

MARINHA DO BRASIL  
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA  
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK

CURSO DE APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM  
PROPULSÃO NAVAL

**DIFICULDADES INERENTES À AQUISIÇÃO DE NAVIOS ESTRANGEIROS COM  
ÊNFASE NO SISTEMA HIDRÁULICO DO HPC**



1º TEN WILSON PEREIRA DE LIMA NETO

Rio de Janeiro

2020

1º TEN WILSON PEREIRA DE LIMA NETO

**DIFICULDADES INERENTES À AQUISIÇÃO DE NAVIOS ESTRANGEIROS COM  
ÊNFASE NO SISTEMA HIDRÁULICO DO HPC**

Monografia apresentada ao Centro de Instrução  
Almirante Wandenkolk como requisito parcial à  
conclusão do Curso de Aperfeiçoamento Avançado em  
Guerra Eletrônica

Orientadores:

Professor Alexandre Teixeira de Pinho Alho

CT (EN) Daniel Lacerda Dutra

CIAW  
Rio de Janeiro  
2020

1º TEN WILSON PEREIRA DE LIMA NETO

**DIFICULDADES INERENTES À AQUISIÇÃO DE NAVIOS ESTRANGEIROS COM  
ÊNFASE NO SISTEMA HIDRÁULICO DO HPC**

Monografia apresentada ao Centro de Instrução Almirante Wandenkolk como requisito parcial à conclusão do Curso de Aperfeiçoamento Avançado em Guerra Eletrônica.

Aprovada em \_\_\_\_\_

Banca Examinadora:

---

Profº Alexandre Teixeira de Pinho Alho, D.Sc. – UFRJ

---

CT (EN) Daniel Lacerda Dutra – DEN

---

CC-Corveta (RM1-EM) Carlos Alberto Órfão Martins, M.Sc. – CIAW

CIAW  
Rio de Janeiro  
2020

*Dedico esse trabalho àqueles militares que buscam, incansavelmente, elevar o patamar da Marinha do Brasil, mesmo diante de todo cenário político-econômico conturbado.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais, Wilson e Valéria, por todo amor e carinho dedicados por toda a minha vida, assim como o investimento em minha educação, formação pessoal e profissional.

A minha esposa, Juliana, pelo amor e apoio incondicional durante todas as etapas do curso, em especial na confecção deste trabalho.

Aos professores do Curso de Aperfeiçoamento Avançado em Propulsão Naval que com elevado conhecimento técnico e prático contribuíram para a mais esta etapa de aquisição de conhecimentos na minha formação como Oficial.

Ao meu orientador, Professor Alho, que com seu conhecimento na área Naval, me orientou com empenho na confecção deste trabalho, com muito entusiasmo, motivação e paciência.

*“Os investimentos em conhecimento geram  
os melhores dividendos. ”*

*Benjamin Franklin*

## **DIFICULDADES INERENTES À AQUISIÇÃO DE NAVIOS ESTRANGEIROS COM ÊNFASE NO SISTEMA HIDRÁULICO DO HPC**

### **Resumo**

Ao nos debruçarmos nos compêndios de nossa história, milhares de anos antes de Cristo, surgiu o primeiro advento no qual utilizava a potência fluida para geração de energia, a roda d'água, que através de dutos auxiliava na distribuição de água na Roma antiga.

A 1ª Guerra Mundial foi o marco inicial para o uso do fluido como transmissão de potência. Desde então, o seu uso vem sido constante devida a auto lubrificação do seu sistema e, principalmente, pela facilidade de controle da velocidade, independente do sentido.

Nos tempos atuais, os navios da Marinha do Brasil (MB) utilizam o óleo lubrificante para inúmeras finalidades, desde a lubrificação e resfriamentos de circuitos, até a transmissão de energia, que são os óleos lubrificantes hidráulicos, utilizados em plataformas elevatória, movimentação das pás do hélice, entre outros. A maioria das belonaves são de origens distintas e foram adquiridas no século passado, assim, suas tecnologias já estão se tornando ultrapassadas. Os equipamentos, quando avariados, muitas das vezes não podem ser reparados em virtude da dificuldade de aquisição de seus sobressalentes por se encontrarem obsoletos no mercado.

Haja vista os óleos hidráulicos e suas características, que, através de estudos, vão se aprimorando ao longo dos anos, mudando suas características primitivas a fim de se adequar aos parâmetros no qual serão submetidos.

Boa parte dos navios da MB faz uso dos Hélices de Passo Controláveis (HPC) por darem ênfase a manobrabilidade e não a eficiência. Tais hélices utilizam o fluido hidráulico para mover as suas pás de acordo com a demanda solicitada e como máquinas hidráulicas têm a facilidade de inverter o sentido do fluxo, motivo que reitera o motivo do seu uso: manobrabilidade.

Portanto, por terem origem distintas quanto a projeto e estarem em constante modificação, os óleos hidráulicos variam de um meio para outro dificultando a aquisição. Logo, elaborando

projetos nacionais e padronizando os referidos óleos, evitar-se-á obsolescências e incompatibilidades.

**Palavras-chave:** Óleo Hidráulico. Hélice de Passo Controlável. Controllable Pitch Propeller. Óleo Lubrificante. Hidráulica. Viscosidade.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Explicação do conceito “passo” das pás do hélice.....	
Figura 2.2 – Diferenciação de demandas, a vante e atrás.....	
Figura 2.3 – Exposição de uma Força Naval.....	
Figura 2.4 – Fragata da Classe Niterói.....	
Figura 2.5 – Enumeração dos equipamentos do Sistema de HPC das Fragatas.....	
Figura 2.6 – Diagrama Hidráulico do HPC das Fragatas brasileiras.....	
Figura 2.7 – Detalhamento do HPC das Fragatas.....	
Figura 2.8 – Classificação de viscosidade.....	
Figura 2.9 – Armazenagem em “pallets”.....	
Figura 2.10 – Ensaios.....	
Figura 2.11 – Tabela ISO 4406.....	
Figura 2.12 – Norma NAS 1638.....	

## LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BD SINGRA	Banco de Dados do Sistema de Informação de Abastecimento
CCM	Centro de Controle de Máquinas
DEM	Diretoria de Engenharia da Marinha
DepCMRJ	Depósito de Combustíveis da Marinha no Rio de Janeiro
FFAA	Forças Armadas
HPC	Hélice de Passo Controlável
HPF	Hélice de Passo Fixo
HVI	High Viscosity Index
LVI	Low Viscosity Index
MB	Marinha do Brasil
MFN	Marinha Nacional Francesa
MO	Motores
MVI	Medium Viscosity Index
NAe	Navio Aeródromo
NAeL	Navio Aeródromo Ligeiro
NDCC	Navio de Desembarque de Carro de Combate
NDM	Navio-Doca Multipropósito
OM	Organização Militar
OMF	Organização Militar Fornecedora
PAO	Polialfaoleofinas
PLACAPE	Plano de Capacitação do Pessoal
PROSUB	Programa de desenvolvimento de Submarinos
PROSUPER	Programa de desenvolvimento de meios de Superfície
SMP	Sistema de Manutenção Planejada

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....
1.1	Apresentação do Problema.....
1.2	Hipótese.....
1.3	Objetivo Geral.....
1.4	Objetivo Específico.....
1.5	Metodologia.....
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....
2.1	Breve explanação sobre HPC x Hélice de Passo Fixo (HPF) .....
2.2	Sistema de Hélice de Passo Controlável utilizados nas Fragatas brasileiras.....
2.3	Transmissão de energia.....
2.4	Tipos de Óleos Lubrificantes.....
2.5	Procedimentos referentes a Óleos Lubrificantes na Marinha do Brasil.....
2.6	Adequação de meios estrangeiros na Marinha do Brasil.....
<b>3</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....
3.1	Considerações finais.....

# 1 INTRODUÇÃO

Desde o advento da roda d'água, o homem vem utilizando os fluidos para diversas finalidades. Dentre elas, a mais relevante para o estudo deste trabalho, a transmissão de energia mecânica através do fluido. O fluido hidráulico, por ser líquido, é constituído por moléculas não tão compactas e rígidas como os sólidos, tão pouco, não tão dispersas e soltas como às dos gases. Os intervalos entre moléculas tornam constantes os deslizamentos e movimentos das moléculas entre si, permitindo, assim, que os líquidos assumam qualquer forma. Em contrapartida, pela proximidade molecular, os líquidos são considerados relativamente incompressíveis. Diante de tais fatos, o fluido hidráulico é bastante vantajoso na transmissão de energia.

O fluido hidráulico não se limita, apenas, em transmitir energia mecânica. A energia térmica também é trocada no caso dos óleos lubrificantes, onde resfriam e lubrificam os sistemas no qual estão sendo usados. A utilização dos diversos óleos depende, exclusivamente, da finalidade e do ambiente no qual estará sujeito a operar. Dito características como: viscosidade, incompressibilidade, emulsibilidade, ponto de fulgor, entre outras, são de vital importância para a escolha de um fluido.

O objeto de interesse do presente trabalho envolve o fluido hidráulico responsável por atuar no giro das pás dos hélices de pás controlável (HPC). Como grande parte dos navios da Esquadra brasileira utilizam este tipo de propulsor, faz-se necessário o estudo um pouco mais aprofundado sobre os óleos utilizados nas variadas embarcações de diferentes origens.

## 1.1 Apresentação do Problema

Os navios que compõe a Esquadra brasileira não foram projetados apenas no Brasil. Assim, em virtude da diversidade dos projetos, itens de cujas funções são similares de um projeto para outro, são distintos entre si de navio para navio.

