

**MARINHA DO BRASIL**  
**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA**  
**CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE MÁQUINAS - APMA**

**LENINE CÉSAR DA SILVA**

**A IMPORTÂNCIA DOS PROPULSORES PARA SUAS RESPECTIVAS  
EMBARCAÇÕES**

**RIO DE JANEIRO**

**2014**

**LENINE CÉSAR DA SILVA**

**A IMPORTÂNCIA DOS PROPULSORES PARA SUAS RESPECTIVAS  
EMBARCAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
Ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de  
Máquinas do Centro de Instrução Almirante  
Graça Aranha como parte dos requisitos para  
obtenção de Certificado de Competência Regra  
III/2 de acordo com a Convenção STCW 78  
Emendada.

Orientador: 1OM Cláudio de Jesus

**RIO DE JANEIRO**

**2014**

**LENINE CÉSAR DA SILVA**

**A IMPORTÂNCIA DOS PROPULSORES PARA SUAS RESPECTIVAS  
EMBARCAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
Ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de  
Máquinas do Centro de Instrução Almirante  
Graça Aranha como parte dos requisitos para  
obtenção de Certificado de Competência Regra  
III/2 de acordo com a Convenção STCW 78  
Emendada.

Data da Aprovação: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Orientador: 1OM Cláudio de Jesus

---

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: \_\_\_\_\_

Dedico este trabalho a minha Esposa Valeria Gomes, meus Filhos Gracyanne, Grazielle, Gabrielle e Pedro Gabriel e aos meus Pais Lenine da Silva e Maria José por serem os meus pilares nesta luta diária. Obrigado, amo vocês.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a minha família e Deus. Agradeço aos meus amigos de turma e aos Mestres que nos acompanharam nesta jornada. Agradeço também aos amigos de Bordo que torceram por mim.

“Para se ter sucesso, é necessário amar de verdade o que se faz. Caso contrário, levando em conta apenas o lado racional, você simplesmente desiste. É o que acontece com a maioria das pessoas.”

*Steve Jobs*

## RESUMO

Este trabalho vem nos mostrar a gama, atualmente, de equipamentos de Propulsão Marítimas que vem sendo utilizada nas embarcações ao redor do mundo. Começaremos com algumas instalações antigas que ainda operam e plantas com alta tecnologia que se encontram a bordo.

**Palavras-chave:** Propulsão. Instalações Propulsoras. Propulsão Marítima.

## **ABSTRACT**

These work comes to show us the range currently Browsing Propulsion equipment which has been used in the vessels around the world. Let's start with some old installations that still operate and plants with high technology found aboard.

**Keywords:** Propulsion. Plants of Propulsion. Marine Propulsion.



## LISTA DE FIGURAS

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Figura 1 -  | Instalação a vapor                                 | 11 |
| Figura 2 -  | MCP, Caixa Redutora/Multiplicadora e Eixo/Hélice   | 12 |
| Figura 3 -  | Turbina a Gás                                      | 13 |
| Figura 4 -  | Turbina a Gás com Propulsor Livre                  | 14 |
| Figura 5 -  | Energia Nuclear                                    | 14 |
| Figura 6 -  | Disposição da Instalação MCP e Turbina a Gás       | 16 |
| Figura 7 -  | Propulsão Direta                                   | 17 |
| Figura 8 -  | Propulsão Indireta                                 | 17 |
| Figura 9 -  | Propulsão CODOG (Combined Diesel or Gas)           | 18 |
| Figura 10 - | Propulsão CODAG (Combined Diesel and Gas)          | 19 |
| Figura 11 - | Propulsão CODLAG (Combined Diesel Eletric and Gas) | 19 |
| Figura 12 - | Propulsão AZIPOD                                   | 20 |
| Figura 13 - | Propulsão a Jato de Água                           | 21 |

## SUMÁRIO

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO</b>   | <b>10</b> |
| <b>2</b>   | <b>INSTALAÇÕES PROPULSORAS</b>                            | <b>11</b> |
| <b>2.1</b> | <b>Tipos de instalação propulsora</b>                     | <b>11</b> |
| 2.1.1      | <i>Instalação a vapor</i>                                 | 11        |
| 2.1.2      | <i>Instalação propulsora com turbinas a vapor</i>         | 12        |
| <b>2.2</b> | <b>Instalação comum</b>                                   | <b>12</b> |
| <b>2.3</b> | <b>Turbina a gás</b>                                      | <b>13</b> |
| <b>2.4</b> | <b>Energia nuclear</b>                                    | <b>14</b> |
| 2.4.1      | <i>Instalação propulsora a energia nuclear</i>            | 15        |
| <b>3</b>   | <b>TIPOS DE PROPULSÃO</b>                                 | <b>17</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Sistemas de propulsão utilizados em navios</b>         | <b>18</b> |
| 3.1.1      | <i>Propulsão CODOG (Combined Diesel or Gas)</i>           | 18        |
| 3.1.2      | <i>Propulsão CODAG (Combined Diesel and Gas)</i>          | 18        |
| 3.1.3      | <i>Propulsão CODLAG (Combined Diesel Eletric and Gas)</i> | 19        |
| 3.1.4      | <i>Propulsão Azipod</i>                                   | 20        |
| 3.1.5      | <i>Propulsão por jacto de água</i>                        | 21        |
| <b>4</b>   | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>                               | <b>22</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA</b>                          | <b>23</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Nos dias que correm o nosso mundo fica cada vez restrito graças as comunicações e meios de transporte que nos permitem chegar a quase toda parte do planeta e um dos principais impulsionador é a atividade marítima que dès dos primórdios vem sendo desenvolvido e desenvolvendo a economia global transportando pessoas e mercadorias.

