

## A EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE PROPULSÃO EM EMBARCAÇÕES OFFSHORE

THE EVOLUTION OF THE PROPULSION SYSTEM ON OFFSHORE VESSELS

LA EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN EN BUQUES MARAVILLOSOS

Leandro Rosa de Lemos<sup>1</sup>  
João Paulo Bittencourt da Silveira<sup>2</sup>

**RESUMO:** O presente estudo mostra a evolução da propulsão naval, desde a utilização de velas em embarcações, até o surgimento dos motores a diesel. No século XX a propulsão mecânica dominou o cenário, posteriormente, o avanço na área de eletrônica de potência, contribuiu com o controle de motores elétricos. Nos dias de hoje, com os avanços tecnológicos, desencadeou a existência de vários tipos de sistemas de propulsão. O uso da propulsão elétrica, foco deste estudo, trouxe muitas vantagens como redução no consumo de combustível, redução nos impactos ambientais, simplificação de projeto, construção, dentre outras. Por se tratar de sistemas de potência confiáveis, os navios que utilizam essa tecnologia são capazes de atenderem demandas de energia crescentes, principalmente as embarcações de apoio offshore.

**Palavras-chave** Embarcação Offshore. Sistemas de propulsão. Propulsão diesel elétrica.

**ABSTRACT:** The present study shows the evolution of naval propulsion, from the use of sails on vessels, to the emergence of diesel engines. In the 20th century, mechanical propulsion dominated the scene, later, advances around power electronics contributed to the control of electric motors. Nowadays, with technological advances there are several types of propulsion systems. The use of electric propulsion, the focus of this study, has brought many advantages such as reduced fuel consumption, reduced environmental impacts, simplified design and construction, among others. As it is a reliable power system, it enables ships to meet increasing energy demands, especially offshore support vessels.

5459

**Keywords:** Offshore vessel. Propulsion systems. Diesel electric propulsion.

**RESUMEN:** El presente estudio muestra la evolución de la propulsión naval, desde el uso de velas en los buques, hasta la aparición de los motores diésel. En el siglo XX, la propulsión mecánica dominó la escena, posteriormente, los avances en el área de la electrónica de potencia contribuyeron al control de los motores eléctricos. Hoy en día, con los avances tecnológicos existen varios tipos de sistemas de propulsión. El uso de propulsión eléctrica, tema central de este estudio, ha traído muchas ventajas como reducción del consumo de combustible, reducción de impactos ambientales, simplificación de diseño y construcción, entre otras. Al ser un sistema de energía confiable, permite a los barcos satisfacer las crecientes demandas de energía, especialmente los buques de apoyo en alta mar.

**Palabras clave:** Buque de guerra. Sistemas de propulsión. Propulsión eléctrica.

<sup>1</sup>Discente do curso de engenharia elétrica, univassouras.

<sup>2</sup>Professor adjunto e orientador, univassouras. Doutor em engenharia elétrica pela uff.

## INTRODUÇÃO

O mar sempre foi considerado uma fonte relevante de recursos, a exploração é feita de diferentes formas, como pesca, extração mineral e de petróleo, transporte, comércio e defesa. Para realizar tais explorações, os barcos se tornaram construções humanas fundamentais. À princípio, os barcos eram propulsionados por meio da força humana que utilizavam remos, sendo assim, as navegações ficavam limitadas a pequenos trechos. Para explorar novos trechos e limites, posteriormente, surgiram os barcos à vela, possibilitando um maior afastamento da costa (HOLLOWAY, 2024).

Em meados dos séculos XIX surgiram os motores à diesel, os quais passaram a ser mais utilizados, devido à oferta de um maior rendimento e um menor consumo de combustível, viabilizando transporte de cargas maiores. Nesta perspectiva, na frota mundial de navios mercantes predomina a utilização de motores a diesel em suas instalações propulsoras e sistemas auxiliares. A mais comum é a instalação propulsora diesel-mecânica, porém, a instalação propulsora Diesel-elétrica está em amplo crescimento (PINHEIRO, 2013).

O conceito de propulsão elétrica ocorreu a mais de 100 anos, experimentada em 1913 pela Marinha Americana. Em razão das limitações tecnológicas dos equipamentos eletroeletrônicos na época, o cenário era dominado pela propulsão mecânica. Nas décadas de 80 e 90, com o desenvolvimento e domínio da eletrônica de potência, tornou possível fazer um melhor controle de motores elétricos com rotação variável em uma grande faixa de potência. A busca constante por melhorias nos sistemas de propulsão atuais, referentes a custos, potência, eficiência, manobrabilidade, densidade de potência, controle da poluição entre outros, provoca a evolução (ÅDNANES, 2003).

Nessa perspectiva, nas últimas décadas, a evolução tecnológica na área de eletrônica de potência possibilitou controlar motores elétricos por variação de velocidade em uma imensa faixa de potência. Apresentou soluções confiáveis compactas e de custo competitivo, o que levou ao renascimento do interesse pela propulsão elétrica (FREIRE; FERREIRA, 2004).

A propulsão realizada através de controle de acionamento de motores elétricos vem se tornando padrão para navios comerciais e de cruzeiro e nas Marinhas Americana e do Reino Unido, já há consenso que este tipo de propulsão terá também papel fundamental para que os objetivos da futura Frota Naval Elétrica daquelas forças sejam alcançados (FREIRE; FERREIRA, 2004).

Este estudo tem como objetivo demonstrar a evolução da propulsão diesel-elétrica das embarcações de apoio marítimo nas embarcações *offshore*, destacando a eficiência desse sistema e evolução.

A motivação principal deste estudo é a criação de uma referência que permita aos profissionais na área de exploração e produção de petróleo e gás, compreenderem melhor as complexidades das operações *offshore* em águas profundas, bem como o funcionamento, o controle e manutenção do sistema de propulsão do tipo diesel-elétrico.

