

## TIPOS DE SISTEMAS OCEÂNICOS NÃO MILITARES

**Contra-Almirante (EN-Ref.) Tiudorico Leite Barboza**

### **Introdução**

Este artigo se propõe a abrir espaço na RMB, para um assunto ligado ao Poder Marítimo que se supõe seja de interesse da comunidade de leitores da revista, qual seja 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 permanente 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 [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 pode ser visto, 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 de que precisa e deseja, as áreas de operação e outras considerações especiais, que vem 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 [2] temos os tipos de embarcações/ navios e sistemas oceânicos em **nove** grandes famílias, a saber:

- i) barcos de alta velocidade;
- ii) navios “off-shore”;
- iii) navios pesqueiros;
- iv) embarcações ( “crafts”) de apoio oceânico e de porto;
- v) navios de carga geral;
- vi) graneleiros;
- vii) navios de passageiros;
- viii) submersíveis; e
- ix) 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 [3] temos os tipos de embarcações/navios e sistemas oceânicos em **três** grandes famílias como abaixo, não havendo referências a navios de guerra:

- i)-navios comerciais;
- ii)-navios industriais; e
- iii)-navios prestadores de serviços.

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

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

- i)-navios de carga geral, subdivididos em navios transportadores de carga refrigerada, porta-containers e “roll-on /roll-off”;
- ii)-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);
- iii)-navios de passageiros;
- iv)-rebocadores;
- v)-barcos de alta velocidade; e
- vi)-navios de guerra

Como pode ser visto, a divisão em grandes famílias é, um tanto o 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 um conjunto interseção de interesse comum. Assim, temos o seguinte quadro para cada referência:

I-Por [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 [3] são selecionadas:

- i) **oito** entre os **treze** da família de embarcações/ navios comerciais: Porta-containers, “roll-on/roll-off”, barcaças transportadoras de container, petroleiros, graneleiros propriamente ditos, transportadores de gás liquefeito (LNG), barcaças com integração ao rebocador e “ferryboats”;
- ii) **cinco** entre os **treze** da família de embarcações/navios industriais: Pesqueiros para pesca com rede, unidades perfuradoras “off-shore”, plataformas de perfuração semi-submersíveis, navios para perfuração e plataformas oceânicas;
- iii) **um** entre os **oito** da família de navios/embarcações prestadoras 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, ao nível de um artigo, todos os tipos de navios/embarcações e demais sistemas oceânicos existentes, ou mesmo aqueles abordados [2], [3] e [4] citadas acima, 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 **15000t** e **20000t**, velocidades na faixa de **12** a **18** nós e, embora possa não ser a divisão mais costumeira, segundo [4], podem ser subdivididos como abaixo:

**i)-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 frigorificada; 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 abaixo ilustra o que seja o perfil de um navio para transporte de carga refrigerada.



**Figura 1-Silhueta típica de um navio para transporte de carga refrigerada.**

**ii)-Navios porta-container:** São navios destinados a transportar caixas re-usáveis, com seções quadradas de 2435mm ( 8 pés) de lado, com comprimentos padrões de **6055mm (20 pés)**, **9125mm (30 pés)** e **12190mm (40 pés)**. São usados para transporte da maioria das cargas, estando em uso as cargas líquidas e refrigeradas, estas últimas podendo ser transportadas em containeres com sistemas de refrigeração próprios ou providos pelo sistema de refrigeração do navio.

Os navios porta-container têm capacidade de carga entre **1000 a 2500 TEU** (“**twenty equivalente unit**”) em que o **TEU** representa a capacidade do container padrão de **6055mm** ou **20 pés** [4]. A figura 2 abaixo ilustra o que seja o perfil de um navio porta-container.



**Figura 2-silhueta típica de um navio porta container**

**iii)-navios “roll on/roll-off”:** São projetados para carga sobre rodas, usualmente na 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 containeres. 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 “**tween-deck**”. O porte destes navios se estendem até a ordem de **28000t** de deslocamento e **16000t** de porte bruto (“**deadweight**”), com velocidade na faixa de 18 a 22 nós [4]. A figura 3 abaixo ilustra o que seja o perfil de um navio “roll-on/roll-off”.

