

**MARINHA DO BRASIL  
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE MÁQUINAS APMA 2/2016**

**IHIDERO MONDAY OHIREME CHARLES**

**A IMPORTÂNCIA DO USO DO ÓLEO LUBRIFICANTE NO MCP E MCA ABORDO  
NAVIO MERCANTE**

**RIO DE JANEIRO  
2016**

**IHIDERO MONDAY OHIREME CHARLES**

**A IMPORTÂNCIA DO USO DO ÓLEO LUBRIFICANTE NO MCP E MCA ABORDO  
NAVIO MERCANTE**

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 Certificação da Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Orientador: OSM Aristóteles de Mello.

**RIO DE JANEIRO  
2016**

**IHIDERO MONDAY OHIREME CHARLES**

**A IMPORTÂNCIA DO USO DO ÓLEO LUBRIFICANTE NO MCP E MCA ABORDO  
NAVIO MERCANTE**

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 Certificação da Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

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

Orientador: OSM Aristóteles de Mello.

---

Assinatura do Orientador

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

Dedico esta monografia a algumas pessoas muito especiais para mim, meus pais, minha linda esposa e, pessoas no qual sempre recebi apoio, incentivo, muito aprendizado, carinho e colaboração, auxiliando-me na conclusão deste trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus que sem ele eu não chegaria nessa etapa muito especial em minha vida. Ele me concedeu grandes oportunidades ao longo dos anos e estar na Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante foi uma delas.

Ao meu orientador de monografia Prof. OSMELLO e os demais professores que durante estes quatro meses, me ajudaram no meu desenvolvimento acadêmico passando sempre entusiasmo e profissionalismo.

Aos funcionários do EAD, senhora Sandra Miranda, senhora Elisa, CMT Rogério, senhora Rose, Tenente Deborah do DPC.

Ao meu falecido pai, minha mãe, minha linda esposa, pelo apoio, compreensão, orações e que sempre estiveram ao meu lado me apoiando em todas as situações da minha vida, me incentivando e me dando conselhos que até hoje levam pra minha vida.

## **RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo esclarecer a importância do óleo lubrificante e seu monitoramento quando se refere aos motores de combustão interna, como o motor de combustão principal (MCP) e os motores de combustão auxiliar (MCA) nos navios mercantes. Primeiramente são retratadas informações sobre o estudo dos lubrificantes como: a definição, sua obtenção, os tipos de lubrificantes, a classificação dos óleos lubrificantes e suas principais características tais como: densidade, viscosidade e ponto de fluidez. Em seguida são apresentadas informações sobre as principais funções dos óleos lubrificantes nos motores e sua devida importância. Também são proferidas informações a respeito dos métodos de lubrificação e seus pontos de aplicação, bem como o ciclo do óleo lubrificante no motor. Finalizando o trabalho, são descritos alguns problemas causados pela lubrificação inadequada nos motores e suas devidas consequências.

Palavras-chave: Lubrificantes. Motor de combustão principal. Motores de combustão auxiliar.

## **ABSTRACT**

This work has a main purpose in clarifying to the all the engineer officers that works on board merchant vessels: the importance of the lubricant oil in the main engine (MCP) and the auxiliary engine (MCA). Firstly elaborate some information about lubricants like: definition, the obtainance, types, how they are being classified and the main characteristics, for example the viscosity, density and the flash point. Secondly, this work also presented information about the functions and the importance of the lubricant in the Marine Diesel Engines onboard of merchant vessels. Finally, also throw light on causes of some technical problems due to irregular use of lubricating oil in engine of sea going vessels.