Instalações de máquinas de um navio são constituídas pelos conjuntos de maquinas principais e auxiliares bem como as tubulações e outras maquinas e equipamentos com a função de garantir a total funcionalidade requerida pelo navio tornando se dotada de um autonomia total em alto mar.

As máquinas das instalações dividem-se em: Máquinas principais – aquelas que garantem a propulsão do navio; Máquinas auxiliares – aquelas que asseguram o funcionamento da maquina principal e o funcionamento do resto do navio tais como os geradores de energia elétrica entre outros.

Neste trabalho será abordado o tema instalações propulsoras onde serão abordados temas como os tipos as descrições e características

## 2 INSTALAÇÕES PROPULSORAS

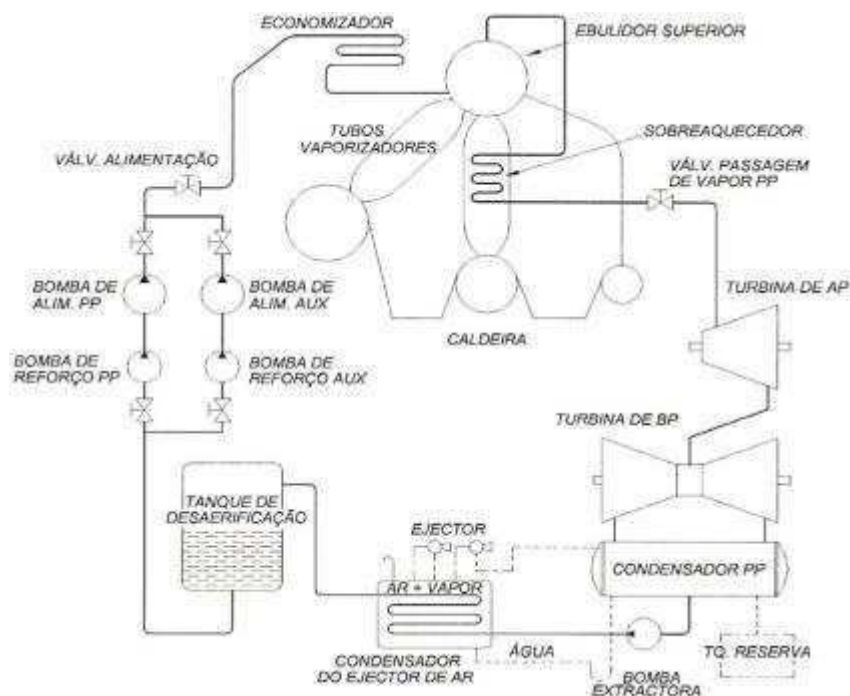
A instalação propulsora do navio compreende ao aparelho propulsor constituído pelas máquinas térmicas principais e por sistemas auxiliares ligados directamente à propulsão bem como tubulações e sistemas de refrigeração e alimentação da máquina.

### 2.1 Tipos de instalação propulsora

Instalação propulsora com turbina a vapor, Instalação propulsora com motor diesel, Instalação propulsora com turbina a gás, Instalação propulsora mista Diesel-eléctrica (motor diesel-motor eléctrico) Diesel-gás- motor diesel-turbina gás, Turbo eléctrica-turbina vapor motor eléctrico Gás turbo turbina a gás - turbina a vapor e Instalação propulsora a energia nuclear.

#### 2.1.1 Instalação a vapor

Figura 1 – Instalação a Vapor



Fonte: Wikipédia.

### 2.1.2 Instalação propulsora com turbinas a vapor

A sua utilização é muito comum em navios de grande porte tais como petroleiros navios de transporte de carvão e materiais explosivos, mas tem em navios de passageiros em que exigida potencia propulsiva elevada.

Constituição:

Caldeira

-Turbina a vapor

-Caixa de engrenagem reductora linhas de veio

-Hélice

### 2.2 Instalação comum

Figura 2 – MCP, Caixa Redutora/Multiplicadora e Eixo/Helice



Propulsão Indirecta com motor de média velocidade, caixa redutora e gerador acoplado

Fonte: Rolls Royce.