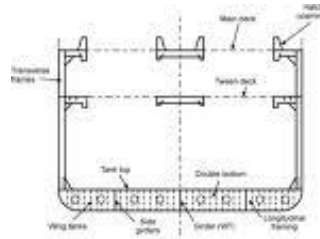


**Figura 3-silhueta típica de um navio “roll-on/roll-off”.**

As figuras 4 e 5 abaixo ilustram, respectivamente, a silhueta e a seção mestra de um navio de um navio de carga geral, como é conhecido na sua denominação mais costumeira.



**Figura 4-ilhueta típica de um navio de carga geral**



**Figura 5-seção mestra típica de um 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]:

**i)-Petroleiros:** Tipo de navio transportador de óleo cru cujo porte tem crescido significativamente de modo a permitir economias de escala e responder às demandas por óleo cada vez maiores. Petroleiros com designações como **ULCC** (“**Ultra Large Crude Carrier**”) com porte bruto acima de **320000t** e deslocamento até a ordem de **2000000t** e **VLCC** (“**Very Large Crude Carrier**”) com porte bruto entre **200000** e **320000t** têm sido construídos, embora a tendência corrente seja por um porte bruto menor, na faixa entre **20000** e **150000t**, com velocidade entre **12** e **16** nós [4]. A figura 6 abaixo ilustra o que seja o perfil de um navio petroleiro.



**Figura 5-silhueta típica de um navio petroleiro.**

**ii)-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 grande 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 de cargas a serem transportadas. Possuem um porte bruto que vai desde pequenas capacidades até **200000t** 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 7 abaixo ilustra o que seja o perfil de um navio graneleiro propriamente dito.



**Figura 7-silhueta típica de um navio graneleiro propriamente dito**

**iii)-Graneleiros para gás natural ( gaseiros) líquido:** Realizam o transporte de gás natural, o qual compreende **75% a 95%** de metano na forma líquida ( liquefeita). O uso desses navios começou em **1959** e tem crescido regularmente desde então. Navios especiais como 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 à 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 contacto 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 **130000 m<sup>3</sup>** de gás, numa faixa de velocidade entre **16 e 19 nós**.

**iv)-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 semi-pressurizados 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 semi-pressurizados 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 **95000m<sup>3</sup>** e velocidade na faixa entre **16 e 19 nós**.

A figura 8 abaixo ilustra o que seja o perfil de um navio gaseiro



**Figura 8-silhueta típica de um 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”**



provêm 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 numa faixa de porte em que a capacidade de transporte pode atingir **3500** passageiros e a arqueação bruta pode chegar a **130000** (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 velocidade fica, usualmente, na faixa de **20** a **22** nós. As figuras **9** e **10** abaixo ilustram o que sejam os perfil de um “**liner**” moderno e um “**ferry**”



**Figura 9-silhueta típica de um liner moderno**



**Figura 10-silhueta típica de um ferry**

- **Rebocadores**

Desenvolvem uma grande quantidade de tarefas como movimentar barcaças, assistir a manobras de grandes navios em águas confinadas e participar de operações de socorro, salvamento e combate a incêndio. Podem ser classificados a grosso modo como de porto e oceânicos. A característica principal de um rebocador é sua capacidade de “**bollard-pull**” (empuxo do hélice na velocidade zero). A figura **11** abaixo ilustra o que seja o perfil típico de um rebocador:





**Figura 11-silhueta típica de 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 trazem benefícios devido à redução da resistência ao avanço pelo fato de levantar o casco para fora d'água;

- Os catamarans 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 área twin hull) ;

- Alguns barcos são projetados de modo a reduzir o embarque d'água e permitir as suas operações em águas restritas.