**Keywords:** Lubricant. Lubricant oil in the main engine. The auxiliary engine.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b>	Sistema de lubrificação em um motor diesel	22
<b>Figura 2:</b>	Lubrificação de um motor	27
<b>Figura 3:</b>	Válvula de alívio	28



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	10
<b>2</b>	<b>LUBRIFICANTES</b>	11
<b>2.1</b>	<b>Tipos de lubrificantes</b>	11
<b>2.2</b>	<b>Obtenção</b>	12
2.2.1	Óleos minerais	12
2.2.2	Óleos graxos	13
2.2.3	Óleos sintéticos	13
2.2.4	Óleos compostos	13
<b>2.3</b>	<b>Característica dos óleos lubrificantes</b>	14
2.3.1	Densidade	14
2.3.2	Viscosidade	14
2.3.3	Número total de base	15
2.3.4	Ponto de fluidez	15
2.3.5	Ponto de fulgor	15
2.3.6	Número de neutralização	15
<b>2.4</b>	<b>Classificações dos óleos lubrificantes</b>	15
2.4.1	Society Of Automotive Engineers (SAE)	16
2.4.2	American Petroleum Institute (API)	16
<b>3</b>	<b>ADITIVOS</b>	17
<b>3.1</b>	<b>Detergentes</b>	17
<b>3.2</b>	<b>Dispersantes</b>	17
<b>3.3</b>	<b>Melhoradores do índice de viscosidades</b>	17
<b>3.4</b>	<b>Antioxidante</b>	18
<b>3.5</b>	<b>Anti desgaste</b>	18
<b>3.6</b>	<b>Agentes de oleosidades</b>	18
<b>3.7</b>	<b>Agentes de extrema pressão</b>	19
<b>3.8</b>	<b>Abaixadores do ponto de fluidez</b>	19
<b>3.9</b>	<b>Emulsionantes</b>	19
<b>4</b>	<b>PRINCIPAIS FUNÇÕES DO ÓLEO LUBRIFICANTE NOS MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA</b>	20
<b>5</b>	<b>MÉTODOS DE LUBRIFICAÇÃO</b>	22
<b>5.1</b>	<b>Lubrificação por salpico</b>	22

<b>5.2</b>	<b>Lubrificação manual</b>	24
<b>5.3</b>	<b>Lubrificação por gravidade</b>	24
<b>5.4</b>	<b>Lubrificação forçada</b>	24
5.4.1	Reservatório do óleo	25
5.4.2	Ralo	25
5.4.3	Bomba	25
5.4.4	Filtro	25
5.4.5	Resfriador	25
<b>6</b>	<b>CICLOS DO ÓLEO LUBRIFICANTE NO MOTOR</b>	27
<b>7</b>	<b>PROBLEMAS DE LUBRIFICAÇÃO INADEQUADA</b>	29
7.1	Aumento de atrito	29
7.2	Redução da vida útil	29
7.3	Reduções da potência efetiva do motor	30
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	31
	<b>REFERÊNCIAS</b>	32

## 1 INTRODUÇÃO

O tema referente à lubrificação e óleos lubrificantes é de extrema importância quando se refere à praça de máquinas. É dever do oficial de máquinas manter todos os equipamentos operando perfeitamente e este é um dos principais cuidados ao serem tomados ao operar quaisquer equipamentos na praça de máquinas.

Em embarcações mercantes as máquinas de maior relevância são: os motores de combustão principal (MCP) e os de combustão auxiliares (MCA), e para que ocorra um bom funcionamento, é necessária fundamentalmente uma manutenção no sistema de lubrificação dos motores.

É função do oficial de máquinas obter informações mais específicas em relação à qualidade, manuseio, aplicabilidade, características e funções dos óleos lubrificantes; visto a minimizar possibilidades de avarias e melhorar o desempenho do motor.

A ignorância em relação ao uso de óleo lubrificante no MCP e no MCA, além da negligência do oficial de máquinas ao operar os motores pode acarretar avarias no motor, o que pode gerar grandes prejuízos financeiros para a empresa, podendo comprometer o emprego do operador. Portanto esta manografia tem como objetivo melhorar o conhecimento no que se diz respeito à importância do óleo lubrificante nos motores.

## **2 LUBRIFICANTES**

A história nos mostra ao longo do tempo que o homem sempre procurou resolver seus problemas de forma criativa, observando com atenção as coisas ao seu redor e procurando meios naturais para a solução destes problemas.