Desenvolvimentos tecnológicos resultam em constantes modernizações. Através da química e constantes estudos, óleos que eram utilizados anos atrás estão sendo evoluídos por

meio de sínteses e adequações químicas a fim de adequar cada vez mais ao ambiente de trabalho.

A indústria bélica procura acompanhar tal evolução de forma a otimizar seus meios, o que acarreta em constantes modernizações. Fato que dificulta o acompanhamento de Instituições com limitações orçamentárias. Os cortes de gastos inerentes às Forças Armadas atrasam as pesquisas específicas de cada ramo. Projetos de navios com sistemas puramente nacionais são praticamente inexistentes, e quando há, são considerados ultrapassados. Sendo assim, o objeto de estudo – óleo hidráulico e o sistema de propulsão HPC – possui sobressalentes obsoletos e sistema inadequados para a região tropical, ligados à estagnação de pesquisas dos órgãos competentes, tornam-se os principais obstáculos a serem tecidos neste trabalho.

Perante tais adversidades, Instituições, como a Marinha do Brasil (MB), têm a tarefa árdua de adequar seus meios, na medida do possível, com o que há de mais moderno no cenário nacional.

## **1.2 Justificativa e Relevância**

A zona econômica exclusiva do Brasil, rica em biodiversidade e no pré-sal, será sempre motivo de cuidado para o governo brasileiro. As constantes patrulhas com os navios da Marinha, demonstrando ação de presença e dissuasão para com os vizinhos, são de vital importância para a garantia da soberania nacional. Portanto, faz-se necessário investir em pesquisas de indústrias bélicas e ampliar a disponibilização de recursos para as Forças Armadas.

Desta forma, iria possibilitar a execução de projetos nacionais de navios complexos de grande porte a fim de padronizar itens e equipamentos. Facilitando o controle quanto obsolescências e aquisições.

Além disto, haveria aperfeiçoamentos na capacitação dos militares que labutam na execução de projetos, laboratórios de análise de óleos, juntamente com as Diretorias Especializadas (DE), a fim de guiarem, auxiliarem e respaldarem os navios no que tange criação de projetos de sistemas em geral (sendo, em geral, o sistema de óleo hidráulico do HPC o foco deste trabalho).

## **1.2 Objetivo Geral**

O objetivo geral deste trabalho é apresentar as dificuldades que uma Marinha, com limitações orçamentárias, possui para manter sistemas singulares para cada um de seus navios. Especificamente o sistema hidráulico do HPC, o qual será explanado, descrevendo suas vantagens e desvantagens. Também, será demonstrado o quanto é importante o investimento em pesquisas no ramo bélico e aprimoramento do pessoal.

## **1.4 Objetivo Específico**

- a) Realizar uma revisão na literatura sobre HPC, conceitos fundamentais sobre hidráulica e em publicações referentes a óleos na MB;
- b) Apresentar uma visão geral sobre um sistema de HPC de uma Fragata classe Niterói, descrevendo seu funcionamento e características;
- c) Descrever procedimentos de recebimento, armazenagem e manutenção de óleos hidráulicos na MB.
- d) Apresentar as vantagens que serão obtidas pelas Forças Armadas no investimento em pesquisas e na criação de uma escola militar de nível superior de Engenharia Naval, focada exclusivamente no ramo militar Naval.

## **1.5 Metodologia**

A classificação da pesquisa quanto aos meios pode ser classificada como bibliográfica e documental pois foi baseada na pesquisa em fontes abertas disponíveis, principalmente em publicações de caráter ostensivas divulgadas pela Marinha do Brasil.

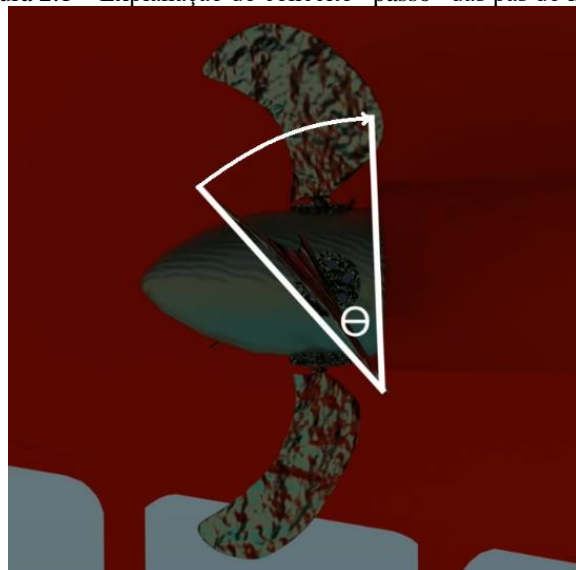
## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Breve explicação sobre HPC x Hélice de Passo Fixo (HPF)

Embarcações militares utilizam em seus sistemas propulsivos, basicamente, dois tipos de propulsores: hélices de passo fixo e hélices de passo controláveis. A fim de compará-los, imagina-se os dois eixos propulsores, um de cada, em paralelo. Deste modo tornar-se-á fácil o entendimento de seus respectivos funcionamentos, em uma visão macro.

As diferenças entre os dois tipos de propulsores são inúmeras. Entretanto, as mais significativas aparecem a partir do momento que é necessário alterar a velocidade. Para reduzir a demanda na propulsão com HPF é necessário, somente, reduzir a rotação em seu eixo propulsor. Em contrapartida, para reduzir a demanda em um propulsor de pás controláveis é mais complexo. Seu eixo propulsor, na maioria das ocasiões, permanece em constante rotação e o que modifica é o passo, que são as angulações das pás, de forma que, quanto maior é o seu ângulo de ataque, maior será o seu empuxo. O passo é alterado através do fluxo do fluido hidráulico, o qual atua no interior do boço do hélice fazendo-o alterar de acordo com o desejado. Para reduzir a demanda tem-se que reduzir o ângulo de ataque das pás do hélice, vide Figura 2.1:

Figura 2.1 – Explicação do conceito “passo” das pás do hélice

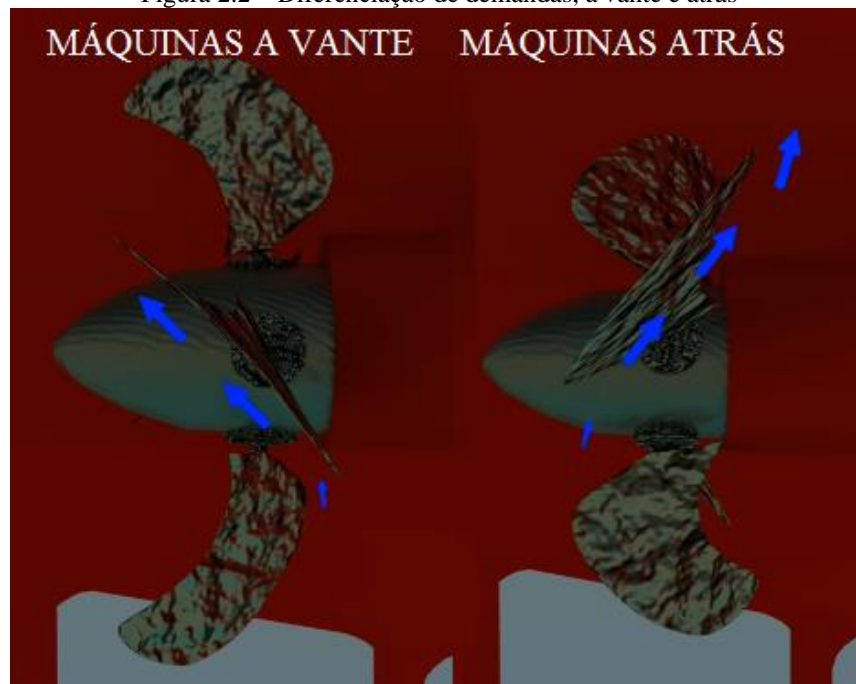


Fonte: <http://www.mate.tue.nl/mate/pdfs/10299.pdf>

Logo, a fim de parar de demandar seguimento para vante, no HPC reduz-se o ângulo do passo a zero, enquanto no HPF, deve-se parar completamente o eixo propulsor. Assim, o único seguimento que permanecerá será o resquício de demandas anteriores.

Ademais, quando é solicitado máquinas atrás, o HPF diminui sua rotação até chegar a zero, logo após, inicia-se a rotação no sentido oposto. No HPC, por sua vez, reduz-se a angulação das pás do hélice de modo a ficarem negativas. Logo, o empuxo proveniente da rotação do eixo será na direção oposta. A Figura 2.2 reforçará o entendimento:

Figura 2.2 – Diferenciação de demandas, a vante e atrás



Fonte: <http://www.mate.tue.nl/mate/pdfs/10299.pdf>

No caso dos propulsores com HPC, o formato das pás foi projetado de modo a otimizar a propulsão a vante. Deste modo, o desempenho propulsivo quando demandando para ré (máquinas atrás) é inferior.

Contudo, como o foco do trabalho são navios de guerra, onde se valoriza a manobrabilidade e a resposta rápida do equipamento, visto que tais belonaves necessitam alterar rumo constantemente, fazendo guinadas rápidas e precisas. Sabendo-se disso, todos os navios escoltas (Corvetas e Fragatas, na MB), os quais necessitam de velocidade e resposta imediata para perseguir e abater o inimigo; ou fazer manobras evasivas a fim de se proteger, são equipados com HPC.