A figura 12 abaixo ilustra o que seja o perfil típico de um barco de alta velocidade com casco do tipo catamaran



**Figura 12-silhueta típica de um um barco de alta velocidade com casco do tipo catamaran**

- **Unidades ou plataformas perfuradoras não eleváveis e auto-eleváveis**

São consideradas as unidades móveis mais complexas atualmente que operam em ambiente hostil das plataformas continentais do mundo, com equipamentos de perfuração e metodologia desenvolvidos para atender os 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 auto-eleváveis, mais conhecidas como “**jack-up**” são descritas como um tipo de unidade tendo um casco em forma de barça e reserva de flutuabilidade para transportar com segurança os equipamentos de perfuração para uma localização determinada onde a unidade inteira é elevada até a uma posição pré-definida acima da superfície oceânica [3]. A figura 13 abaixo ilustra o que seja o perfil típico de uma plataforma auto-elevável;



**Figura 13- Perfil típico de uma plataforma auto-elevável;**

- **Plataformas de perfuração semisubmersíveis**

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

“pontoon” [3]. A figura 14 abaixo ilustra o que seja o perfil típico de um plataforma de perfuração semi-submersível.



**Figura 14-Perfil típico de um plataforma de perfuração semi-submersível**

- **Navios de perfuração**

As principais características que os distinguem de outros navios são os grandes 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 semi-submersível, devido às maiores excitações dos estados de mar e diferentes respostas a estes, o mesmo ocorrendo para movimentos de avanço e caimento. A Figura 15 abaixo mostra o perfil típico de um navio de perfuração.



**Figura 15-Perfil típico de um navio de perfuração**

- **Plataformas FPSO (“Floating Production Storage and Offloading”)**

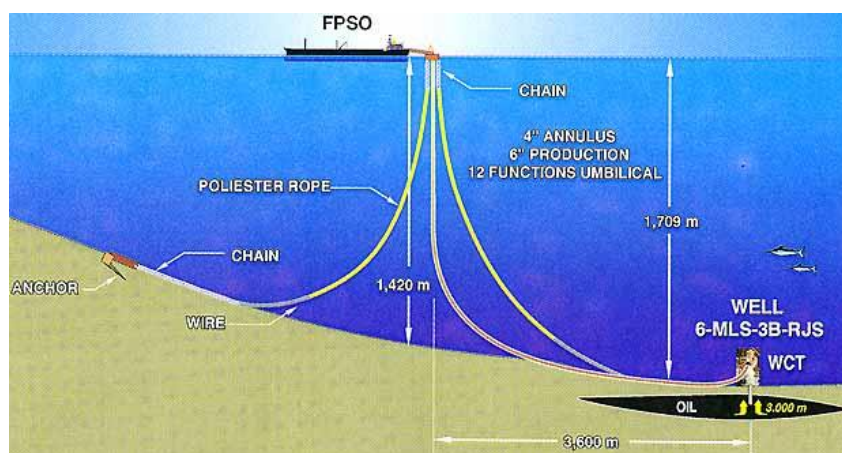
Sistema flutuante para exploração de petróleo que reúne, numa única unidade, as funções de produção, armazenamento e descarregamento para outros navios. A sua principal diferença, em relação a um navio comum, está no fato de não navegar, permanecendo numa posição pré-determinada. Os principais aspectos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

- Sistema de amarração feito por meio de “**turrete**”;
- Sistema de movimentação de fluidos;
- Comportamento no mar (“**seakeeping**”) com impacto no desempenho da planta de processamento e no conforto.

As Figuras 16 e 17 abaixo mostram o perfil e o arranjo de operação típicos de uma FPSO.



**Figura 16-Perfil típico de uma FPSO**



**Figura 17-Arranjo de operação típica de uma FPSO**

**Conclusões**

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

**Referências:**

[1]-Fonseca M.M.-“Arte Naval” –Revisão 2005

[2]-Eyres D.J.-“Ship Construction” 6<sup>th</sup> 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

[5]-Vasconcelos J. M.-“Estabilidade de Sistemas Flutuantes” Instituto de Ciências Náuticas, RJ-2005