A mais antiga manifestação de lubrificação da qual temos relato foi encontrada no Egito, no túmulo de Ra-Em-Ka, durante os anos 2600/1700 A.C onde um trenó transportava um monumento de pedra e era utilizada uma espécie de líquido com características lubrificantes para diminuir o atrito sobre seus trilhos.

Existe referência de que Noé, em aproximadamente 2500 A.C, utilizou piche para calafatear sua arca com o objetivo de aumentar sua estanqueidade. Em 1600 A.C a mãe de Moisés, construiu uma arca de junco e untou-a com piche também, com a finalidade de salvar a vida de seu filho.

O uso de lubrificantes só teve aplicação na indústria no século XIX, onde se tem indícios da destilação do petróleo com o propósito de obter um óleo mais refinado para iluminação.

A partir daí novos poços petrolíferos foram perfurados e melhores resultados foram sendo obtidos. A utilização do petróleo no mundo tornou-se cada vez mais necessário, e junto a essa nova fonte energética novos produtos foram desenvolvidos, como os óleos lubrificantes derivados do petróleo, ajudando cada vez mais no desenvolvimento tecnológico.

Lubrificante consiste em toda matéria que, colocada entre duas superfícies em movimento, tem a capacidade de reduzir o atrito e o desgaste, além de proteger contra corrosões. Essa matéria pode ser todo e qualquer fluido, não necessariamente líquido. Tendo em vista isto, no planeta existe uma grande diversidade de lubrificantes.

De acordo com os autores Carlos Moura e Carreteira: “qualquer fluido pode funcionar como lubrificante, ao menos teoricamente. Além disso, alguns sólidos podem atuar como redutores de atrito, ou seja, lubrificar...”.

### **2.1 Tipos de lubrificantes**

Os lubrificantes podem ser divididos em graxas, óleos e composições betuminosas. Podem ser também classificados como sólidos líquidos e gasosos.

Os lubrificantes líquidos são os mais utilizados por penetrarem entre as partes móveis pela ação hidráulica, além de manter as superfícies separadas, atuando como trocadores de calor, removendo o excesso.

Os lubrificantes sólidos são materiais postos entre duas superfícies móveis para evitar contato entre elas para, assim, evitar o atrito. Para serem considerados lubrificantes devem apresentar dureza menor que os corpos a serem separados e deve ter um baixo coeficiente de cisalhamento. São indicados também em temperaturas acima de 200° C, o grafite, os plásticos e etc.

Os lubrificantes gasosos são utilizados em casos especiais, onde não é possível aplicar outros tipos de lubrificantes. Alguns exemplos são: nitrogênio, o ar e os gases halogenados.

## **2.2 Obtenção**

A produção do óleo lubrificante é feita em dois estágios a partir da destilação do óleo cru (topping). O primeiro estágio consiste na torre de fracionamento (operando à pressão atmosférica) através do qual são separados gasóleo e combustíveis derivados. A segunda etapa, o resíduo é direcionado a uma torre de vácuo, local onde se produz gasóleo e de diversas frações de óleo lubrificantes.

Os lubrificantes constituem quatro categorias: óleos minerais, óleos graxos, óleos compostos e óleos sintéticos.

### **2.2.1 Óleos minerais**

São misturas oriundas do petróleo, carvão ou xisto. São largamente utilizados para fim de lubrificação por possuir boa relação entre custo e benefício. Portanto todas as suas características estão relacionadas com o óleo cru de origem. Além disso possuem várias vantagens em relação aos outros óleos, tais como: menor deterioração em altas temperaturas, maior tendência a emulsionar em presença de água e maior estoque disponível na natureza para sua obtenção.

Estes óleos podem ainda ser subdivididos em outros quatro grupos: naftênicos, parafínicos, aromáticos e mistos.

Os parafínicos predominam na formulação dos óleos lubrificantes devido a sua maior estabilidade à oxidação,

Já os naftênicos, são mais aplicados em condições de baixa temperatura, além de possuir uma menor faixa de uso, se comparados com os parafínicos, pois vem apresentando ultimamente pequena e decrescente disponibilidade no mercado, devido à escassez no mundo, das fontes de origem.