## 2.2 Sistema de Hélice de Passo Controlável utilizados nas Fragatas brasileiras

As Forças Navais são constituídas basicamente pelo Corpo Principal, que seriam os navios de maior valor: navio-taque, porta-aviões, navio de apoio logístico, entre outros similares; e os navios escoltas, os quais ficam ao redor dos navios do Corpo Principal, com a finalidade de abater possíveis inimigos antes de virem a transmitir qualquer perigo às unidades valiosas. Haja vista que, se por ventura um navio-tanque for abatido, diminuirá a autonomia da Força, igual seria para os navios de apoio logístico (mantimentos); já os porta-aviões, com sua capacidade de lançamento de aeronaves, o que possibilita ampliar o horizonte dos navios da Força através de patrulhas de reconhecimento e identificação, se abatido, causaria um grande prejuízo para toda a Força. Tal estratégia é vista em todas as potências mundiais. Na Figura 2.3 pode-se ver o arranjo dos navios conforme supracitado, sendo a frota, em exposição, japonesa.

Figura 2.3 – Exposição de uma Força Naval



Fonte: <http://www.medidaprovisoria.com>

Logo, os navios escoltas têm que ter um perfil totalmente diferente, desde o formato físico, o qual deve ser mais estreito, principalmente na proa, a fim de cortar o vento (similar aos carros de corrida); aos equipamentos de guerra, que têm que ser com a tecnologia mais avançada possível, para detectar submarinos inimigos, dispersar mísseis e eliminar alvos.

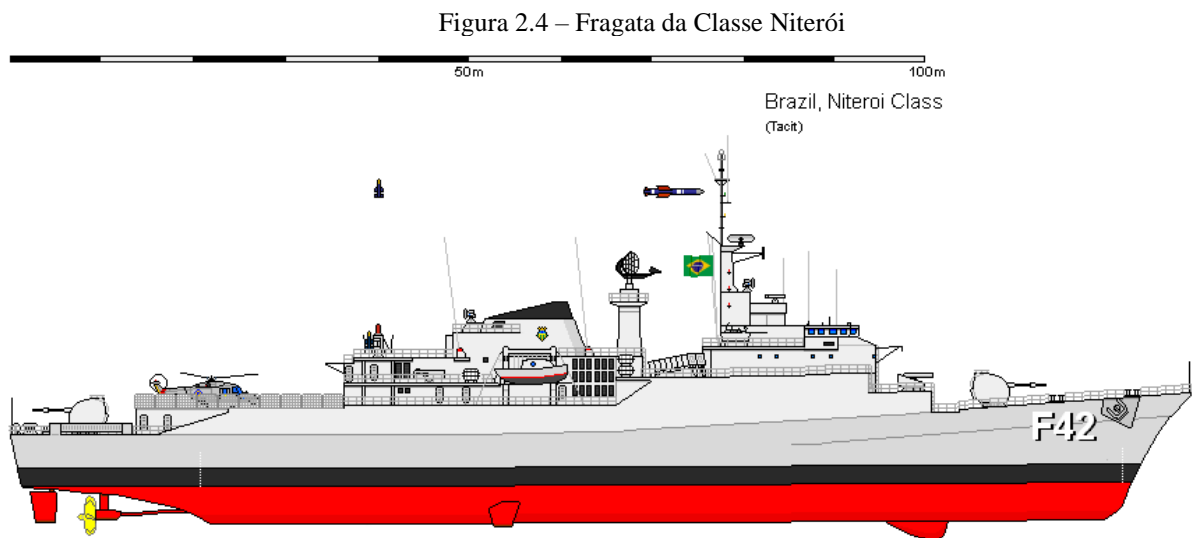
Além destas características, o navio tem que ter alta capacidade em fazer manobras evasivas, como é o caso da manobra Zigue-zague. Tal manobra se resume em fazer constantes

guinadas, para bombordo e boreste, dificultando virar alvo de torpedos e mísseis inimigos. Com isso, justifica-se, resumidamente, o motivo para escoltas serem equipados com HPC, conforme dito.

As Fragatas Classe Niterói fazem parte da Esquadra da Marinha do Brasil, sediada no Rio de Janeiro. Essa classe de escoltas é considerada como elemento principal na defesa da costa e do Corpo Principal, como foi dito. A classe é formada por 6 navios: Niterói, Defensora, Constituição, Liberal, Independência e União.

As Fragatas têm origem britânicas e o projeto Vosper MK10, de 3500 toneladas, foi adquirido pelo Brasil na década de 70, da empresa Vosper Thornycroft.

O projeto dos navios deu ênfase em guerras anti-submarinas. Nele constou na construção de 6 navios com 3.200 toneladas de deslocamento, 129 metros de comprimento, 13,5 metros de boca, 5,5 metros de calado e com capacidade de suportar até 217 militares tripulantes confortavelmente. Vide Figura 2.4, uma Fragata da Classe Niterói.



Fonte: <https://www.naval.com.br/blog/wpcontent/uploads/2011/04/NiteroiClassSBDetailedv2.png>

A propulsão das Fragatas é Combined Diesel or Gas (Combinação Diesel ou Gás - CODOG), com duas turbinas a gás Olympus TM-3B de 28.000 hp e quatro motores MTU, de 16 cilindros expostos em “V”, com 3.940 hp cada, acoplados em dois eixos. A velocidade de projeto, com turbinas na linha, é de 30 nós e a autonomia, mantendo a velocidade de 17 nós, é de, aproximadamente, 5.000 milhas.

Durante a década de 90, a MB atribuiu à EMGEPROM a gerência executiva para a modernização das Fragatas visto que seus sistemas já estavam ficando ultrapassados, tal modernização ficou conhecida como MODFRAG.

Após a modernização, o combate eletrônico é realizado pelos equipamentos SICONTA MK-2 (Sistema de Controle Tático e de Armas), pelo radar antiaéreo SELEX Sistemi RAN 20S, com alcance médio de 117 km, pelo radar diretor de tiro SELEX Sistemi RTN-30X, com alcance médio de 39 km e sonares EDO-997F.

Os navios da Classe contêm como armamento, para combate, mísseis de superfície para superfície (antinavio) EXOCET MM-40; sistema Albatros para lançamento de mísseis ALENIA Marconi-ASPID, os quais são antiaéreos; um canhão Vickers MK-8 de 4.5 polegadas, com alcance de 22 km, dois canhões antiaéreos BAE Trinity MK-3 e lançadores de torpedos MK-46 para combate antissubmarino. Além do mais, os navios possuem um convoo para recebimento das aeronaves Super Lynx e Esquilo UH-12 ou UH-13.

O sistema de HPC das Fragatas brasileiras é similar à maioria dos HPC dos demais escoltas. Consta de um arranjo de pás giráveis, através de um sistema hidráulico, instaladas em seu bosso.

As pás podem ser continuamente ajustadas para qualquer posição desejada, desde a máxima potência para frente (à vante), à máxima potência máxima potência para trás (à ré). Evidentemente, é possível, também, colocar as pás na posição neutra quando desejado.

Como dito anteriormente, o referido sistema permite que a direção de rotação e a velocidade do hélice permaneçam constantes. Apenas com o giro das pás a velocidade e o movimento do navio se alteram, tanto para vante quanto para ré.

Os navios da Esquadra brasileira, em geral, possuem três as Estações de Governo que trocam sinais com o Sistema do HPC. O Passadiço, Centro de Controle de Máquinas (CCM) e a Praça de Máquinas.

As Fragatas contêm dois eixos, ou seja, são dois sistemas independentes. Cada um possui um hélice de 5 pás e são acoplados à engrenagem redutora. No bosso do hélice está instalado o servo motor do sistema hidráulico e a face de vante da redutora, a Unidade de Comando, a qual é responsável por controlar a potência hidráulica gerada pelo sistema de controle. O sinal hidráulico de pressão (fluxo) supre, de acordo com a demanda, ambas as faces do servo motor através de dois tubos instalados na cavidade interna do eixo.

Cada eixo propulsor possui, no total, três tubos: um tubo é destinado para o fluido hidráulico de marcha a vante, outro para fluido hidráulico de marcha a ré. O terceiro não envolve fluido hidráulico, nele flui ar comprimido a fim de silenciar os movimentos das pás, haja vista que ocultação é uma característica primordial quando se tratado de meios militares.