A primeira sessão traz uma revisão da evolução dos sistemas de propulsão. A seção 3 revisa os principais tipos de embarcações de apoio *offshore*. A seção 4 detalha os principais sistemas de propulsão. A seção 5 destaca as principais vantagens e desvantagens de cada sistema. As considerações finais são realizadas na seção 6.

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica, utilizando-se de livros, revistas, sites e artigos publicados.

## MÉTODOS

Para investigar a evolução do sistema de propulsão em embarcações *offshore*, foi adotada uma abordagem qualitativa e exploratória, com análise histórica e comparativa dos principais sistemas de propulsão utilizados ao longo do tempo. A pesquisa foi dividida em duas etapas principais: revisão bibliográfica e análise de dados históricos de evolução tecnológica.

*Revisão Bibliográfica:* Foram selecionadas fontes bibliográficas pertinentes, englobando livros, artigos científicos, teses e relatórios técnicos especializados. As fontes foram escolhidas com base em sua relevância para o tema e credibilidade no campo da engenharia naval e da indústria *offshore*.

*Análise Histórica da Evolução Tecnológica:* A evolução dos sistemas de propulsão foi investigada por meio da análise de marcos tecnológicos, começando com os primeiros motores a diesel, passando pelos avanços na propulsão a gás, até os sistemas híbridos e elétricos atuais. Para isso, foram analisados relatórios e publicações de fabricantes, operadores e organismos reguladores, além de patentes e projetos de pesquisa desenvolvidos no setor naval *offshore*. A análise procurou identificar como os desenvolvimentos no design de hélices, turbinas, motores e sistemas de controle de propulsão impactam a performance e a eficiência das embarcações.

A combinação dessas metodologias proporcionou uma visão abrangente da evolução dos sistemas de propulsão, permitindo identificar as principais inovações tecnológicas e as direções

para o futuro da propulsão em embarcações offshore.

## CONTEXTO HISTÓRICO: A EVOLUÇÃO DA PROPULSÃO NAVAL

Durante muito tempo a propulsão naval tinha como meio principal, as velas. Com o passar do tempo, entre os séculos XVIII e XIX as velas deixaram de ser usadas tendo em vista o surgimento e desenvolvimento dos motores a vapor. Em 1862 foi lançado ao mar um dos primeiros navios de guerra, o USS Monitor, inteiramente metálico e com hélice guarnecido de propulsão a vapor, foi lançado ao mar e participou da batalha da Guerra Civil Americana. Lutou contra o navio USS Merrimack, apontada como a primeira luta entre navios blindados e o início de uma nova era na guerra naval, apresentando a mudança de casco de madeira e vela para ferro e vapor (HOLLOWAY, 2024).

Em meados do século XIX, os motores a diesel surgiram e passaram a ser mais utilizados, tendo em vista que sua utilização contribuiu para diminuir o consumo de combustível, o que possibilitou transportar cargas em quantidades maiores. Na década de 40, em torno de 30% da carga transportada em navios, já utilizava a propulsão a diesel. Vale destacar que a frota mundial de navios mercantes nos dias de hoje, já predomina o uso de motores a diesel.

5462

Nas instalações propulsoras e sistemas auxiliares da frota mundial de navios mercantes, predomina o uso de motores a diesel, sendo que a instalação mais comum é a propulsora diesel-mecânica, apesar disso a instalação propulsora Diesel-elétrica está em largo crescimento (PINHEIRO, 2013).

Há mais de um século que surgiu o conceito de propulsão elétrica. Em 1913 a Marinha Americana, em 1913, fez o experimento ao instalar a bordo do Navio “USS Júpiter”, um sistema de propulsão constituído de um turbogerador de 5,5 MW, que alimenta dois motores de indução ligados diretamente ao eixo, conforme é apresentado na Figura 1 (FREIRE; FERREIRA, 2004), que ilustra o tamanho do navio USS Júpiter.

**Figura 1** – Navio americano USS Jupiter [6]



**Fonte:** Photto # NH69825 USS Jupiter at Mare Island Navy Yard, January 1913

No decurso do século XX, a propulsão mecânica dominou o cenário tendo em vista as limitações tecnológicas dos equipamentos eletroeletrônicos. Porém, nas últimas décadas, os avanços alcançados na área de eletrônica de potência, contribuíram com o controle de motores elétricos por variação de velocidade em uma extensa faixa de potência, apresentando soluções confiáveis, compactas e de custo competitivo, sendo assim, renasceu o interesse pela propulsão elétrica. Nessa perspectiva, a propulsão convencional mecânica vem perdendo mercado em razão da história de sucessos, que vem ocorrendo nos últimos 30 anos, com a aplicação da propulsão elétrica (ÅDNANES, 2003).

5463

## EMBARCAÇÕES DE APOIO OFFSHORE

Para que as plataformas de petróleo operem de forma eficaz, necessita de uma logística que pode ser realizada por helicópteros ou por embarcações. As características destas embarcações de apoio offshore são exclusivas para cada tipo de serviço que será realizado (COSTA et al., 2008, p. 128).

No passado estas embarcações eram pouco especializadas, os níveis de acidentes eram frequentes, era comum incêndios e naufrágio, portanto foi necessário buscar melhorias para estas plataformas para que passassem a operar com eficiência e segurança (MATHEDI, 2010, p.13).

O navio *Anchor Handling Tug Supply* (AHTS), mostrado na Figura 2, é tipo de embarcação multifuncional, habilitada para realizar operações do tipo offshore, em operações de manobras de âncoras, posicionamento de plataformas, reboques oceânicos de grandes estruturas e embarcações, sendo grande parte das movimentações oceânicas de plataformas de petróleo e Unidades Flutuantes de Produção, Armazenamento e Transferência de petróleo (FPSO's - *Floating Production Storage and Offloading*).

**Figura 2** - Embarcação AHTS



5464

**Fonte:** SOUZA F. A. C. Universidade Federal do Rio de Janeiro Escola Politécnica Engenharia Naval e Oceânica (2013)

Ademais, estas embarcações operam no transporte de suprimentos e cargas múltiplas, no socorro e salvamento, no combate a incêndios, cita-se como exemplo de carga transportada, os equipamentos para perfuração e prospecção de petróleo, tubulações, containers, correntes, possuindo ainda tanques específicos para transporte de combustível, água potável, drill water, cimento, barita, bentonita, slops, entre outras.