### 2.2.2 Óleos graxos

São também denominados óleos orgânicos (de origem vegetal e mineral), foram os primeiros óleos utilizados na lubrificação, pois satisfaziam as modestas necessidades da época, sendo hoje usados somente para fins de lubrificação industrial.

Foram substituídos em sua maioria pelos óleos minerais por não sofrerem hidrólise, por possuírem menos valor agregado, por não se tornarem corrosivos em seu uso e por serem economicamente mais viáveis.

Os óleos graxos possuem como desvantagem oxidar-se facilmente; contudo, possuem a vantagem de aderir mais facilmente às superfícies metálicas, aumentando sua capacidade de lubrificação.

### 2.2.3 Óleos sintéticos

São os óleos obtidos através de síntese química por serem mais aptos a suportar condições severas de trabalho. Geralmente são mais estáveis, possuem vida útil mais longa que os outros tipos de óleos, trabalham em maior faixa de temperatura de desempenho.

Portanto essas características contribuíram para fabricação em maior escala deste tipo de lubrificante visando à parte industrial.

Esses óleos podem ser classificados em cinco tipos principais: ésteres de ácidos dibásicos, ésteres de organofosfatos, ésteres de silicatos, silicones, compostos de éteres de poliglicol.

### 2.2.4 Óleos compostos

Os óleos compostos são provenientes da mistura oriunda dos óleos graxos e os óleos minerais; deste último são adicionados cerca de 1 a 25% de sua composição chegando até 30% de acordo com Lubrificantes e Lubrificação (1987).

## 2.3 Características dos óleos lubrificantes

Os óleos lubrificantes possuem sua qualidade resultante do petróleo bruto, do refino, da adição de aditivos e do balanceamento da formulação. Isto confere ao óleo certas propriedades que serão levadas em conta no momento da escolha do óleo a ser utilizado. As principais características são:

### 2.3.1 Densidade

Sua definição é: densidade uma substância é a razão entre a massa específica desta substância e a massa específica de uma substância considerada padrão (que pode ser a água ou ar). Em análises de óleos lubrificantes se designa como unidade de densidade o grau API, porém este valor se reduz muito quando se pode determinar o tipo do óleo cru de origem.

A vantagem de se conhecer a densidade de um óleo é poder converter massa em volume e vice e versa.

### 2.3.2 Viscosidade

É considerada a principal característica física dos óleos lubrificantes. De acordo com a Gerck viscosidade é a resistência de um líquido ao escoamento ou à sua deformação, portanto, quanto maior é a viscosidade menor é a velocidade de escoamento do líquido.

A viscosidade determina a habilidade do lubrificante em manter uma película de óleo entre as partes das máquinas afim de reduzir o desgaste e o atrito entre elas.

Essa propriedade, a viscosidade, também tem relação com a temperatura e para relacionar essas duas variáveis foi criado o índice de viscosidade. “O método mais usual para se expressar o relacionamento da viscosidade com a temperatura é o índice de viscosidade devido a Dean e Davis baseado em uma escala empírica”. (MOURA, 1987).

Logo, a viscosidade é inversamente proporcional a variações de temperatura. Alto índice de viscosidade implica em pequenas variações e grandes variações de temperatura implicam em baixo índice de viscosidade.

### 2.3.3 Número total de base

O número total de bases conhecido como TBN (*total base number*) é a medida da alcalinidade necessária para titular  $\text{pH} = 4.0$  de um grama de óleo; já o TAN (*total acidity number*) ou número total de ácido, é a medida da quantidade de ácido necessária para neutralizar todos os componentes básicos de um grama de óleo.

### 2.3.4 Ponto de fluidez

É a menor temperatura, quando a amostra de óleo é submetida a resfriamentos sucessivos e, observado sob determinadas condições, o óleo ainda flui. Pode ser chamado também de ponto de gota ou ponto de congelamento.

### 2.3.5 Ponto fulgor

É a menor temperatura em que o óleo, quando aquecido, desprende vapor que só inflamam momentaneamente (*lampejo* ou *flash*) se aplicado a uma chama.