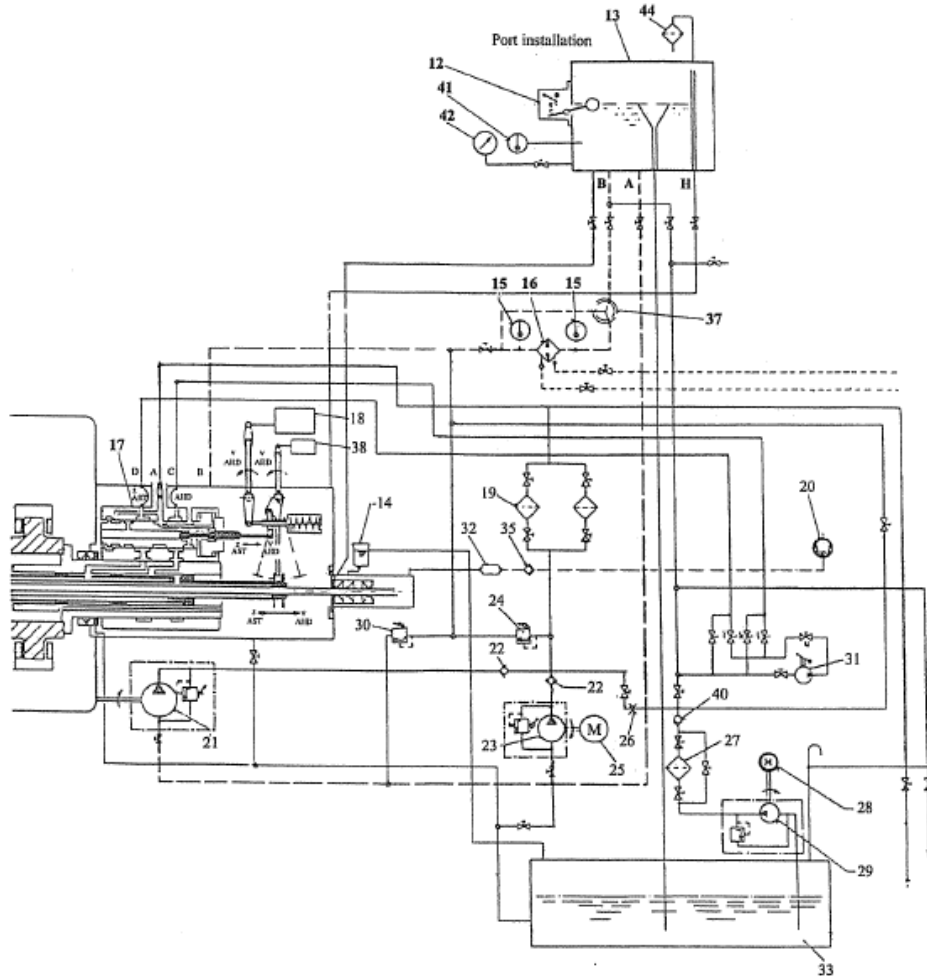
De forma a completar o sistema hidráulico, além do arranjo de três tubos, o sistema ainda contém uma bomba dependente que é acionada pela redutora, uma bomba independente, um tanque de gravidade com capacidade de 500 litros, uma bomba manual, compressor de ar, resfriador do fluido hidráulico, filtros e válvulas. A Figura 2.5 é o índice da Figura 2.6, na qual apresenta o diagrama hidráulico dos HPC das Fragatas da Classe Niterói:

Figura 2.5 – Enumeração dos equipamentos do Sistema de HPC das Fragatas

- |  |   |
|--|---|
| <b>12. Chave de nível</b>  | <b>30 . Escape de 3,0 bar na linha de retorno</b>   |
| <b>13. Tanque de gravidade</b>                                     | <b>31 . Bomba manual</b>  |
| <b>14. Visor de extravasamento</b>                                 | <b>32 . Acessório transparente na rede de ar comprimido</b>                                 |
| <b>15. Termômetros de entrada e de saída do fluxo hidráulico</b>   | <b>33 . Tanque de Dreno</b>   |
| <b>16. Resfriador de fluido hidráulico</b>                         | <b>35 . Válvula de retenção . linha de ar comprimido</b>                                    |
| <b>17. Unidade de Comando (do tipo 400 GN)</b>                     | <b>37 . Termostática</b>  |
| <b>18. Pitch Setter</b>  | <b>38 . Indicador do Passo</b>  |
| <b>19. Filtro de AP</b>  | <b>40 . Válvula de retenção (descarga da bomba de transferência)</b>                        |
| <b>20. Compressor AGOUTI</b>                                       | <b>41 . Termômetro</b>  |
| <b>21. Bomba dependente</b>  | <b>42 . Indicador de nível</b>  |
| <b>22. Válvula de retenção (pressão máxima de abertura 76 bar)</b> | <b>44 . Suspiro do Tanque de gravidade</b>  |
| <b>23. Bomba independente (com escape incorporada de 76 bar)</b>   | <b>Ligações (para tomadas de informação das câmaras “P<sub>v</sub>” e “P<sub>z</sub>” )</b> |
| <b>24. Válvula de escape principal de 70 bar</b>                   | <b>A . Entrega do fluido sob pressão gerada no sistema</b>                                  |
| <b>25. Motor elétrico da bomba independente</b>                    | <b>B . Retorno do fluido de trabalho</b>  |
| <b>27. Filtro de AP</b>  | <b>C . Pressão avante (0 a 100 bar)</b>   |
| <b>28 . Motor elétrico da bomba do tanque de gravidade</b>         | <b>D . Pressão à ré (0 a 100 bar)</b>   |
| <b>29 . Bomba do tanque de gravidade</b>                           |   |
| <b>a . Válvula de interceptação no ret. do fluido</b>              |   |

Fonte: CIAA -118/041

Figura 2.6 – Diagrama Hidráulico do HPC das Fragatas brasileiras



Fonte: CIAA -118/041

O funcionamento consta de, inicialmente no bosso, um mecanismo que converte o movimento retilíneo do êmbolo do servo-motor em movimento rotativo nas bases das pás. O movimento axial do êmbolo do servo-motor corresponde a um movimento axial de uma haste acionadora. A haste acionadora está ligada a cinco braços que se conectam aos anéis de comando de cada pá efetuando movimento de rotação. Este movimento é transmitido através de anéis dentados para as bases das pás do hélice, localizadas no interior do bosso, e fixadas por dois mancais do tipo bucha.

O sentido da pressão do fluido comandará o deslocamento axial do êmbolo, para frente ou para trás, resultando no movimento de rotação das pás, com giros horários e anti-horários a fim de ajustar o passo conforme requerido nas Estações de Governo.

Mediante constantes movimentos e por estar abaixo da linha d'água torna-se necessário a selagem no sistema. A câmara, entre a face de vante do bosso e o flange de ré do eixo propulsor

é repleta de fluido hidráulico proveniente do tanque de gravidade situado bem acima da linha d'água. Esta coluna de fluido exerce uma pressão estática na câmara visando manter, sempre, uma pressão positiva em relação ao ambiente externo (água do mar), evitando, assim, que penetre no bosso.

Ruídos provenientes de maquinários se propagam pelo mar, através de ondas, transmitindo características como: tamanho do navio, quantidades de pás, deslocamento do navio, entre outras, possibilitando ao inimigo identificar o navio de guerra pelo militar operador do sonar. Portanto, ocultação é de suma importância conforme relatou o Almirante Armando de Senna Bittencourt:

“(...) aí se conseguia saber o ruído de cada equipamento porque para um navio de guerra não basta você ser silencioso, essas corvetas são muito mais silenciosas do que as fragatas, elas não podem ter ruídos peculiares (...). E isso foi uma preocupação permanente e a gente conhecia ruído de tudo e a gente pode corrigir na (corveta) Barroso, a gente pode corrigir também a reflexão infravermelha que é tão importante para evitar detecção de um míssil lançado de avião (...), colocando mais isolamento térmico na chaminé que é o grande ponto quente dela (...)”

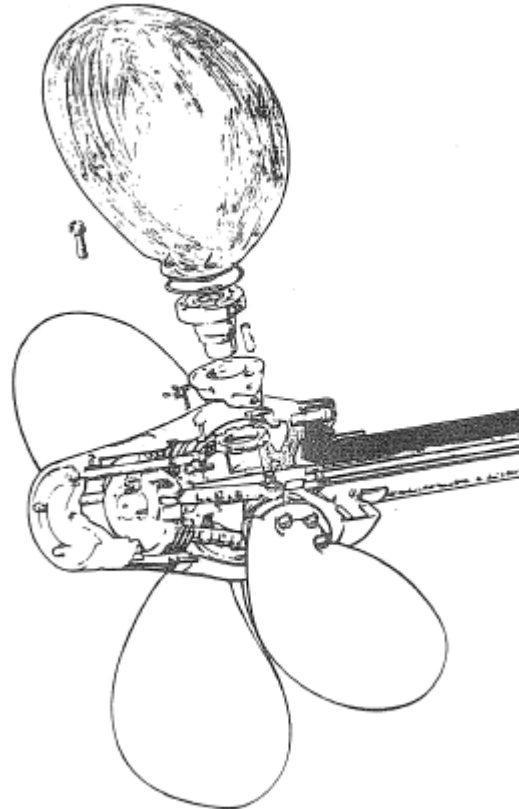
A fim dificultar a identificação do navio pelo inimigo, ou até mesmo passar imperceptível, a indústria bélica investe, cada vez mais, em sistemas de ocultação. Mesmo contendo escoltas com tecnologia aquém das mais modernas, os hélices das Fragatas, como dito, possuem um mecanismo de ar comprimido que agem de modo a reduzir o ruído. A redução de ruídos é feita através do amortecimento do ataque das pás do hélice com a água. A superfície de cada pá contém, ao longo da sua borda, pequenos orifícios e o amortecimento acontece quando a pá, de encontro à água, é amortecida pelo ar comprimido que sai dos referidos orifícios.

A unidade de injeção de ar é montada na face de vante da unidade acionadora que orienta o ar ao longo das redes, que, neste sistema, termina no bosso do hélice, precisamente, nas válvulas de retenção situadas na base das pás do hélice. Tais válvulas permitem somente um fluxo, logo, impedem que a água do mar entre no sistema.

Como qualquer outro equipamento, o HPC também está sujeito a avarias. Logo, o passo pode ser travado para vante em caso de avaria no sistema de controle e/ou em algum dos componentes do próprio HPC.

A Figura 2.7 facilitará a compreensão, nela estão detalhadas as partes do HPC de uma Fragata brasileira.

Figura 2.7 – Detalhamento do HPC das Fragata



Fonte: CIAA -118/041

### **2.3 Transmissão de Energias no Sistema do HPC**

Inicialmente, é importante ser sabido que o sistema hidráulico não é fonte de energia, apenas transmite a energia mecânica proveniente dos motores das bombas até o atuador.