A utilização deste tipo de instalação é mais a comum em navios mercantes em que para navios de carga de grande porte para potencias elevadas geralmente são usados propulsão direta com motores diesel dois tempos lentos com regime de funcionamento de 70 a 200 rpm. A propulsão indireta ou seja adoção de uma caixa redutora entre o motor e a linha de veio é usada para motores diesel de media rotação para potencias elevadas.

Para navios de media dimensão e navios de pesca a propulsão efetua-se por motores diesel de media rotação que operam entre 200 a 600 rpm isso devido as limitações da própria embarcação

E para algumas embarcações ligeira se alta velocidade usa-se motores diesel rápidos com mais de 600 rpm.

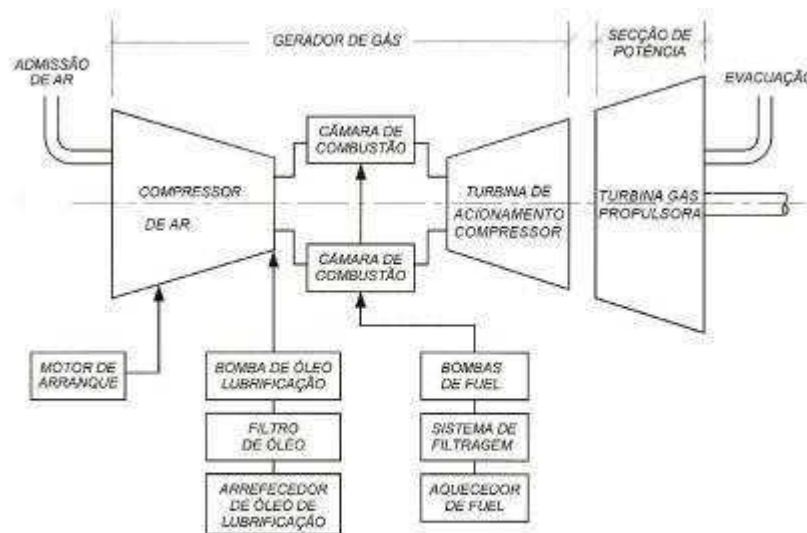
Constituição: Motor diesel

- Engrenagem e/ou linhas de eixo
- Hélice

### 2.3 Turbina a gás

Apresenta a vantagem de serem mais leves e ocuparem menor espaço que as a diesel equivalentes. A sua utilização é maioritariamente de navios para qual se pretende imprimir grande velocidade como navios militares e de intercepção navios ligeiros o seu uso é pouco rentável devido ao consumo de combustível.

Figura 3 – Turbina a Gás



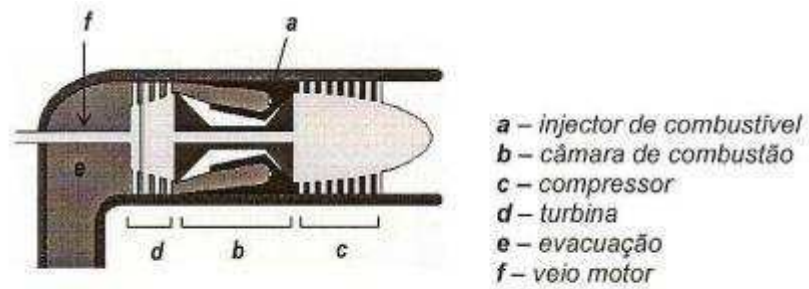
*Elementos da instalação propulsora com turbina a gás*

Fonte: Rolls Royce.

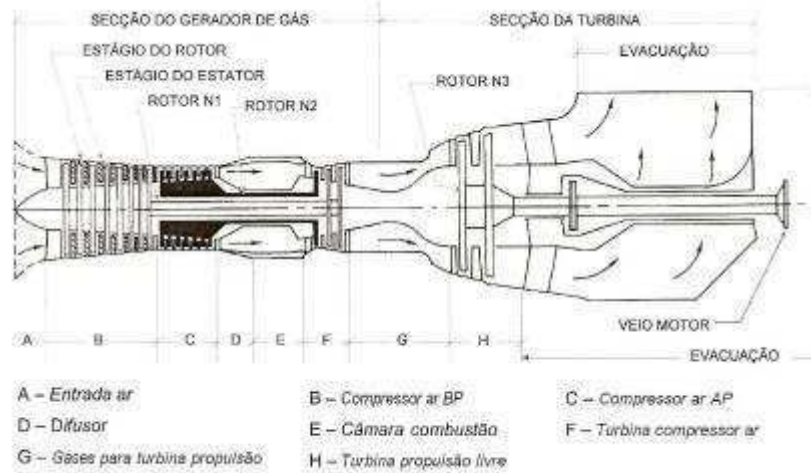
Constituição:

- Turbina a gás (integra o gerador de gás contido pelo compressor de ar e respectiva turbina e câmara de combustão).
- Engrenagens reductoras
- Hélice