Ter esse conhecimento permite ao oficial de máquinas a avaliação das temperaturas de serviço que um óleo pode suportar com segurança. Devem-se empregar óleos com temperaturas com o ponto de fulgor maior que 150 graus Celsius.

Assim, a escolha cuidadosa do óleo lubrificante é de suma importância para a manutenção do maquinário que, sem uma adequada escolha do óleo a ser utilizado, terá sua vida útil diminuída.

### 2.3.6 Número de neutralização

Este número determina o caráter básico ou ácido de um óleo. E as características básicas ou ácidas dependem da natureza do óleo, do refino e dos aditivos.

## 2.4 Classificação dos óleos lubrificantes

Os óleos lubrificantes são classificados por algumas entidades de acordo com seu método de avaliação, cada qual utilizando sua variável de estudo para classificá-lo e entre elas estão:



#### 2.4.1 Society of Automotive Engineers (SAE)

SAE que significa *society of automotive engineers*, criou uma classificação para os óleos lubrificantes, baseada exclusivamente, na viscosidade dos mesmos. Quando aparece a letra W (*winter*) temos a indicação de que a viscosidade deve ser medida a zero grau fahrenheit. O número SAE não é um índice de viscosidade, mas sim apenas uma faixa de viscosidade a uma dada temperatura.

#### 2.4.2 American Petroleum Institute (API)

Esta designação oferece uma boa indicação ao comprador de um lubrificante, sobre o óleo a empregar em cada caso particular e é devida à *American Petroleum Institute* (API). Existem dois tipos de classificação API para os óleos.

A primeira consiste em três classes para óleos: regular: usado para motores à explosão, *Premium* e usados em condições severas de funcionamento do motor e “*heavy Duty*” usados quando o motor está em altas rotações e usados em serviços pesados.

A segunda classificação consiste em seis partes:

- 3 *Motor light*: motor gasolina (serviço leve)
- 4 *Motor médium*: motor gasolina (serviço leve e severo)
- 5 *Motor Severe* motor gasolina (serviço pesado)
- 6 *Diesel general motor diesel* (serviço leve)
- 7 *Diesel médium*: motor diesel (condições severas)
- 8 *Diesel Severe*: motor diesel (serviços pesados)

Essa classificação é a mais aceita internacionalmente, é a que em geral estabelece uma codificação que é constituída por duas letras. A primeira letra pode ser S ou C que representa que possui aplicação em automóveis. O S significa “*spark Ignition*” que indica que se refere a óleos lubrificantes utilizados para motores do ciclo OTTO, já a letra C que é “*compression Ignition*” se refere aos óleos aplicados nos motores do ciclo diesel. A segunda letra indica o desempenho do óleo de acordo com a *American Society for Testing and Materials*, que tem como finalidade garantir a proteção dos motores em termos de desgaste e da formação de depósitos em diversas condições de operações. Englobam os regimes de baixas rotações e baixas cargas, verificadas logo após a partida dos motores, principalmente em locais de clima frio, etc.

### **3 ADITIVOS**

Devido ao avanço tecnológico de algumas máquinas, foi necessário desenvolver uma nova forma de lubrificação, visto que o óleo mineral puro tornou-se insuficiente para a obtenção uma melhor desempenho e rendimento nas novas máquinas.

Surgiram então alguns produtos químicos que visavam melhorar as características físico-químicas desejáveis dos óleos e eliminar outras indesejáveis. Estes compostos são conhecidos como aditivos.

#### **3.1 Detergentes**

Possuem a propriedade de reduzir resíduos nos motores quando operam em altas temperaturas. Não permite que os gases da combustão se dirijam ao Carter, como não permite que os anéis fiquem agarrados na camisa. Logo tem como finalidade principal manter o motor limpo.

Portanto com a utilização de aditivos detergentes o motor poderá funcionar mais horas seguidas sem nenhum problema devido à redução de borras e depósitos dentro do cilindro nos motores de combustão interna, além de auxiliar na manutenção preventiva do mesmo.

São compostos por quatro famílias: os sulfonados, fosfonatos, fenatos e salicilatos.