O Navio Platform Supply Vessels, (PSV), possui espaços amplos em seu convés, caracteriza-se por seus amplos espaços de convés e capacidade de manuseio de carga, portanto, são utilizados no transporte de materiais, suprimentos e funcionários para plataformas de perfuração, navios-sonda e embarcações maiores, opera no interior da bacia petrolífera. Sua

função é dar suporte à construção, manutenção e trabalho submarino em alto mar e de remover os resíduos gerados na atividade para a base de apoio, conforme apresentado na Figura 3.

**Figura 3** – Embarcação do tipo PSV (*Plataform Supply Vessel*).



**Fonte:** SOUZA F. A. C. Universidade Federal do Rio de Janeiro Escola Politécnica Engenharia Naval e Oceânica (2013)

Destacam-se ainda estas embarcações dispõem de equipamentos específicos para detecção, contenção, sucção e armazenamento de suprimentos e consumíveis, em tanques apropriados e segregados a bordo do navio. Acerca do convés, fazem o carregamento de equipamentos e tubos, de cargas soltas e containerizadas; e abaixo do convés, transportam granéis sólidos e líquidos como lama, cimento, água, combustível e produtos químicos, dentre outros.

Os navios *Pipe Laying Support Vessel*, mostrado na Figura 4, é um tipo de embarcação que faz interligações submarinas. Nesta embarcação podem-se instalar quilômetros de dutos e acessórios, linhas flexíveis nos poços petrolíferos, ancoragem e sistema de lançamento. É responsável pelas operações de conexão vertical direta (CVS), *Pull In* e o procedimento para instalação das linhas flexíveis. Possui alto nível tecnológico e são muito complexas, sendo utilizadas de forma muito precisa e técnica, esses recursos são de um alto valor (FERREIRA, 2013).

**Figura 4** - Pipe Laying Support Vessel Sapura Ônix da Companhia Sapura Energy.



**Fonte:** FERREIRA, D. P. As principais operações das embarcações PLSV.

## SISTEMAS DE PROPULSÃO

Para um melhor entendimento, será abordado o conceito de cada sistema de propulsão neste estudo: Sistema Diesel mecânico, Sistema Diesel Elétrico, Sistema Híbrido (Diesel Mecânico + Diesel Elétrico), conforme destaca Barcellos (2012).

5466

### Sistema Diesel-Mecânico

Sua utilização é comum nesse tipo embarcações, pois necessita de força bruta e de grande potência propulsiva, que produzam a tração estática (*Bollard Pull*) em determinadas atividades como reboque de unidades flutuantes ou outras embarcações, e da fixação de âncoras em solo marinho, caso peculiar de (AHTS's).

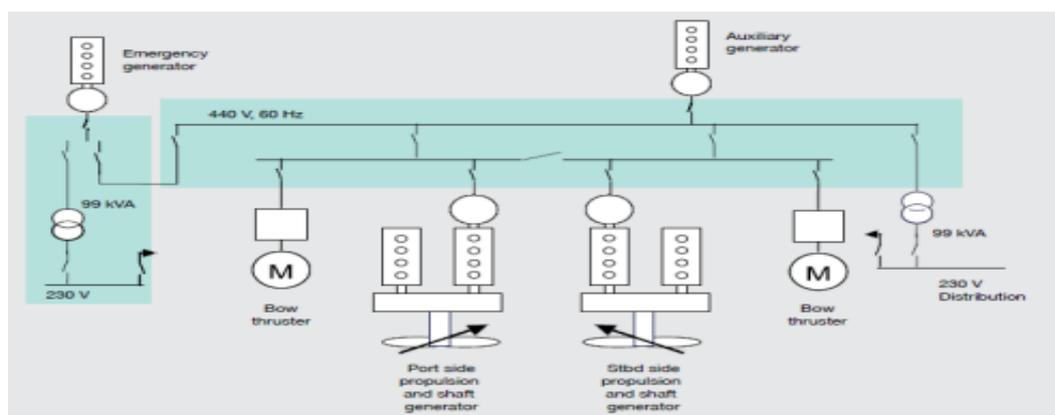
A configuração deste sistema caracteriza-se devido a presença de duas linhas de eixo, com caixas redutoras de dupla entrada e saída única, e de dois motores Diesel por linha de eixo, em um arranjo conhecido como *father-and-son*. Geralmente em cada caixa redutora existe uma tomada de força com um gerador de eixo. Sendo assim, cada linha de eixo pode ser servida por cada um dos motores, de forma simultânea e individual. Conforme é apresentado na Figura 5 pode-se visualizar Propulsão Diesel Mecânica e na figura 6 um esquema do Sistema de Propulsão Diesel Mecânico.

Figura 5 – Lay-out da planta do tipo Propulsão Diesel Mecânica



Fonte: Wartsilla

Figura 6 – Esquema de distribuição de energia elétrica do Sistema Diesel Mecânico



Fonte: ABB.