A função do fluido hidráulico não se limita, apenas, em transmitir energia. Ele resfria e lubrifica todo o sistema. Fato que acaba limitando a utilização dos diversos óleos mediante suas propriedades, tais como: viscosidade, incompressibilidade, demulsibilidade, ponto de fulgor, entre outras.

A viscosidade caracteriza a resistência do fluido ao escoamento. Considerada a característica principal por garantir a lubrificação, reduzindo o atrito através da camada remanescente entre peças de contato. É mensurada por ensaios com uso de viscosímetros. De acordo com Carlos Bertulani, professor que lecionava na Universidade Federal do Rio de Janeiro:

“A viscosidade também depende da temperatura. O óleo de um motor, por exemplo, é muito menos viscoso a temperaturas mais altas do que quando o motor estiver frio.”

Assim, a escolha dependerá de suas propriedades e do ambiente no qual irá operar.

Com a viscosidade, obtém-se o índice de viscosidade, o qual indica a intensidade com que a viscosidade varia de acordo com a temperatura. Óleos com índices índice de viscosidade: alto (HVI), médio (MVI) e baixo (LVI). A maioria dos óleos hidráulicos são de viscosidade ISO 32/46/68. A Figura 2.6 mostra a classificação quanto a viscosidade:

Figura 2.8 – Classificação de viscosidade

<b>Grau de Viscosidade ISO</b>	<b>Viscosidade Mediana cSt à 40° C</b>	<b>Viscosidade Mínima (cSt à 40° C)</b>	<b>Viscosidade Máxima (cSt à 40° C)</b>
ISO VG 2	2,2	1,98	2,42
ISO VG 3	3,2	2,88	3,52
ISO VG 5	4,6	4,14	5,06
ISO VG 7	6,8	6,12	7,48
ISO VG 10	10	9,00	11,0
ISO VG 15	15	13,5	16,5
ISO VG 22	22	19,8	24,2
ISO VG 32	32	28,8	35,2
ISO VG 46	46	41,4	50,6
ISO VG 68	68	61,2	74,8
ISO VG 100	100	90,0	110
ISO VG 150	150	135	165
ISO VG 220	220	198	242
ISO VG 320	320	288	352
ISO VG 460	460	414	506
ISO VG 680	680	612	748
ISO VG 1000	1000	900	1100
ISO VG 1500	1500	1350	1650

Fonte: <http://www.fatecc.com.br/eadmoodle/hidraulicaindustrial/apostilas/conceitosbasicoshidraulica.pdf>

O ponto de fulgor é tão importante quanto a viscosidade, porque limita a menor temperatura na qual o combustível começa a desprender vapor que, ao se misturar com ar, se tornam inflamáveis.

O ambiente no qual o óleo hidráulico irá operar, muitas das vezes, tem contato direto com a água do mar, como é o caso da selagem das pás. Logo, a demulsibilidade, que é a propriedade da qual o óleo hidráulico possui de se separar com a água, é de bastante relevância.



Ademais, como já foi dito, os líquidos são considerados incompressíveis, quando exposto a variação de pressão não altera, significativamente, a sua densidade.

## **2.4 Tipos de óleos hidráulicos e lubrificantes**

Ao executar um projeto de um maquinário tem que levar consideração o contato entre as partes metálicas em movimento, a velocidade ou rotação, a temperatura, presença de contaminante para possível necessidade de vedação, dissipação do calor ao longo do circuito e se irá desempenhar a função de transmitir força (óleos hidráulicos). Diante do projeto a ser confeccionado, deve-se selecionar os tipos óleo (hidráulicos e lubrificantes) que resultariam em uma maior eficiência.

De forma bastante abrangente, classifica-se em cinco os tipos de óleo: vegetais, minerais, compostos, sintéticos ou animais. Os relevantes para o estudo serão os minerais e os sintéticos.

O óleo mineral é derivado do petróleo cru e refinado. Resultado de mistura de hidrocarbonetos, bastante utilizado em lubrificação em virtude da sua viscosidade. Divide-se em três grupos distintos:

O óleo naftênico é utilizado, em sua grande maioria, para produzir lubrificantes que irão atuar em baixas temperaturas. Sua principal desvantagem é a incompatibilidade com materiais sintéticos e borrachas termoplásticas.

Em contrapartida, o óleo parafínico possui ligações químicas estáveis e resistentes. Assim, tendem a não oxidar em temperaturas ambientes ou um pouco elevadas, o que implica em um envelhecimento prolongado. A densidade é menor e é menos sensível no que tange alteração de viscosidade e temperatura. A principal desvantagem é quando exposto a baixas temperaturas visto que a parafina tende a sedimentar.

Há, também, o óleo misto, formado pela mistura dos óleos naftênico e parafínico, contendo características de ambos.

Os óleos sintéticos, ao contrário dos minerais, são produzidos artificialmente, através de síntese química. Possuem relevante capacidade de resistência à propagação do fogo, ideais para

serem utilizado em ambientes que demandam altas temperaturas (150°C). Ademais, possuem baixo ponto de solidificação em temperaturas menores.

Assim como os óleos minerais também é dividido em grupos, sendo que agora são cinco:

Os hidrocarbonetos, mais conhecidos são os polialfaoleofinas (PAO) e os hidro-craqueados, todos produzidos a partir de óleos minerais. Sem radicais livres e impurezas, resulta em estabilidade no quesito oxidação. Popularmente conhecidos como semissintéticos, chegam a atingir Índice de Viscosidade (IV) de 150.

Já os poliolésteres são utilizados em fluidos de freios, óleos hidráulicos e fluidos de corte. São resistentes a fogo, poder de lubrificação sob uma ampla faixa de temperatura devido seu alto índice de viscosidade. Possuem excelente estabilidade térmica, baixa volatilidade e elevada resistência a oxidação. Encontra-se disponível nas viscosidades ISO 46 e 68.

Os diésteres são ligações entre álcool e ácidos, em virtude da perda de água. Aplicados em grande escala nas turbinas de aviões por resistir a altas rotações, além de resistir a baixas e altas temperaturas. É o óleo mais consumido mundialmente.

Além desses, tem o silicone e os poliésteres. O silicone possui altíssima resistência ao envelhecimento, baixa e altas temperaturas. É o óleo que possui maior custo entre os sintéticos. Já os poliésteres possuem altíssima estabilidade diante produtos químicos. A temperatura de operação se limita em 260°C, além, pode liberar vapores tóxicos.

## **2.5 Procedimentos referentes a óleos hidráulicos na Marinha do Brasil**

Os produtos derivados de petróleo, por serem suscetíveis à oxidação e a certos contaminantes, podem sofrer alterações em suas características originais durante as fases de recebimento, armazenagem, manuseio e serviço. Assim sendo, a Marinha do Brasil, através da publicação ENGENALMARINST N°05-10D explana vários procedimentos a serem executados no quesito fluidos hidráulicos.

Inicialmente, o documento disserta sobre os métodos para recebimento, podendo ser a granel, no qual envolvem os óleos diesel marítimos, querosenes de aviação e outros óleos diesel especiais; e recebimento de produtos envasados, que seriam os óleos hidráulicos em questão.

Os produtos devem ser entregues às OM com laudo de análise do lote de fabricação a fim de certificar o atendimento às especificações pertinentes e o Controle de Qualidade do fornecedor. Ao serem entregues, em baldes ou tambores, deverão trazer consigo, etiquetados, o número de estoque, especificações, nome do fabricante, marca comercial do produto, data de fabricação e número da batelada.

O recebimento físico deve ser efetuado por meio de equipamentos adequados tais como empilhadeiras, talhas, guinchos e etc. deve-se priorizar que as plataformas de descarga estejam no mesmo nível dos veículos de transporte a fim de facilitar o manuseio e diminuir os riscos de vazamentos.

Em caso de ausência de plataformas de descarga, os vasilhames (baldes, tambores e etc.) deverão ser deslizados longitudinalmente em rampas de madeira ou metal. A publicação adverte que os vasilhames não devem ser descarregados sobre pilhas de pneus, ou outros meios que provoquem impactos nas embalagens, pois pequenos vazamentos podem provocar uma eventual contaminação futura. Além disto, adverte que não se deve receber produtos em recipientes enferrujados ou com selos violados.

Já em posse do material, as OM também devem seguir um procedimento para armazenamento. A armazenagem dos produtos envasados também difere, assim como o recebimento, dos produtos a granel. Conforme o objeto de estudo é o óleo hidráulico, explane-se-rá como é executado a armazenagem dos produtos envasados de acordo com a publicação.