#### **3.2 Dispersantes**

Possuía a mesma função que os detergentes de manter o motor limpo, colocando a fuligem e as partículas de carbono em suspensão nos motores diesel. Evita que os produtos de oxidação do óleo se depositem nas superfícies metálicas além de atuar em reação química eliminando a formação de material insolúvel.

A diferença básica entre os dispersantes e os detergentes é na variedade de tamanho de partículas que os dispersantes podem colocar em suspensão.

#### **3.3 Melhoradores do índice de viscosidade**

Estes aditivos têm como função melhorar o índice de viscosidade de um óleo básico, ou seja, melhorar a relação entre temperatura e viscosidade dos óleos lubrificantes.

Um óleo com alto índice de viscosidade é aquele com grandes variações de temperatura variam pouco sua viscosidade, tendo aplicabilidade em uma vasta faixa de temperatura sem que sua viscosidade se altere.

Um óleo com índice de viscosidade baixo é aquele com pequenas variações de temperatura, podendo resultar em problemas devido a um valor de viscosidade fora dos padrões de uma boa lubrificação do equipamento a ser lubrificado.

Portanto são empregados em inúmeros motores já que estes trabalham com temperaturas bem diversificadas.

### **3.4 Antioxidante**

Oxidação baseia-se na formação de peróxidos orgânicos em reações em cadeia. Os agentes antioxidantes impedem que essa reação se complete quebrando a reação e reduzindo os peróxidos.

Estes compostos evitam que problemas ocorram no motor por oxidação causado pelo óleo lubrificante.

### **3.5 Anti desgaste**

Os agentes anti-desgaste tem por finalidade reduzir o desgaste do motor ocasionado pelo atrito entre superfícies metálicas. Seu funcionamento tem como princípio reações químicas com a superfície do metal adquirindo uma película protetora. Esta película evita que ocorra atrito entre as superfícies, protegendo contra a escoriação.

Nos motores esta película trabalha como uma barreira evitando o desgaste e aumentando a vida útil da máquina, lhe proporcionando melhor rendimento.

### **3.6 Agentes de oleosidade**

São aditivos empregados quando ocorre um grau de movimentação muito intenso. Consiste em partículas polares que se fixam nas superfícies metálicas, aumentando a película de óleo, fazendo com que o atrito seja reduzido.

Muitos benefícios são causados, como por exemplo, diminui o número de paradas de um motor para a execução de fainas de manutenção preventiva e conseqüentemente aumentando as horas de trabalho que um motor pode operar com um bom rendimento.

### **3.7 Agentes de extrema pressão**

A ação de agentes de extrema pressão é exercida nos pontos em que as pressões são tão altas que a viscosidade do óleo é incapaz de impedir o atrito entre as superfícies metálicas. São aplicados em condições extremas de lubrificação.

As propriedades de um aditivo de extrema pressão não têm funcionamento quando existe lubrificação hidrodinâmica ou fluida. A ação se inicia quando houver falha da película de óleo.

São normalmente, compostos de enxofre, cloro, e fósforo, que reagem com o metal, para formar películas aderentes ao metal, de baixa resistência ao cisalhamento e que evitam soldagens e ranhuras no metal.

### **3.8 Abaixadores do ponto de fluidez**

São compostos químicos que modificam a estrutura molecular dos cristais de parafina que vão se formando no seio do óleo em consequência do abaixamento da temperatura, fazendo com que o ponto de fluidez do óleo uma maior resistência ao escoamento.

### **3.9 Emulsionantes**

São agentes que facilitam a emulsão do óleo na água; o óleo emulsionado serve para resfriar e lubrificar ferramentas de corte em trabalhos de usinagem além de possuir grande utilidade em alguns sistemas hidráulicos.

## 4 PRINCIPAIS FUNÇÕES DO ÓLEO LUBRIFICANTE NOS MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

Motores de combustão interna (MCA e MCP) são máquinas alternativas capazes de transformar a energia nos combustíveis em energia térmica e depois transformada em energia mecânica através da expansão dentro dos cilindros destes motores.

