuração semissubmersível

Navios de perfuração

As principais características que os distinguem de outros navios são os gran-



Figura 14 - Navio de perfuração

des guindastes com estruturas massivas se estendendo acima do convés principal e a existência de um grande poço se estendendo para baixo do casco, de modo a acomodar as operações de perfuração. Possuem movimentos maiores de arfagem, jogo e caturro do que uma plataforma semissubmersível, devido às maiores excitações dos estados de mar e diferentes respostas a estes, o mesmo ocorrendo para movimentos de avanço e caimento. A Figura 14 mostra um navio de perfuração.

Plataformas FPSO (*Floating Production Storage and Offloading*)

Sistema flutuante para exploração de petróleo que reúne, numa única unidade, as funções de produção, armazenamento e descarregamento para outros navios. A sua principal diferença, em relação a um navio comum, está no fato de não navegar, permanecendo numa posição predeterminada. Os principais aspectos, que são objeto de desafio no projeto desses sistemas, são:

- sistema de amarração feito por meio de *turret*;
- sistema de movimentação de fluidos;
- comportamento no mar (*seakeeping*) com impacto no desempenho da planta de processamento e no conforto.

As Figuras 15 e 16 mostram o perfil e o arranjo de operação típicos de uma FPSO.



Figura 15 - FPSO

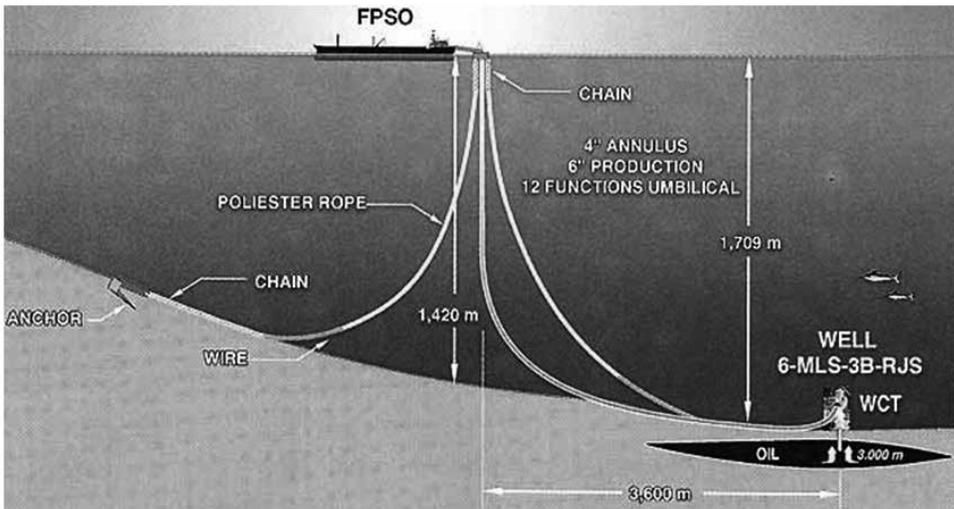


Figura 16- Arranjo de operação de uma FPSO

CONCLUSÃO

O espectro de tipos de sistemas oceânicos é grande e abrangente e merece um acompanhamento de perto, sob pena de perda da atualização com relação às inovações que

vêm surgindo no campo da construção naval não militar, não somente porque esta faz parte do Poder Marítimo, mas também pela possibilidade de que técnicas, tecnologias, métodos e processos possam ser absorvidos no campo da construção naval militar.

CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:

<PODER MARÍTIMO>; Marinha Mercante; Navio Mercante; Classificação de navio;

REFERÊNCIAS

- [1] FONSECA, M.M. *Arte Naval*. Rio de Janeiro: Editora SDM, 2005.
- [2] EYRES, D.J. *Ship Construction*. 6th Edition. Oxford: Elsevier, 2007.
- [3] LAMB, T.T. *Ship Design and Construction*. Jersey City: Sname, 2004, Vol II
- [4] WATSON, D.G.M. *Practical Ship Design*. Elsevier, Ocean Engineering Book Series, 1991, Vol I.
- [5] VASCONCELOS, J. M. *Estabilidade de Sistemas Flutuantes*. Rio de Janeiro: Instituto de Ciências Náuticas, 2005.