Figura 4 – Turbina a Gás com propulsor livre



**Componentes da turbina a gás**

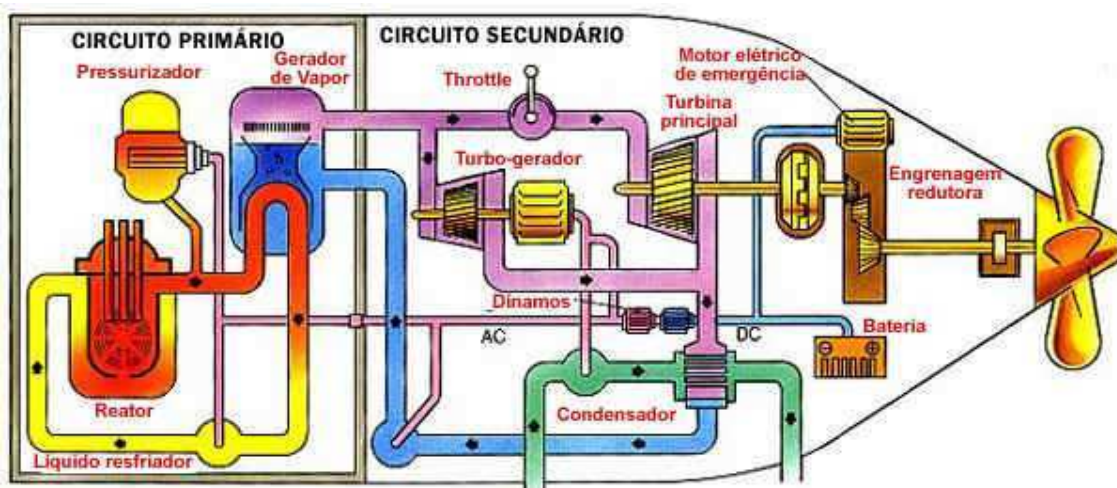


**Turbina a gás com turbina de propulsão livre**

Fonte: Rolls Royce.

**2.4 Energia nuclear**

Figura 5 – Energia Nuclear



Fonte: www.defesabr.com.

### *2.4.1 Instalação propulsora a energia nuclear*

Esta tecnologia é revolucionariamente perigosa a segurança da pois a instalação nuclear depende da segurança do navio e esta depende de vários fatores mas também de relembra a periculosidade desta tecnologia que é usada para fabrico de armas de destruição massiva e por entre outros fatores a utilização apenas em embarcações de fins militares. Isto quer dizer que o conceito de "instalação nuclear" não está limitado aos sistemas de geração e utilização de energia a bordo, mas estende-se a todo o "sistema-navio". Este sistema único incorpora os aspectos científicos e tecnológicos, bem como as metodologias e técnicas, ou seja, aquilo que poderia ser resumido como a "cultura", tanto da engenharia naval.

Reatores nucleares a água pressurizada (PWR) com uma potência da ordem de 50 a 100 MWth equipam cerca de 330 submarinos lançadores de mísseis balísticos (SNLMB), submarinos nucleares lançadores de mísseis de cruzeiro (SNLMC), submarinos de ataque (SNA), navios aeródromos (NAeN) e cruzadores (CN) pertencentes às marinhas de guerra dos EUA, Rússia, Grã-Bretanha, França e China.

A disponibilidade de uma instalação nuclear de propulsão naval está submetida a dois tipos de requisitos: a segurança do navio e de sua tripulação, e a missão operativa. Os objetivos associados à disponibilidade constituem então dados de entrada para o projeto e para a operação, ao mesmo título que os Objetivos Gerais de Segurança nuclear (OGS). REATORES PWR DE PROPULSÃO NAVAL.

Para que esta comparação seja possível tem de ser efetuada no âmbito de aplicabilidade em que os diferentes tipos de instalações propulsoras possam concorrer, tendo em consideração uma potência propulsiva, em regra superior a 50 0 KW.

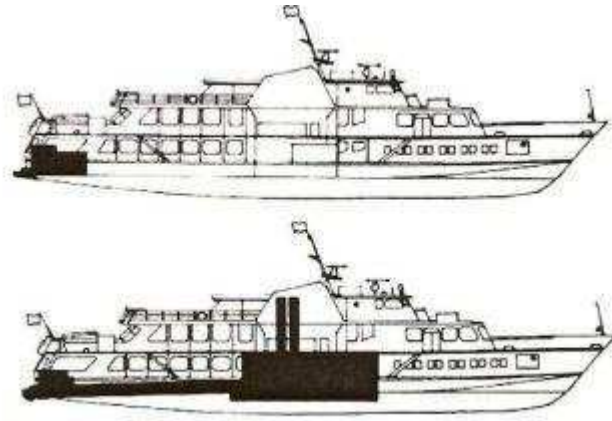
Peso da instalação – a mais leve é a que utiliza a turbina a gás e a mais pesada a que utiliza a solução diesel direta, ocupando a turbina a vapor uma posição intermédia.