### Sistema Diesel-Elétrico

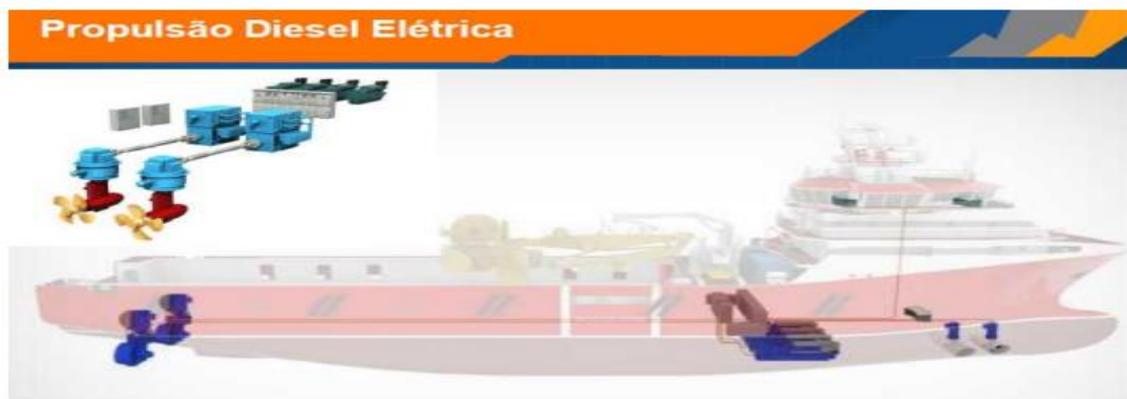
De modo geral utiliza-se a propulsão Diesel-Elétrica em embarcações que necessitam do sistema de *Dynamic Positioning* (DP) em que aspectos como alto grau de manobrabilidade fazem com que a opção de um sistema não convencional seja o melhor, caso característico de PSV's, AHTS's e PLSV's.

O sistema Diesel Elétrico é constituído sucintamente por Motor Diesel Gerador Elétrico, painéis de distribuição, cabos de transmissão e de propulsores do tipo azimutal. As vantagens deste sistema são: flexibilidade na organização da sala de máquinas; eliminação das linhas de eixo; manutenção menor para os motores diesel; menor consumo de combustível; alta

confiabilidade; maior disponibilidade; menor nível de vibração e ruído; redução de emissão de gases poluentes (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>).

As figuras 7, 8, e 9 apresentam uma ilustração esquemática do Sistema de Propulsão Diesel Elétrico. Na figura 7 é destacado os principais componentes da planta de propulsão.

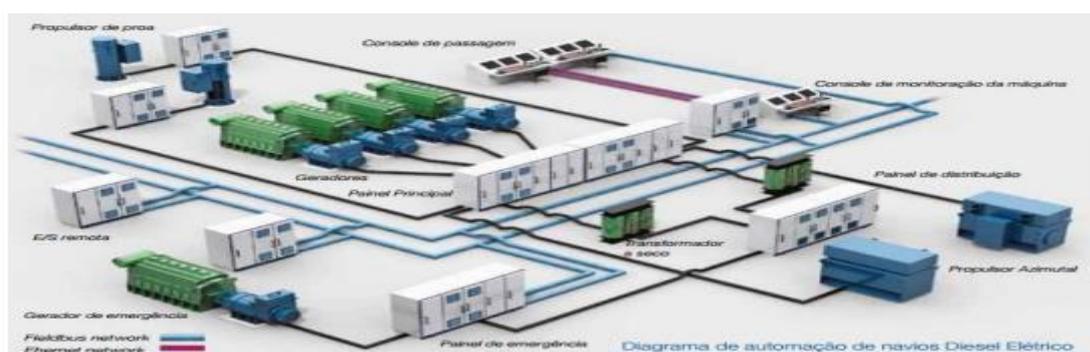
**Figura 7** - Propulsão Diesel Elétrica



Fonte: Wartsila

Na figura 8, é mostrada a rede de comunicação da automação para monitoramento e controle do sistema de propulsão.

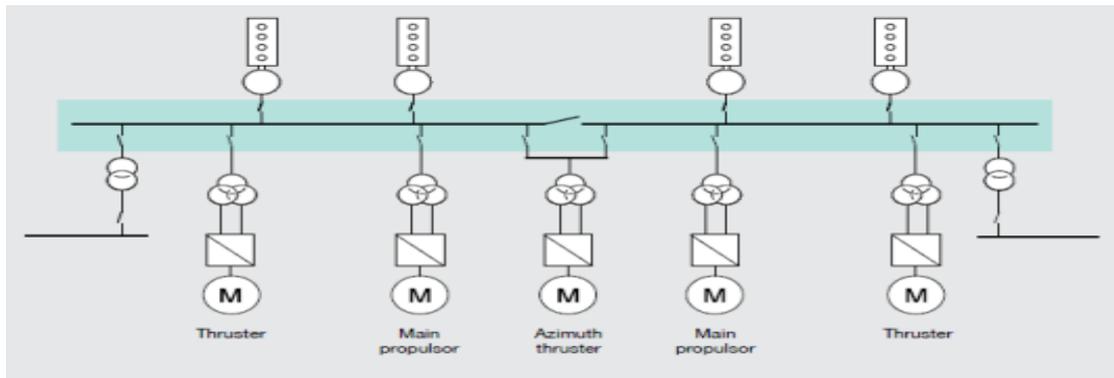
**Figura 8** - Diagrama de automação de navios Diesel Elétrico



Fonte: ABB.

A figura 9, mostra o barramento principal de distribuição de energia elétrica para o sistema de propulsão.

Figura 9 - Esquema Sistema Diesel Elétrico



Fonte: ABB.

### Sistema híbrido (Diesel mecânico + Diesel elétrico)

Em navios que dão assistência às plataformas, para atingir a velocidade de serviço demandada pela embarcação, a capacidade total do motor deve ser dimensionada. Grande parte das embarcações *supply* são vistas como DP 2, isto é, possuem redundância de seus equipamentos e a potência total instalada pode ser bem maior que as cargas médias requerem.

No passado, praticamente todos os navios do tipo *Anchor Handling Tug Supply* (AHTS) eram produzidos com sistema de propulsão do tipo Diesel Mecânico, em razão do cerne primordial da embarcação que é o bollard pull, capacidade de tração estática, atributo necessário para as atividades operacionais de reboque.