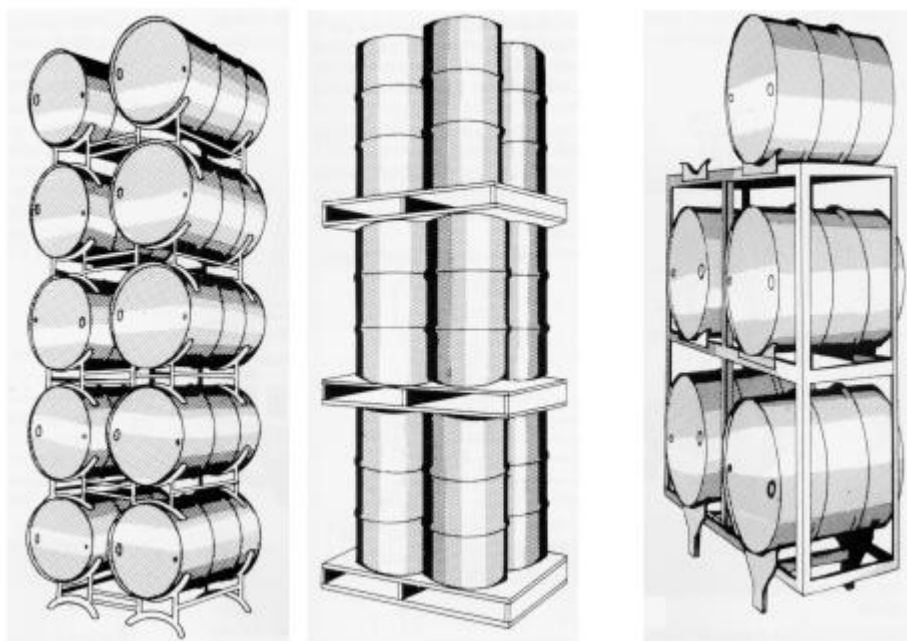
A armazenagem de produtos envasados deve ser feita em locais cobertos, ventilados, afastados de fontes de contaminação e calor excessivo. Não se deve permitir o contato do recipiente diretamente com o chão.

Os vasilhames devem ser limpos e inspecionados periodicamente, a fim de evitar o acúmulo de sujeira ou água nos bujões e tampas.

Deve ser implementado um controle de movimentação de estocagem, com intuito de fazer com que os produtos fornecidos sejam aqueles procedentes de estoques mais antigos. Esse controle deve, sempre, levar em conta os prazos de validades dos produtos.

Quando estocados a bordo, os recipientes combustíveis devem ser armazenados em locais abertos, em cima de dispositivos que facilitem o alijamento em caso de sinistro e situados, impreterivelmente, na popa do navio. Devendo-se ter atenção para não os posicionar em locais próximos a fontes irradiadoras de calor, cozinhas, escotilhas, entradas e saídas de exaustor.

Figura 2.9 – Armazenagem em “pallets”

**FORMAS DE ARMAZENAGEM PARA PRODUTOS ENVASADOS**

Fonte: ENGENALMARINST Nº 05-10D

Conforme sobredito, o uso de mistura de produtos de propriedades diferentes não deve ser feito sem autorização do fabricante do equipamento. Os usuários devem sempre certificar que os produtos são equivalentes no que tange suas propriedades e características. Logo, o controle e manipulação destes produtos devem ser de responsabilidade de pessoas que conheçam suas aplicações e sejam de confiança do Comando.

Desta forma, em caso de aprovação nos testes de compatibilidades exigidos pelas especificações, os produtos de fabricantes diferentes poderão ser misturados, ou se o fabricante assim autorizar.

Em 2002, a Marinha do Brasil implementou em seus meios a utilização de um Sistema de Manutenção Planejado (SMP), por meio do documento ENGENALMARINST Nº. 85-18, onde criou-se rotinas de manutenções baseadas por manuais e intermédio da DEM (Diretoria de Engenharia da Marinha).

Sendo assim, a inspeção dos elementos filtrantes deve ser efetuada de acordo com os cartões de manutenção de cada equipamento. Entretanto, as OM que não implementaram, ainda, o SMP deverá efetuar inspeção, pelo menos, uma vez a cada dois anos a fim de verificar corrosão nos componentes metálicos ou danos na película de tinta.

Os manômetros dos elementos filtrantes não são tratados de forma diferente, devem ser aferidos de acordo com as rotinas de manutenção, às que não tiverem o SMP implementado a aferição deverá ser anual. A faixa de valores aceitáveis de cada manômetro dos coalescedores, ou separadores, deve ser de responsabilidade do operador, os quais devem ter um registro de datas de aferições. Em caso de existir algum manômetro que não necessite ser aferido, de acordo com o controle, deve-se realizar os procedimentos preconizados pelo fabricante.

Os filtros separadores e micrônicos devem ser drenados todos os dias. Embora alguns tenham dispositivos automáticos de drenagem, não se deve abster em fazê-lo manualmente. Já os filtros do tipo cesta, presentes nos sistemas, deverão ser retirados e limpos mensalmente.

No entanto, assim como qualquer equipamento, os filtros também possuem vida útil. Assim, tem-se que ser trocado, de acordo com período previsto, com a finalidade de não trazer prejuízos para o sistema.

A bordo, a substituição dos elementos separadores e micrônicos deve ser feita quando previsto na rotina de manutenção ou caso seja verificado problema de pressão por consequência de algum entupimento. Àquelas OM que não possuem rotinas implementadas deverão efetuar trocas de acordo com recomendações do fabricante. No caso de não haver tais informações, a substituição deverá ser efetuada a cada dois anos, no mínimo. Devendo-se registrar as datas para controle.

A substituição dos elementos filtrantes em tanques flexíveis deve ser executada, independente do uso, no prazo máximo de um ano, ou caso haja detecção de entupimento.

Já os elementos separadores de teflon, por serem considerados semipermanentes, deverão ser substituídos caso apresentem vazamentos ou danos na sua estrutura.

No contexto do estudo, os equipamentos supracitados são robustos, o que pode causar grande dano a integridade física dos militares que os manuseiam. Portanto, a utilização de luvas e ventilação forçada no compartimento é de vital importância, a fim de evitar ocorrência de reação do óleo junto a pele que pode prejudicar o indivíduo ou até mesmo reduzir a capacidade do elemento filtrante, como também, o sufocamento em virtude da inalação dos gases tóxicos oriundos dos óleos. Devido alto risco de incêndio, os elementos filtrantes trocados não devem permanecer a bordo. Deverão descartados, de acordo com as normas vigentes do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), com intuito de não prover riscos de incêndio.

Óleos hidráulicos estão sujeitos a oxidação, fato que pode acarretar no aumento da viscosidade e de compostos insolúveis, no entupimento de filtros, na acumulação de depósitos

e sedimentos do sistema. O desgaste corrosivo e a redução da vida útil do óleo são as causas mais frequentes. Ademais, existem outros fatores que podem causar sedimentos no fundo dos tanques, como limalhas provenientes de contatos mecânicos excessivos, envelhecimento do óleo em situações que não foram efetuadas trocas planejadas, causando presença de borras; degradação microbiológicas, entre outros. Por isso, os navios, de acordo com o documento, deverão executar limpeza e inspeção nos tanques de serviço, de reserva, de gravidade e sedimentação, bem como cárteres dos equipamentos auxiliares, com intuito de impedir a proliferação de contaminação microbiológica e a presença de outros materiais estranhos.

Em regime de viagem, os tanques de serviço deverão ser purificados doze horas por dia, pelo menos. Em contrapartida, em porto, os navios deverão purificar o óleo lubrificantes por, pelo menos, seis horas a cada semana.

Com o propósito de garantir os parâmetros e a segurança do equipamento, os navios da MB deverão realizar testes conforme preconizado, com auxílio do DepCMRJ (Depósito de Combustível da Marinha do Rio de Janeiro).

A publicação também explica, detalhadamente, o procedimento para avaliar a qualidade do óleo lubrificante e fluido hidráulico em serviço.

A qualidade do óleo lubrificante em serviço deve ser monitorada regularmente. A frequência das análises e os ensaios de controle de qualidade do óleo em serviço devem ser aquelas recomendadas pelo fabricante do equipamento onde o óleo é aplicado. Caso não seja possível realizar todos os ensaios indicados pelo fabricante, o óleo deverá ser analisado no mínimo quanto aos parâmetros previstos na Tabela L.1 (será exibida em seguida), conforme sua aplicação.

Caso o óleo lubrificante não se encontre dentro dos limites permissíveis, o sistema de óleo deve ser esgotado e o lubrificante fora de especificação deve ser alijado.

1) A aparência límpida e clara da amostra são requisitos exigidos para o óleo. O termo “límpido” refere-se à ausência de partículas sólidas; a palavra “clara” significa a inexistência de água livre visível. A análise deve ser realizada contra um fundo claro e em local bem iluminado. O padrão de comparação deve ser uma amostra de óleo novo, completamente claro e límpido.

2) As principais partículas metálicas encontradas por desgaste metálico das diversas partes de um equipamento são: Ferro, Chumbo, Estanho, Cromo, Alumínio, Níquel, Silício e Cobre.

3) Deve ser dada atenção ao grau de limpeza do fluido (NAS 1638 ou ISO 4406) recomendado pelo fabricante do sistema hidráulico.

4) A determinação qualitativa de cloreto somente deve ser feita se houver a presença de água no produto.

Figura 2.10 – Tabela

**TABELA - L.1**

Equipamento / Sistema	Motores	Engrenagens Redutoras	Sistemas Hidráulicos	Turbinas	Compressores	Método de ensaio
<b>Ensaio</b>						
Visual <sup>(1)</sup>	x	x	x	x	x	-
Água por Crepitação (mm <sup>2</sup> /s)	x	x	x	x	x	NBR 16358
Viscosidade a 40°C (mm <sup>2</sup> /s)	x	x	x	x	x	ASTM D445
Viscosidade a 100°C	x					ASTM D445
TBN (mg KOH/g)	x					ASTM D2896
TAN (mg KOH/g)			x	x	x	ASTM D974
Fuligem (A/0,1mm)	x					ASTM E2412
Oxidação (A/0,1mm)	x					ASTM E2412
Nitração (A/0,1mm)	x					ASTM E2412
Sulfatação (A/0,1mm)	x					ASTM E2412
Elementos Contaminantes <sup>(2)</sup> (mg/kg)	x	x	x		x	ASTM D6595
Cloretos <sup>(4)</sup>	x	x	x	x	x	Qualitativo

Fonte: ENGENALMARINST N°. 85-18

As tabelas a seguir apresentam a correlação entre a distribuição de tamanho e o número máximo de partículas sólidas permissíveis a cada 100 ml de óleo, de acordo com a ISO 4406(1999) e a Norma NAS 1638 (1964).