Espaço ocupado pela instalação – é semelhante para as soluções que utilizam Turbinas a Vapor e Motores Diesel e menor para a solução que utiliza Turbinas a Gás, o que por si só permite aumentar a capacidade de carga do navio em cerca de 13 % A figura a seguir apresentada, ilustra a diferença entre os



espaços ocupados pelas Instalações Propulsoras com Turbina a Gás e com Motor Diesel.

Figura 6 – Disposição das instalações MCP e Turbina a Gás



*Espaço ocupado pela instalação propulsora com turbina a gás e motor diesel*

Fonte: Propulsões Marítimas.

Pessoal a utilizar na operação – é sensivelmente o mesmo para as três soluções.

Preço do equipamento – é sensivelmente igual para as três soluções. Mas à medida que a potência propulsiva vai diminuindo, verifica-se uma progressiva redução do custo da propulsão com Motor Diesel em relação às restantes.

Manutenção do equipamento – a propulsão com Motor Diesel apresenta uma ligeira desvantagem devido aos maiores custos que envolvem.

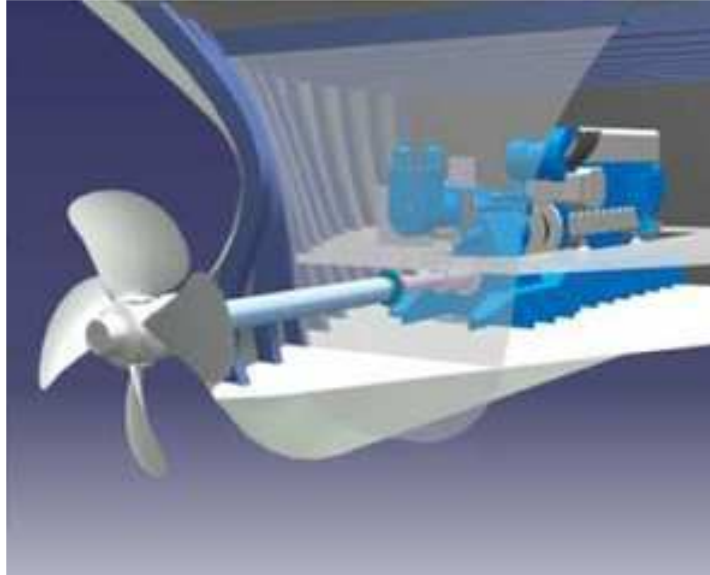
Consumo de combustível – é menor no caso da propulsão com Motor Diesel, seguindo-se a propulsão com Turbinas a vapor, sendo a propulsão com Turbinas a Gás a que consome mais para a mesma potência propulsiva.

Para concluir esta comparação, é de salientar que a propulsão com Motor Diesel é a que hoje em dia apresenta os custos de exploração mais baixos para a maioria dos navios mercantes, razão pela qual é atualmente utilizada em mais de 9% dos navios da frota mercante mundial.

### 3 TIPOS DE PROPULSÃO

**Propulsão direta** - quando a hélice é acoplado diretamente ao motor pelo volante. Hélice e motor tem mesma rotação.

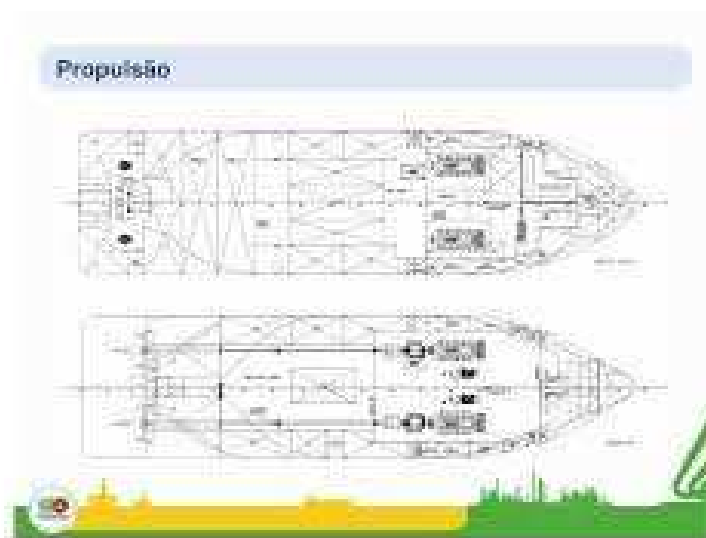
Figura 7 - Propulsão Direta - eixo propulsor e o hélice



Fonte: [http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod\\_academic/relatorios/2009/rafael\\_vileti/relat1/Rel\\_1.1.htm](http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2009/rafael_vileti/relat1/Rel_1.1.htm)

**Propulsão indireta**- quando o motor aciona o Hélice a partir de uma caixa redutora. O Hélice opera com rotação menor do que a do motor.

Figura 8 – Propulsão Indireta



Fonte: [http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod\\_academic/relatorios/2009/rafael\\_vileti/relat1/Rel\\_1.2.htl](http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2009/rafael_vileti/relat1/Rel_1.2.htl).