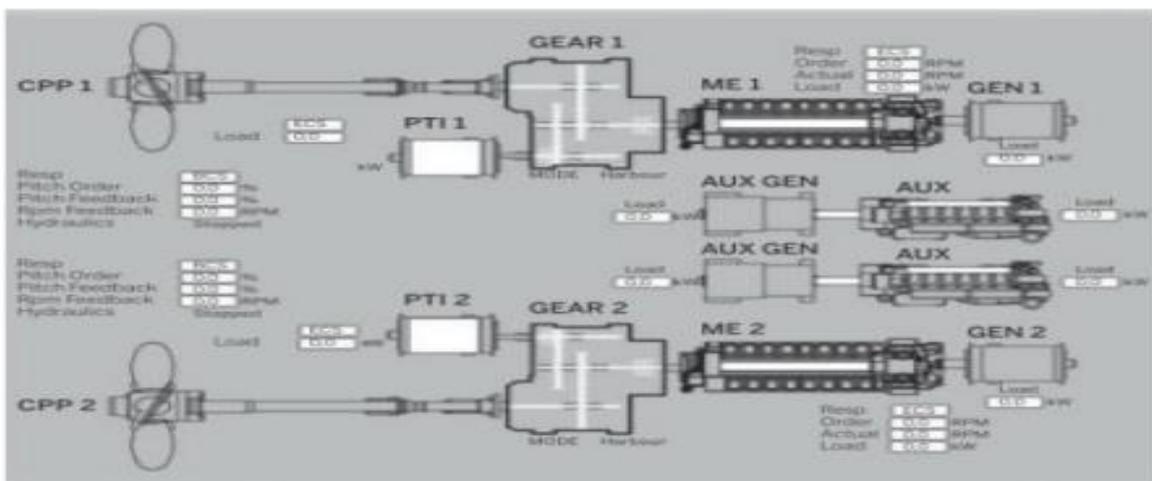
O sistema Híbrido foi sendo visto como uma solução possível para tais navios, devido ao perfil operacional diversificado que apresentavam e um grande desperdício de energia. Um aspecto relevante observado, foram os custos de construção adicionais que eram mais baixos, em comparação com os benefícios gerados, cita-se como exemplo a economia de combustível típico desse sistema.

Esse sistema caracteriza-se pela mescla do Sistema Diesel Mecânico e do Diesel Elétrico. A escolha pelos projetistas tinha como meta associar as melhores qualidades do diesel mecânico com o elétrico, com a finalidade de impedir o excessivo consumo de combustível em embarcações com perfis operacionais com atividades diferentes, que exigem níveis de energia distintos.

Sendo assim, o sistema híbrido admite uma versatilidade à geração de energia, conseguindo atender todas as faixas de consumo dentro das faixas de operação dos motores e geradores do sistema, resultando em maior eficiência energética e economia de combustível.

Para tanto, o sistema é composto pela parte mecânica, que são motores a diesel, caixas redutoras, geradores de eixo e pela parte elétrica, com motores elétricos, e de geradores que suprem a demanda elétrica da embarcação em conjunto com geradores de eixo. As figuras 10, 11 e 12 apresentam um diagrama esquemático de um sistema híbrido.

**Figura 10** - Equipamentos do Sistema de propulsão Híbrido



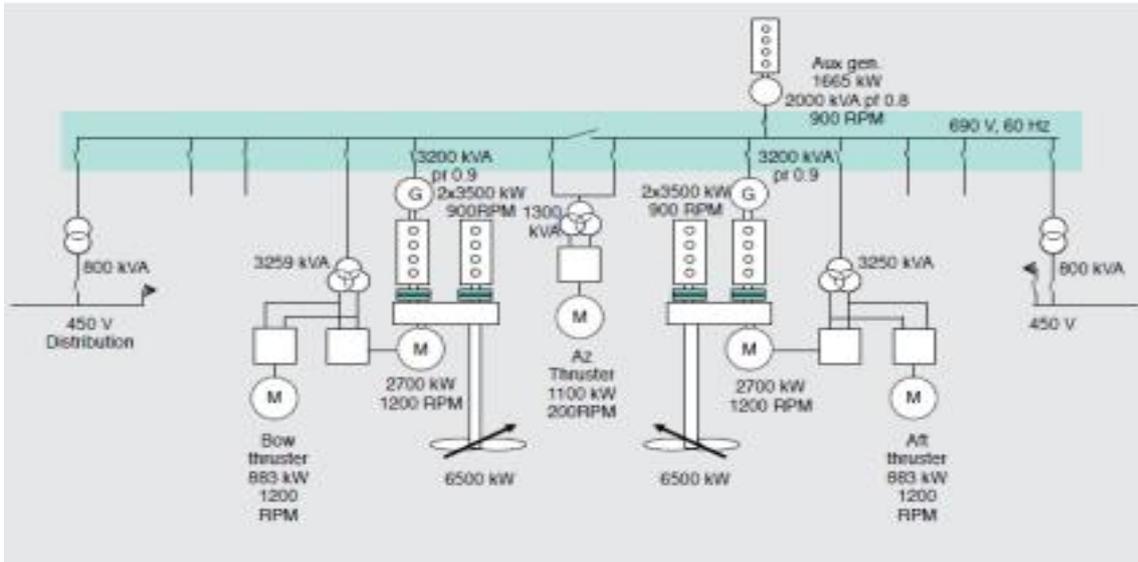
Fonte: Wartsilla.