Figura 2.11 – Tabela ISO 4406  
TABELA - L.2

ISO 4406		
Número de partículas por ml		Número na escala ISO
> (maior que)	≤(menor ou igual)	
2500000	-	>28
1300000	2500000	28
640000	1300000	27
320000	640000	26
160000	320000	25
80000	160000	24
40000	80000	23
20000	40000	22
10000	20000	21
5000	10000	20
2500	5000	19
1300	2500	18
640	1300	17
320	640	16
160	320	15
80	160	14
40	80	13
20	40	12
10	20	11
5	10	10
2,5	5	9
1,3	2,5	8
0,64	1,3	7
0,32	0,64	6
0,16	0,32	5
0,08	0,16	4
0,04	0,08	3
0,02	0,04	2
0,01	0,02	1
0	0,01	0

Fonte: ENGENALMARINST N°. 85-18

Figura 2.11 – Norma NAS 1638



**TABELA – L.3**  
**Norma NAS 1638 (1964)**

Classe de limpeza	Tamanho das partículas em $\mu\text{m}$				
	5 a 15	15 a 25	25 a 50	50 a 100	> 100
00	125	22	4	1	-
0	250	44	8	2	-
1	500	89	16	3	1
2	1.000	178	32	6	1
3	2.000	356	63	11	2
4	4.000	712	126	22	4
5	8.000	1.425	253	45	8
6	16.000	2.850	506	90	16
7	32.000	5.700	1.012	180	32
8	64.000	11.400	2.025	360	64
9	128.000	22.800	4.050	720	128
10	256.000	45.600	8.100	1.440	256
11	512.000	91.200	16.200	2.880	512
12	1.024.000	182.400	32.400	5.760	1.024

Fonte: ENGENALMARINST N°. 85-18

A norma ISO 4406 reporta o seu código de contadores de partículas em três escalas: a primeira representa o número de partículas iguais ou maior que  $4 \mu$  por ml; a segunda, o número de partículas iguais ou maior que  $6 \mu$  por ml; e a terceira, o número de partículas iguais ou maior que  $14 \mu$  por ml. Por exemplo, o código 22/18/13 significa que foram encontrados em 1ml de amostra, entre 20000 e 40000 partículas maiores ou iguais a  $4 \mu$ , entre 1300 a 2500 partículas maiores ou iguais a  $6 \mu$  e entre 40 a 80 partículas maiores ou iguais a  $14 \mu$ .

A análise é feita com profissionais capacitados no DepCMRJ. Onde é verificado o nível de contaminação do fluido quanto a presença de impurezas, água ou borra.

De modo geral, os combustíveis e lubrificantes devem, preferencialmente, ser analisados no DepCMRJ. Contudo, se por algum motivo as condições do momento, como por exemplo, comissão fora do estado, não possibilitarem a utilização do laboratório daquela OM para análise, os usuários poderão recorrer às facilidades de laboratórios da Petrobras, ou de outra empresa semelhante, existente na área de operação, para a verificação da qualidade dos produtos em serviço.

## 2.6 Adequação dos meios estrangeiros na MB

O perfil político-econômico brasileiro mudou completamente. No passado, onde se investia em pesquisas, hoje, falta capital. A indústria bélica brasileira encontrava-se entre as 15 mais avançadas mundialmente em meados do século XX. Segundo SANTIAGO, Emerson (2012):

“Ao mesmo tempo, o desmantelamento do arsenal da antiga União Soviética ajudou a proliferar a tecnologia bélica para outras regiões do planeta. [...] Apesar de não se saber exatamente o valor da produção e do comércio de armas, houve um aumento significativo no valor a partir do final da Guerra Fria, e alguns analistas estimam que a exportação pode valer mais do que 6.000 milhões por ano, ou seja, um oitavo do valor total do comércio de armas. O Brasil aparece como o décimo país entre os maiores produtores de armas.”

Hoje, o cenário é totalmente oposto. Nos últimos anos, houve cortes orçamentários destinados para as Forças Armadas como jamais visto. As Forças Armadas estão sucateadas e com pouca credibilidade diante da população. A indústria bélica encontra-se estagnada. Poucas pesquisas em andamento, as que têm, seus prazos vêm sendo prorrogados. Assim, o que resta é a compra de meios usados, compras de oportunidade. Meios que em outras Marinhas iriam ser desativados, o Brasil adquire, trazendo consigo todos os seus problemas de obsolências, desgastes, além do principal, manuais perdidos em virtude da idade do meio (onde não havia o backup em HD, CD e etc). Fato que, nos dias de hoje, vem a prejudicar qualquer sistema de planejamentos.

Um exemplo disso é o antigo Siroco, da Marinha Nacional Francesa (MNF), hoje, Navio-doca Multipropósito (NDM) Bahia. O navio foi adquirido com quase 20 anos de uso, em 2014, pelo Brasil. Mesmo aparentando estar em boas condições, traz consigo todos os problemas inerentes a um navio já gasto (casco, leme, HPC, máquinas, equipamentos auxiliares e todo o sistema de controle ultrapassado).

O navio foi construído para operar em águas frias, limpas e cheias de cálcio do continente europeu. Fatores agravantes que divergem de um bom funcionamento, a longo prazo, quando se tratado a um país tropical de terceiro mundo. Assim, os cuidados com arrefecimento, rotinas de manutenção, limpeza de filtros, ralos e etc. têm que ser mais intensivos.

O sistema hidráulico do NDM Bahia, quando ainda Siroco, utilizava o óleo hidráulico TH-3 da MNF. Com características configuradas para operar no ambiente europeu. Entretanto,

por não se tratar de um óleo nacional, teve-se que achar um óleo hidráulico equivalente àquele que era usado a fim de não prejudicar o sistema como todo diante de suas características e limitações.

O navio assim que chegou no Brasil constatou um pequeno vazamento de óleo lubrificante pela selagem das pás. Com isso, a pressão de óleo referente a coluna não estava sendo o suficiente para manter a selagem, diminuía cada vez mais e, por consequência, expurgava o óleo para fora do sistema. Concomitantemente, o navio consultava aos seus superiores (Comandante do Primeiro Esquadrão de Apoio, Comandante da Força de Superfície, Comandante-em-Chefe da Esquadra) qual óleo nacional viria a ser utilizado em situações futuras, decorrendo uma enorme burocracia.

No entanto, o navio trouxe consigo, por competência do Comando, 25 galões do óleo francês em seu paiol de sobressalentes para eventual necessidade. Prontamente, ao ser identificado pelo condutor MO (Motores) do navio, a avaria foi sanada em instantes.

Em contrapartida, as mensagens burocráticas para determinar a equivalência dos óleos, juntamente com indicação de qual óleo nacional deveria ser usado, pela DEM, durou, praticamente, um semestre (óleo indicado foi o LUBRAX Compsor AC-68). Portanto, se não fosse o descortino do Comando de antever o problema, o singelo vazamento de óleo lubrificante, à época, poderia ter agravado em problemas de grande magnitude.

A DEM, dentro do seu organograma, possui uma divisão (Divisão de Materiais) na qual é responsável por assuntos pertinentes a jurisdição W (assuntos relacionados a Combustíveis, lubrificantes e graxas, exceto os destinados ao emprego exclusivo em instalações nucleares.), similares ao ocorrido no NDM Bahia.

A referida Diretoria, através de contato, informou que casos como o supracitado necessitam percorrer etapas. Inicialmente, como feito no Navio-Doca, o navio tem que entrar em contato com o ComImSup (Comandante Imediatamente Superior) e expor seu problema. Logo após, com o problema em mãos e detentor de subsídios (manuais, diagramas, características do sistema e etc.), o ComImSup deverá fazer o requerimento de compatibilidade junto à DEM, enviando tais subsídios. A DEM, por sua vez, estuda os subsídios recebidos e entra em contato com os fabricantes do mercado com o propósito de achar o óleo ideal, atendendo todos os critérios. Por fim, após toda a burocracia, cria-se uma carta de lubrificação. A DEM inclui os dados no BD SINGRA (Banco de Dados do Sistema de Informações Gerais de Abastecimentos). Efetuando as trocas, em caso de obsolescência, ou adicionando, em casos

de meios recém adquiridos. Tais passos são guiados pela publicação SGM-201, normas para execução do abastecimento.

Os problemas por não obtermos a capacidade de executar projetos de navios de guerra se estende por toda Esquadra. Outro exemplo foi o ocorrido com o, descomissionado ano passado, NDCC (Navio de Desembarque de Carro de Combate) Garcia D'Ávila, onde havia constantes problemas nas camisas dos cilindros do MCP (Motor de Combustão Principal). Por já serem itens obsoletos no país de origem (Reino Unido) tornava o custo do reparo bastante elevado. Assim, resultava em reparos de fortuna, o que acabava degradando cada vez mais o equipamento. O referido navio foi adquirido e incorporado na MB em 2008, sendo que já vinha sendo usado pela Royal Navy desde 1987. Com isso, uma compra, que aparentava ser de oportunidade, trouxe consigo um navio repleto de problemas inerentes ao uso excessivo, ao desgaste com tempo, dificuldade de aquisição de sobressalentes e, além de tudo, não ser detentor do projeto do navio, o que facilitaria possíveis reparos.