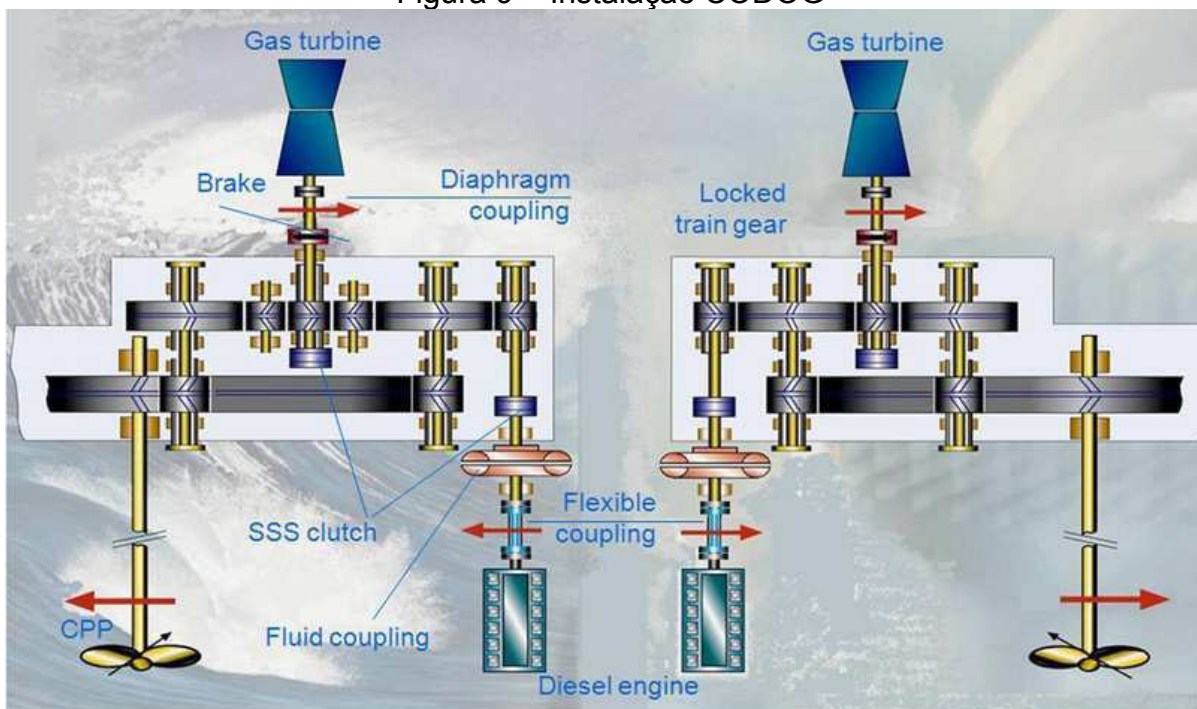
### 3.1 Sistemas de propulsão utilizados em navios

Propulsão mecânica, Propulsão CODOG, Propulsão CODAG, Propulsão CODLAG, Propulsão diesel-elétrica (convencional), Propulsão diesel-elétrica (azipod) e Propulsão jato.

#### 3.1.1 Propulsão CODOG (Combined Diesel or Gas)

É um sistema que utiliza motores a Diesel para a propulsão em velocidade de cruzeiro. Para velocidades mais elevadas, e durante períodos não muito prolongados, utiliza-se uma turbina a gás e elevada potência (sistema muito usado em fragatas e outros navios de guerra) Nesta situação, Os Motores a Diesel não operam.