**Figura 11** - Planta do Sistema de propulsão híbrido.



Fonte: Wartsila

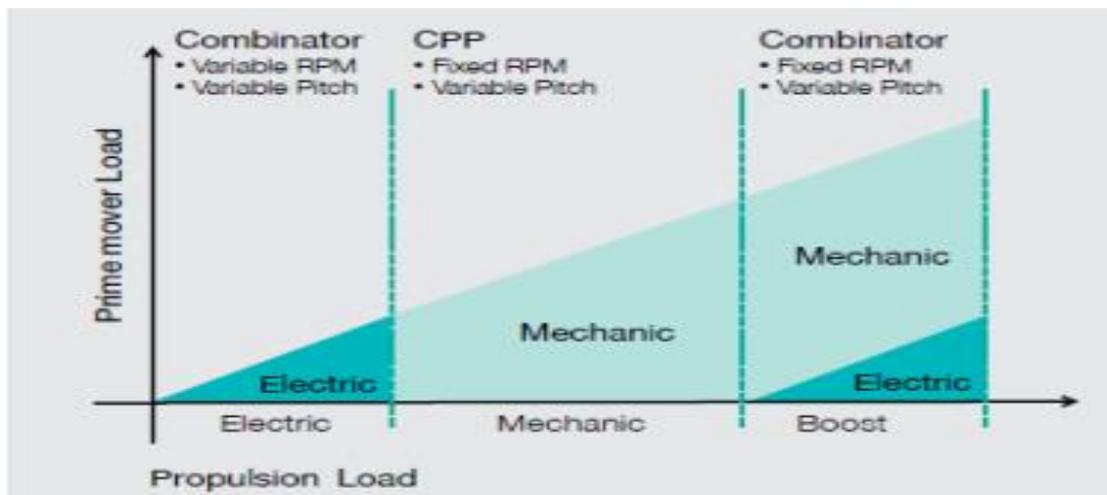
Figura 12 - Esquema Sistema Híbrido.



Fonte: ABB.

De antemão, a embarcação com Sistema Propulsivo Híbrido pode ser operada de três formas, a saber: para manobras de baixa velocidade, trânsito e DP, Propulsão elétrica; para operações de reboque e trânsito de alta velocidade, Propulsão mecânica pura; onde se utiliza equipamentos elétricos como um “reforço” para o sistema de propulsão mecânica com o objetivo

Figura 13 - Tipos de Operação para Sistemas Híbridos



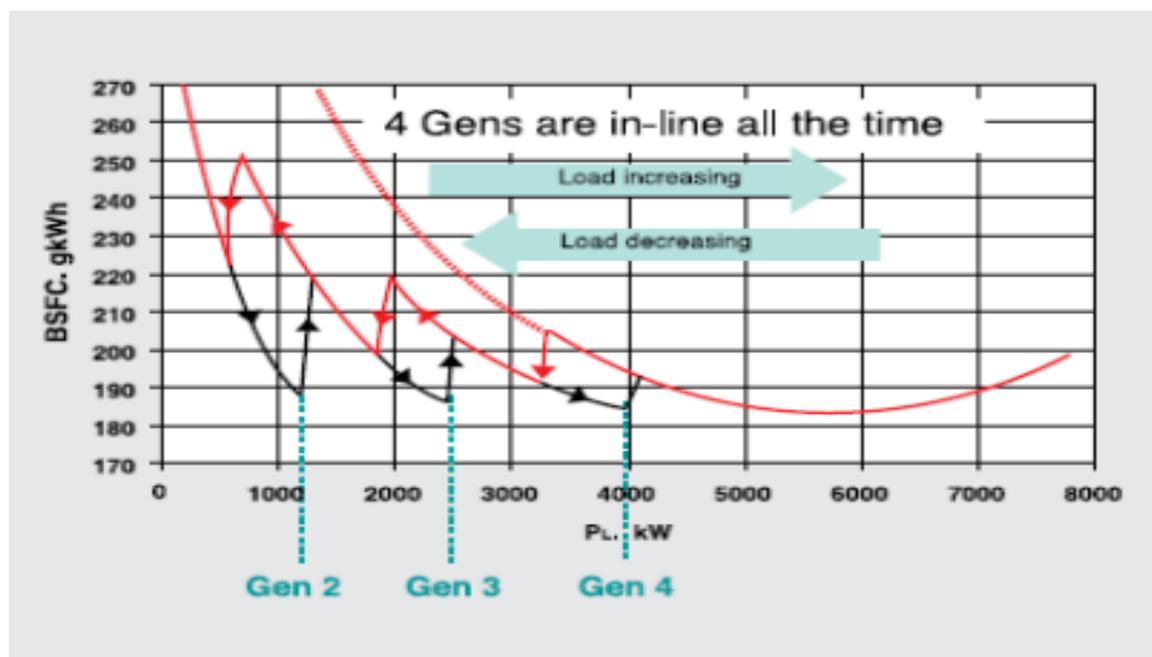
Fonte: ABB.

De acordo com o estudo realizado, pode-se afirmar que ao longo dos anos a propulsão elétrica vem demonstrando uma avultada redução de consumo de combustível em comparação com a propulsão direta mecânica em navios de apoio; que chega a 15-25 por cento em perfis normais de operação, e até 40-50 por cento em operações com posicionamento dinâmico (DP).

A redução pode referir primeiramente a possibilidade de variação na velocidade dos propulsores, reduzindo as perdas nos hélices para um mínimo ao ser comparado com os de velocidades fixas e passo controlável. Em segundo, o segundo elemento é a partida e parada automática dos motores diesel, assegurando que a carga do motor fique próxima ao ponto ótimo, dentro do limite operacional.

A propulsão elétrica oferece ainda o potencial para o excelente carregamento dos motores diesel usando uma quantidade menor de motores. Conforme a carga, o acionamento automático dos motores diesel produz melhor carga e reduz o consumo de combustível, como ilustrado na figura 14.