As principais partes de um motor a ser lubrificadas são: partes móveis de um motor, apoios, engrenagens, os cilindros, os mancais dos eixos de manivela, o eixo de cames etc.

Alguns problemas de lubrificação nos motores de combustão interna como, por exemplo: as altas temperaturas na fase da combustão, alta pressão do ar comprimido no final da compressão, o surgimento de fuligem devido à combustão (ocasionando a carbonização) e consumo de combustíveis com maior teor de enxofre acarretaram maior preocupação e desenvolvimento de óleos lubrificantes que resolvessem todos estes problemas. Ao longo do tempo foram se desenvolvendo e criando cada vez mais óleos com qualidade e com mais funções de proteção em um motor.

A principal função de um óleo lubrificante é a lubrificação propriamente dita, ou seja, reduzir o atrito existente entre duas superfícies em movimento. Para que isso ocorra é necessário um fluxo contínuo de lubrificante entre as partes para a formação de uma película protetora.

Entretanto o óleo lubrificante possui não somente esta propriedade, mas outras como: resfriamento, vedação, limpeza, proteção contra corrosão e amortecimento contra choques.

O resfriamento consiste em, durante a lubrificação, o óleo absorver parte do calor oriundo do atrito entre as peças do motor e transferi-lo para o exterior em um trocador de calor denominado resfriador de óleo lubrificante. Todavia, em alguns motores de grande porte, uma ramificação do sistema de lubrificação é utilizada para circular o óleo nos espaços vazios existentes nas coroas do êmbolo, com o propósito de remover dos mesmos o excesso de calor proveniente da combustão, através da utilização de tubos telescópicos.

Com relação à vedação, o óleo lubrificante cria uma película protetora nos anéis de segmentos e nas paredes dos cilindros com a finalidade de vedar a passagem de ar e dos gases principalmente nos tempos de compressão, combustão e expansão onde a pressão no interior dos cilindros é muito elevada.

No que se diz respeito à limpeza, o óleo lubrificante circulando no sistema deve ser capaz de separar e carregar as impurezas formadas nele oriundas dos resíduos da combustão

mos motores. A propriedade do óleo lubrificante que permite fazer essa limpeza denomina-se detergência, que é de suma importância, pois a sujeira no óleo pode causar obstrução parcial ou total dos tubos, galerias, orifícios ou redes de passagem de óleo. Sem uma lubrificação perfeita, o motor pode sofrer danos muito sérios e até mesmo acabar com sua vida útil dando muitos prejuízos econômicos e causando problemas ao oficial de serviço comprometendo seu emprego junto à empresa.

A função de amortecimento de choques deve-se a película de óleo que em alguns mancais, como por exemplo, o da conectora, sofre muito uma carga muito pesada, principalmente no tempo da combustão. O óleo lubrificante tem como característica suportar aumento de cargas e pressão, de maneira a impedir que ocorra contato metálico entre as telhas dos mancais e o eixo, ocasionado pela ruptura da película protetora do óleo no metal.

Por fim, a película protetora de óleo lubrificante tem ainda a função de proteger contra qualquer ataque químico em todas as superfícies com as quais entra em contato.