Fato parecido aconteceu com a aquisição do Navio Aeródromo (NAE) São Paulo. A MB a fim de substituir o antigo Navio Aeródromo Ligeiro (NAeL) Minas Gerais comprou da MNF. O navio, construído em 1960 foi incorporado a MB em 2000. Trouxe consigo muito desgaste, sua propulsão ainda a vapor e tecnologias ultrapassadas. Desde então, o NAE vinha sido motivo de muito gasto para MB. Tanto de pessoal, em virtude da grande demanda de militares, como financeiramente, para reparo de constantes avarias. A MB investiu muito dinheiro em projetos para modernização da propulsão, fato que seria parecido com o que aconteceu na MODFRAG. Entretanto, todo o dinheiro gasto em projetos não resultou em sucesso, o que culminou no seu descomissionamento em 2019. Fato que descaracterizou a Esquadra Brasileira, porque, em tese, não existe Esquadra sem porta-aviões.

Sabendo-se desta descaracterização, a MB procurou outra compra de oportunidade a fim de sanar tal problema e em 2018 adquiriu, novamente da Royal Navy, o navio Porta Helicóptero Multipropósito (PHM) Atlântico que foi construído em 1993. Relatos de oficiais tripulantes que o navio trouxe consigo problemas nas suas plataformas elevatórias. Um dos elevadores que operam com as aeronaves está constantemente avariando, no seu motor elétrico. Os sobressalentes estrangeiros, quando não obsoletos, demoram para chegar. Mesmo depois de percorrer toda a burocracia de aquisição no exterior. Além disto, quando chegam, o navio não recebe mão de obra qualificada para reparo do Arsenal de Marinha (AMRJ). Hoje, tal motor encontra-se na Escócia para reparo. Com isso, um navio, cuja característica é ser porta-helicóptero, está com a metade da sua funcionalidade.

Além do problema com o motor elétrico no elevador de aeronave, há problemas com todos os resfriadores que, ao receber água do mar oriunda da Baía de Guanabara succiona muitos dejetos, como sacos plásticos, garrafas plásticas, vasilhames e etc. Fato que haveria de ter sido planejado se o projeto fosse de cunho nacional.

O Governo brasileiro, especificamente Ministério da Defesa, vinha objetivando compras de oportunidades. Entretanto, com os exemplos acima ressaltados, nota-se que compras de oportunidade são arriscadas e o índice de insucesso tem sido elevado. Logo, o dinheiro designado para essas compras viria a ser melhor utilizados em aperfeiçoamento dos nossos militares engenheiros, de nossas Diretorias.

A Diretoria é composta de Engenheiros competentes de várias áreas: química, naval, de material, elétrica, entre outras. Profissionais que ingressaram na MB através de concurso público e na DEM exercem suas funções de acordo com suas áreas. Porém, em virtude dos cortes orçamentários, como dito anteriormente, os cursos para reciclagem dos profissionais, oferecidos pela Marinha, estão cada vez mais escassos. Sendo assim, os militares engenheiros, por conta própria, se atualizam com cursos extra MB, alguns inseridos no PLACAPE (Plano de Capacitação do Pessoal), com o intuito de estar sempre se aperfeiçoando. Contudo, por não se tratarem de cursos de carreira, por não serem requisitos para promoção e os custos serem de responsabilidade de cada militar; nem todos os envolvidos irão cursar, tornando o conhecimento heterogêneo dentro do setor.

O PLACAPE tem a finalidade de apresentar o planejamento para a capacitação dos militares com suas atividades relacionadas, no período de sete anos, a fim de atender as necessidades das diversas funções relacionadas às Engenharias.

## 3 CONCLUSÃO

### 3.1 Considerações finais

A Marinha do Brasil, hoje, dispõe de um grande efetivo de Engenheiros que, com a dificuldade financeira da Instituição, acabam se estagnando no quesito atualização, por falta de cursos providos pela MB. Fato que, ao somar com a dificuldade que a Instituição tem para manter navios operando em plena capacidade, cumprindo suas rotinas de manutenção, docagens e desdocagens em seus devidos períodos e modernização de equipamentos de guerra, culminam em uma Marinha cheia de propósitos, porém, impossibilitada de tomar qualquer atitude diante de uma instantânea necessidade.

Contudo, em um país com uma zona econômica exclusiva de, aproximadamente, 3,6 milhões de quilômetros quadrados, contando com pré-sal e uma imensa biodiversidade, carece de cuidados.

Portanto, as Forças Armadas (FFAA) brasileiras têm que investir na sua capacidade desde o início. Aumentar a quantidade de OM de pesquisa. As FFAA devem aumentar o efetivo de faculdades militares, vide como exemplo os Estados Unidos, onde Engenheiros Navais são tratados como joias. Nestas novas faculdades, as Instituição devem blindar os jovens, fomentando-os com os conhecimentos mais atuais, estimulando-os. Instigando desde o início o patriotismo, ausente na juventude atual. Criando carreiras atrativas a fim de segurá-los em território nacional, e não os deixar saírem como matérias-primas para outras nações, fato que tem acontecido com excelentes profissionais formados nas Universidades mais renomadas do país (IME, ITA, UFRJ, USP, entre outras). Com isso, os projetos futuros, como hoje temos PROSUB, PROSUPER, Corvetas da Classe Tamandaré (os quais são de tecnologia estrangeira) poderão vir a ser nacionais. Sendo assim, o marco inicial para uma grande revolução interna dentro das FFAA.

Revolução que trará consigo a constante capacitação dos militares envolvidos na engenharia dos navios, mediante segregação de especialidades, desde o início, dos tipos de belonaves (apoio, escolta, tanque e etc) e a nacionalização dos produtos e equipamentos.

Diante destes pontos de vista, o principal problema exposto neste estudo, que é a harmonização do óleo hidráulico junto ao HPC, torna-se mais tangível.

A dificuldade inicial de adequar o óleo hidráulico, de projetos estrangeiros, com os óleos existentes no mercado brasileiro, levando-se em conta o ambiente no qual o sistema foi projetado para operar, a quantidade demandada pelo navio para o fiel cumprimento das rotinas de manutenção e estocagem nas OMF (Organizações Militares Fornecedoras) no que diz respeito ao controle de validade e quantidade do combustível; seria bem menos significativa.

Face ao exposto, com a aprimoração dos engenheiros, os HPC dos navios nacionais operariam com os fluidos e equipamentos nacionais. Os projetos seriam configurados para operarem em ambientes compatíveis aos do Brasil e suas manutenções seriam barateadas em virtude da fácil obtenção de sobressalentes.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Renata Nunes, 2007. **Propulsão Elétrica de Navios**. Tese de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, R.J., Brasil.

FRANÇA. Marine Nationale. Hélice à pales orientables et réversibles - CP. **Documentation Logistique Utilisateur Appareil**. Toulon, TL, 1997.

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Engenharia da Marinha. **ENGENALMARINST N°05-10D**. Niterói, RJ, 2015.

SIGHT. **Controllable Pitch Propeller (CPP) x Fixed Pitch Propeller**. Disponível em: <<https://www.marineinsight.com/naval-architecture/controllable-pitch-propeller-cpp-vs-fixed-pitch-propeller-fpp/>>. Acesso em: 20 de setembro de 2019.

DEGRUYTER. **Propeller & Pitch Change Mechanism**. Disponível em: <<https://www.degruyter.com/downloadpdf/books/9783110401509/9783110401509.6/9783110401509.6.pdf>>. Acesso em: 22 de setembro de 2019.

UFSM. **Eficiência energética na operação de navios especiais de manutenção e inspeção submarina na produção de offshore de petróleo**. Disponível em: <[https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/1315/Sousa\\_Jorge\\_Antonio\\_de.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/1315/Sousa_Jorge_Antonio_de.pdf?sequence=1&isAllowed=y)> Acesso em: 16 de setembro de 2019.

UFRJ. **Seleção de propulsores em situações genéricas da Engenharia Naval**. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10005688.pdf>> Acesso em: 21 de setembro de 2019.

DULLENS. **Modeling and Control of a Controllable Pitch Propeller**. Disponível em: <<http://www.mate.tue.nl/mate/pdfs/10299.pdf>>. Acesso em: 21 de setembro de 2019.

PORDEUS. **Considerações e Propriedades dos fluidos**. Disponível em: <[http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/111/arquivos/CAP\\_1\\_DEFINICOES.pdf](http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/111/arquivos/CAP_1_DEFINICOES.pdf)>. Acesso em: 01 de dezembro de 2019.

FATECC. **Conceitos Básicos: Sistemas Hidráulicos**. Disponível em: <<http://www.fatecc.com.br/eadmoodle/hidraulicaindustrial/apostilas/conceitosbasicoshidraulica.pdf>>. Acesso em: 21 de outubro de 2019.

TSA. **Quais são os tipos de óleo lubrificante e quais escolher**. Disponível em: <<http://www.tsambientali.com.br/quais-sao-os-tipos-de-oleos-lubrificantes-e-como-escolher-o-ideal/>>. Acesso em: 02 de outubro de 2019.

CLARILUB. **Filtragem de Óleo Hidráulico**. Disponível em: <<http://www.clarilub.com.br/filtragem-de-oleo-hidraulico>>. Acesso em: 11 de outubro de 2019.



NAVY. **Who we are.** Disponível em: < <https://www.navy.com/who-we-are>>. Acesso em 30 de janeiro de 2020.