Figura 14 - Consumo de combustível por kWh de energia produzida

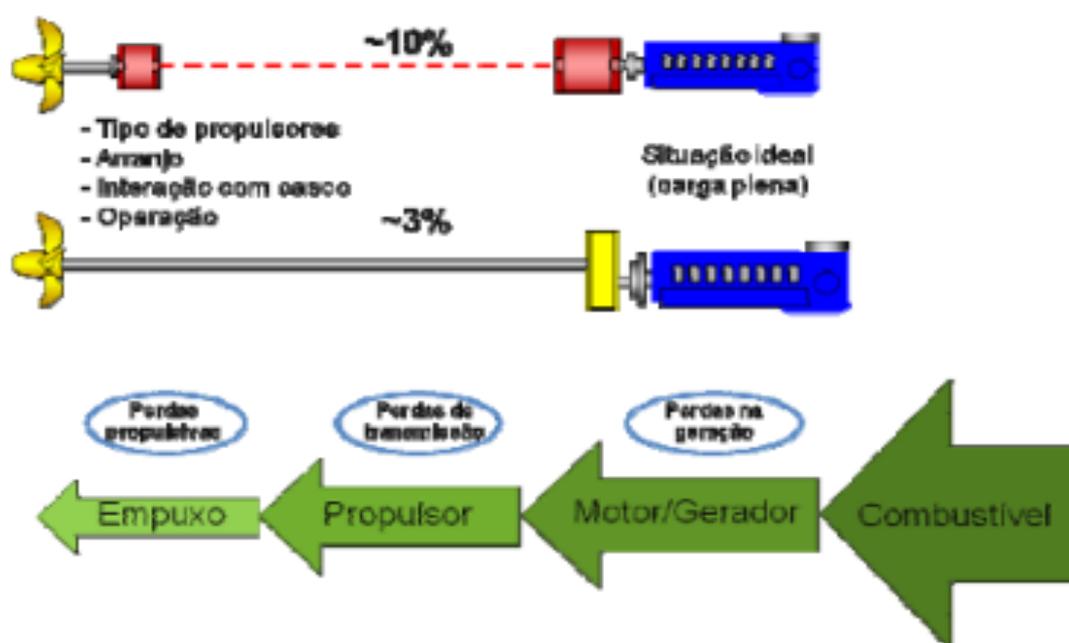


Fonte: ABB.

Por outro lado, a redução no consumo de combustível pode ser neutralizada pelas elevadas perdas no sistema de transmissão entre os motores diesel e os propulsores no sistema

Diesel Elétrico. Ao passo que as perdas relativas às linhas de eixo e às caixas redutoras de um sistema convencional são da ordem de 3%, as perdas de transmissão em sistema diesel elétrico estão na faixa de 8-10%, conforme demonstrado na figura 15.

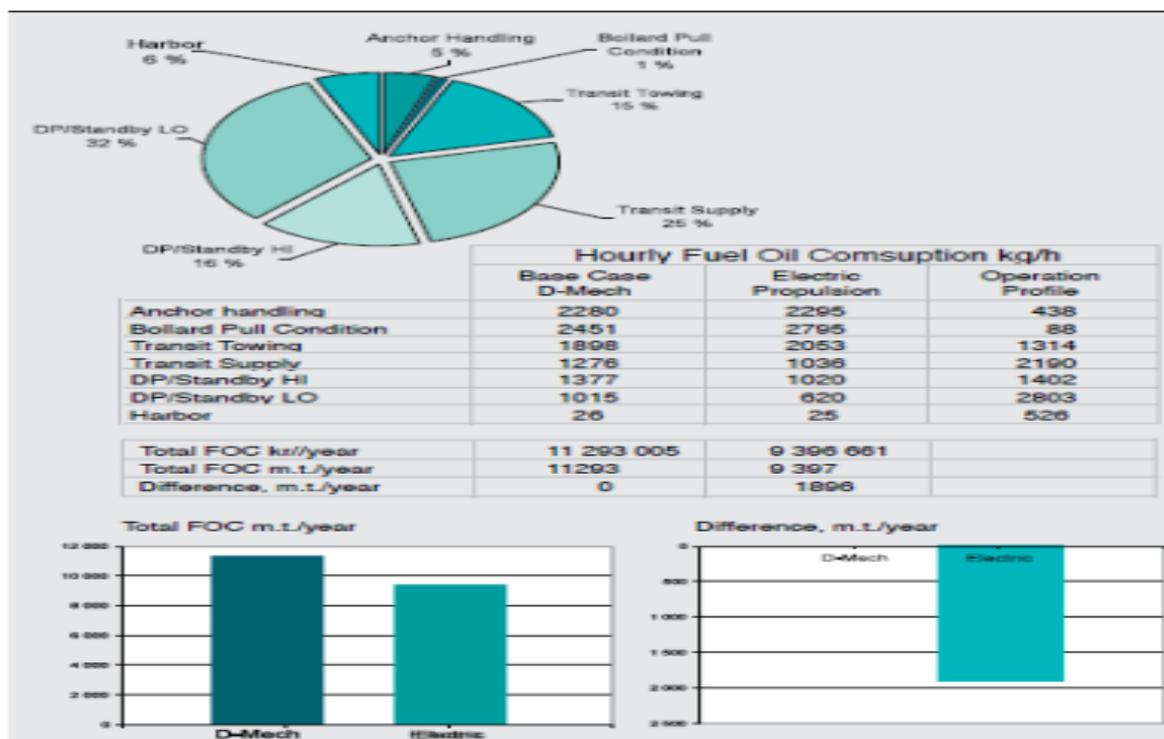
Figura 15 - Perdas no Sistema de Transmissão



Fonte: SOUZA F. A. C. Universidade Federal do Rio de Janeiro Escola Politécnica Engenharia Naval e Oceânica (2013)

Logo, percebe-se que o perfil operante da embarcação é muito relevante ao selecionar o sistema de propulsão, tendo em vista que o potencial de economia de combustível é mais alto para navios que em grande parte do tempo é gasto em DP, espera ou manobra. Já o navio que seu funcionamento prioritário quando em deslocamento a velocidade de serviço é alta, evidencia-se menos os benefícios. Na figura 16 pode-se observar as relações mencionadas em navios AHTS.

**Figura 16** - Perfil operacional e a influência no consumo de combustível na comparação entre Diesel Mecânico e Diesel Elétrico



Fonte: ABB.

O sistema de propulsão elétrica pura ao ser utilizado em embarcações, facilita o sistema de potência otimizando a configuração da alimentação automaticamente, ocorre redução no consumo de combustível, e minimiza as emissões de poluentes para o ambiente, principalmente de NO e CO<sub>2</sub>.

A propulsão elétrica ao ser adotada por PSV's, em embarcações AHTS e PLSV's, o consumo de combustível, emissões de poluentes e custos operacionais estão sendo reduzidos de forma radical.