Figura 9 – Instalação CODOG

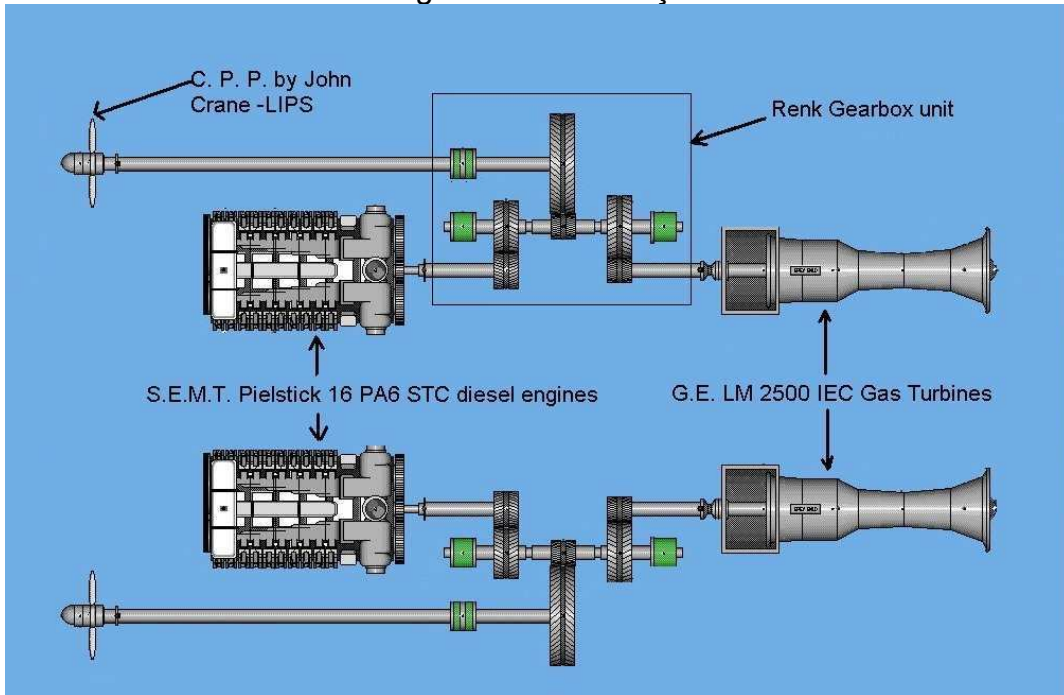


Fonte: [www.arabic.military.com](http://www.arabic.military.com).

#### 3.1.2 Propulsão CODAG (Combined Diesel and Gas)

Regime de velocidade de cruzeiro Para aumentar a velocidade do navio utiliza turbinas auxiliares a gás em conjunto com os Motores a diesel para aumentar a potencia total.

Figura 10 – Instalação CODAG

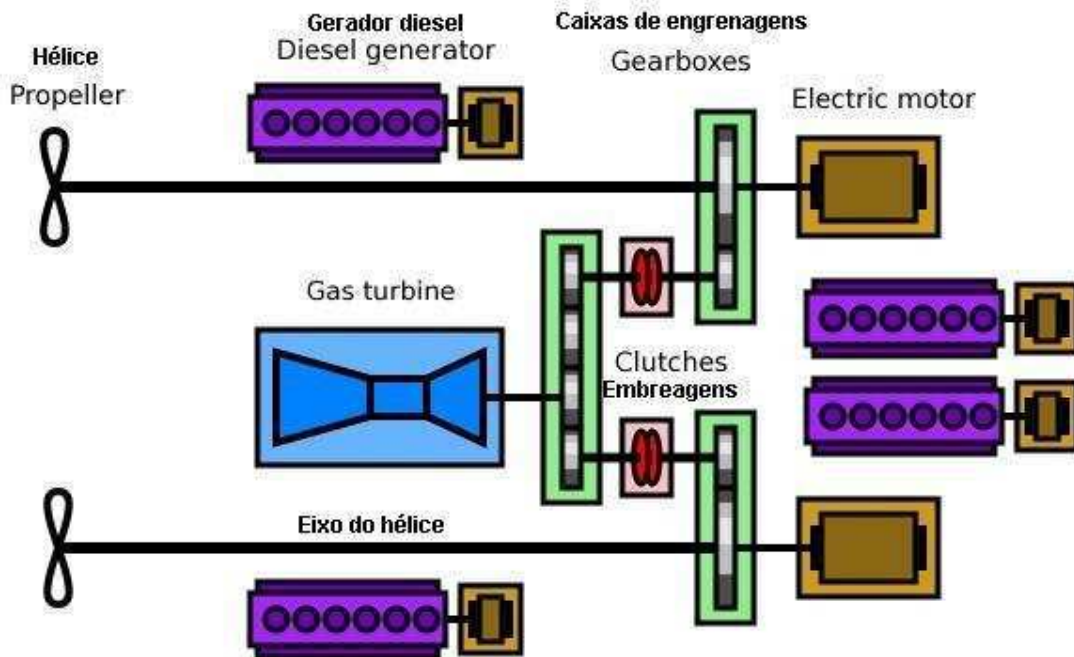


Fonte: [www.interdefesa.argentinaforo.net](http://www.interdefesa.argentinaforo.net).

3.1.3 Propulsão CODLAG (Combined Diesel Electric and Gas)

Propulsão do navio Para aumentar a potência elétrica e obter velocidade mais elevada utiliza-se turbinas a gás auxiliar. Utiliza motores a diesel para produzir eletricidade para alimentar os motores Elétricos.

Figura 11 – Sistema CODLAG



Fontes: [tripod.com](http://tripod.com).

### 3.1.4 Propulsão Azipod

No início da Década de 1990 surgiu o sistema de Propulsão Elétrica no qual o motor elétrico de propulsão fica instalado dentro do POD (Podded Driver) e, portanto, dentro da água. Foi considerado de concepção revolucionária.

Seu princípio é a substituição do hélice com eixo fixo, que produz uma força sempre na direção longitudinal, por um propulsor que pode mudar o sentido de sua corrente de descarga dirigindo sua força para qualquer ponto de Azimute da embarcação.