## DISCUSSÃO SOBRE AS VANTAGENS E DESVANTAGENS

A propulsão mecânica tradicional, dependendo do perfil de operação do navio, pode ocorrer desperdício de combustível excessivo desgaste mecânico. Já a propulsão elétrica oferece muitas vantagens, como a diminuição do consumo de combustível. O uso da propulsão elétrica elimina este problema, e o motor primário pode operar com melhor rendimento independente da velocidade de rotação do hélice.

A substituição de sistemas mecânicos pelos sistemas elétricos possibilita incrementar a automação e conseqüentemente pode ocorrer redução de tripulação, levando a redução de custo operacional.

Sua utilização contribui com a flexibilidade do projeto, onde os equipamentos da propulsão elétrica são modulares e não precisam ser posicionados próximos uns aos outros. De acordo com o tamanho das máquinas, elas podem ser instaladas nas partes mais altas do casco, deixando apenas o motor elétrico junto ao fundo do casco conectado ao propulsor.

A modularidade e a flexibilidade proporcionam um sistema de geração de energia e de sistemas redundantes, distribuídos e reconfiguráveis. Vale destacar que se um compartimento sofrer algum dano pode ser detectado e “by-passados”, mantendo-se o funcionamento do sistema.

Os navios projetados com propulsão elétrica podem ter vida útil maior, da ordem de 50 anos, contra 25 ou 40 anos dos navios com propulsão tradicionais. A adoção da Propulsão Elétrica pode levar a diminuição dos custos de manutenção. Vale lembrar que todas as Marinhas do mundo são pressionadas pelos órgãos ambientais em busca da diminuição da emissão de poluentes. Nestes casos, a propulsão elétrica vem sendo indicada para navios que operam em países que assinaram o Protocolo de Kyoto. Na Propulsão Elétrica não é necessário alinhar as máquinas acionadoras principais com as linhas de eixo, a eliminação desta engrenagem contribui para reduzir os níveis de ruído e vibração, garantindo a diminuição da assinatura acústica.

5475

Vale salientar que os sistemas de propulsão elétrica apresentam algumas desvantagens em comparação com os sistemas diesel convencionais. Para adquirir os equipamentos o custo é bem maior em relação ao motor diesel. Entretanto seus custos tendem a diminuir com o aumento da escala de produção (ADNANES, 2003).

Além disso, os equipamentos elétricos adicionais como: geradores, conversores de frequência, motor elétrico entre o motor diesel e o propulsor, elevam as perdas no sistema de transmissão por causa das múltiplas transformações de energia no sistema. O motor diesel gera energia mecânica rotacional, que é convertida em energia elétrica pelos geradores, que por sua vez é reconvertida pelos motores de propulsão em energia mecânica depois de passar pelos dispositivos de eletrônica de potência, chamados de Conversores de Frequência.

## CONCLUSÃO

A busca constante do ser humano por novas alternativas de energia sustentável com maior eficiência energética, é sempre um desafio para a comunidade marítima. Assim sendo, novas tecnologias vêm sendo intensificadas nos últimos anos e sendo disponibilizadas numa enorme velocidade.

Observa-se, portanto, que houve uma evolução da propulsão naval que seguida da utilização de velas, surgiram os motores a diesel, dominado pela propulsão mecânica e posteriormente os motores elétricos.

Para o mercado mundial, o sistema diesel-elétrico não é novidade, cresce gradativamente a cada dia. Essa tecnologia ao ser implementada em embarcações marítimas, oferece muitas vantagens, como a redução do consumo de combustível, dos impactos ambientais, flexibilidade do projeto, dentre outras.

O presente estudo teve como objetivo demonstrar a evolução da propulsão diesel-elétrica em navios que dão suporte marítimo nas embarcações offshore, e destacar a eficiência desse sistema e sua evolução. Foi possível evidenciar a importância dessa evolução, tendo em vista a oferta de mais agilidade e segurança.

Também foram apresentadas as vantagens que este sistema proporciona para as embarcações. Nesta perspectiva, podemos concluir que os trabalhadores que operam com a planta diesel elétrica, atuam de forma mais segura e eficiente. Para tanto, o emprego do referido sistema será mais presente nas embarcações por se tratar de uma forma energética eficiente e limpa.

Portanto, notamos que o objetivo foi alcançado, porém este estudo não se esgota, considerando-se que a evolução continua.

## REFERÊNCIAS

ÂDNANES, A. K. *Maritime Electrical Installations and Diesel Electric Propulsion*. ABB AS Marine, abril 2003.

BARCELLOS, R. O sistema híbrido de propulsão como uma alternativa viável aos sistemas diesel-elétrico e diesel-mecânico. In: *24<sup>o</sup> Congresso Nacional de Transporte Aquaviário, Construção Naval e Offshore*, 2012.

CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear. *História da Energia Nuclear*. [S.l.: s.n.], [s.d.].

COSTA, R. C. da; PIRES, V. H.; LIMA, G. P. S. de. Mercado de embarcações de apoio marítimo às plataformas de petróleo: oportunidades e desafios. 2008.

FERREIRA, D. P. As principais operações das embarcações PLSV. *Monografia* (Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Náutica - APNT) – Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, [s.d.].

FREIRE, P. E. M.; FERREIRA, C. L. Propulsão elétrica – histórico e perspectivas futuras. In: *20º Congresso Nacional de Transportes Marítimos, Construção Naval e Offshore*, 2004.

HOLLOWAY, A. G. *The Battle of Hampton Roads*. The USS Monitor Center, [s.d.].

MATHEDI, J. O. P. *Embarcações de apoio à exploração de petróleo e gás*. São Paulo: Agbook, 2010.

PINHEIRO, M. L. Acionamento de motor síncrono de ímãs permanentes (Msip) em embarcações com sistema de propulsão elétrica. *Dissertação* (Mestrado em Engenharia Elétrica) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

SOUZA, F. A. C. Avaliação de sistemas diesel elétrico, mecânico e híbrido para embarcações de apoio a plataformas. *Projeto Final* (Bacharelado em Engenharia Naval e Oceânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.