Vantagens:

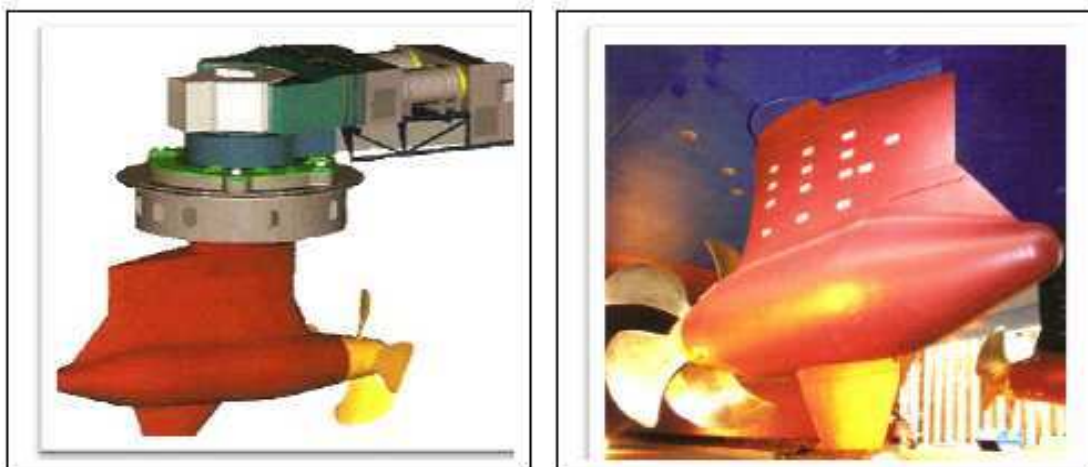
Não precisa de leme para governar, pois o Propulsor, com sua atuação de 360°, já fazem este papel.

Manobrabilidade e desempenho hidrodinâmico, mesmo em severos ambientes (Antárticos e Offshore).

Combinado com uma planta de energia elétrica, a propulsão Azipod proporciona melhor distribuição e aproveitamento dos espaços de Maquinas e carga. E, ainda níveis reduzidos de ruídos e vibração, menor tempo de indisponibilidades, maior segurança e mais redundância.

Devido a Hidrodinâmica avançada, a unidade Azipod possui desempenho de campo de esteira (Wake Fiel).

Figura 12 - AZIPOD



Fonte: Apostila Hidrodinâmica – Professor: Alexandre –Ciaga.

### 3.1.5 Propulsão por jacto de água

Opera com base no princípio de uma bomba centrífuga. Um Rotor aspira a água da parte debaixo do casco do navio e a transfere para a voluta. As aberturas de saída de água estão dispostas na parte inferior do propulsor que fica tangente a linha base do casco, sendo, desta forma, ideal para instalação em embarcações que operam em águas rasas.

Figura 13 – Propulsão a Jato de Água



Fonte: [www.algmarine.com.br](http://www.algmarine.com.br).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As diversas propulsões apresentadas neste trabalho nos demonstram a gama de equipamentos (Tipos) que estão hoje operando em embarcações pelo mundo. Habitualmente, em grande maioria, temos operando os Motores a Diesel acoplados a uma caixa redutora e em seguida um hélice.

A turbina a vapor caiu em desuso pois a grandiosa instalação a vapor passou a ser muito dispendiosa assim substituída pelos Motores a Diesel. Há um “novo” sistema em operação atualmente, o Diesel Elétrico, este veio devido ao protocolo de Kioto – Reunião sobre a redução de emissão de gás carbônico mundial – pois este sistema diminui as emissões de carbono porque consome menos combustível. Um pequeno gerador que alimenta um Motor Elétrico este se encontra ligado diretamente a um hélice. Em seguida a variações de plantas de propulsão utilizadas na Marinha de Guerra e Navios Transatlânticos, as Turbinas a Gás, este aumentam a velocidade do navio fazendo com que as embarcações cheguem facilmente a uma velocidade muito maior do que as outras referidas instalações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMILO, R. Seleção de sistema propulsor para navios oceanográficos. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; Escola Superior de Náutica Infante D. Henrique. Disponível em: <[www.enautica.pt](http://www.enautica.pt)>. Acesso em: 09 out. 2014.

HARRINGTON, R. Marine Engineering. New Jersey: The Society of Naval Architects and Marine Engineers, 1992.

HARVALD, SV.AA. Resistance and propulsion of ships. Lyngby: Department of Ocean Engineering. The Technical University of Denmark, 1983.

KRESIC, M; HASKEIL, B. Effects of propeller design-point definition on the performance of a propeller/diesel engine system with regard to in-service roughness and weather conditions. Transaction of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, v. 91, 1983. disponível em: <<https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=PNV2324>>. Acesso em: 01 out. 2014.

MAN Diesel; Basic Principles of Ship Propulsion, 2006. Disponível em: <<http://www.mandieselturbo.com/>>. Acesso: 29 set. 2014.

MAZUELOS, G.J.C. Proposta de reforma da instalação propulsora de uma corveta. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003. <<http://www.poli.usp.br/pt/bibliotecas.html/>>. Acesso em: 27 set. 2014