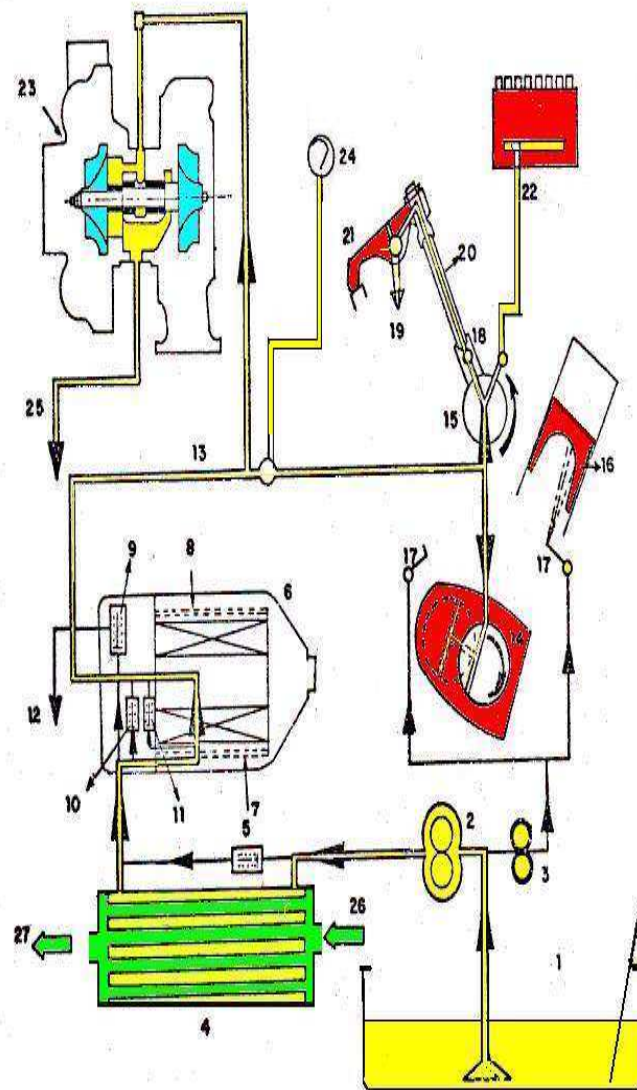
## 5 MÉTODOS DE LUBRIFICAÇÃO

Nos motores de combustão interna, como o diesel e o de explosão, podem dispor de alguns métodos de lubrificação: por salpico, manual, por gravidade e forçada.

### 5.1 Lubrificação por salpico

A lubrificação por salpico é aquela utilizada principalmente na lubrificação de cilindros de motores de pequeno porte.

**Figura 1:** Sistema de lubrificação em um motor diesel



1. Cárter
2. Bomba de óleo lubrificante
3. Bomba de óleo de arrefecimento do êmbolo
4. Resfriador de óleo lubrificante
5. Válvula termostática (para desvio do resfriador)
6. Filtro de óleo lubrificante
7. Filtro de tela
8. Cartucho de papel
9. Válvula de descarga
10. Válvula de desvio do filtro
11. Válvula de desvio do cartucho
12. Linha de retorno para o cárter
13. Tubo de distribuição
14. Eixo de manivelas
15. Eixo de comando de válvulas
16. Êmbolo
17. Bico de arrefecimento
18. Tucho
19. Orifício de escoamento
20. Haste ou vareta
21. Balancim
22. Tubulação para a bomba injetora de combustível
23. Turbocompressor
24. Manômetro de óleo
25. Retorno de óleo
26. Admissão da água de resfriamento
27. Saída da água de resfriamento

Funciona através de uma espécie de um pescador, que é fixado à cabeça da conectora mergulhando no lubrificante do cárter, e na subida, salpica o óleo nas paredes do cilindro.



## **5.2 Lubrificação manual**

O método da lubrificação manual é efetuado com o auxílio de uma almotolia, sendo utilizada em locais não cobertos por outro tipo de lubrificação. Tem a utilidade de lubrificar balancins e válvulas de admissão e de descarga de motores de combustão interna que não tinham os cabeçotes cobertos. Hoje em dia, essa lubrificação está em desuso, porque os balancins são suprimidos por outro tipo de lubrificação a forçada, que veremos logo mais adiante e as válvulas tanto de admissão quanto de descarga são lubrificadas pela névoa de lubrificante que se forma em decorrência da vaporização do óleo. Apenas a lubrificação manual com graxa é utilizada ainda em bastantes pontos do motor, como em articulações das hastes e alavancas de comando onde se é comum encontrar dispositivos com válvulas de retenção esférica.

## **5.3 Lubrificação por gravidade**

O método de lubrificação por gravidade, como o próprio nome sugere, é aquele em que o óleo lubrificante chega aos mancais e atua por ação da força da gravidade, muito embora o sistema necessite de uma bomba para conduzir o lubrificante do tanque de armazenamento, situada num plano inferior na praça de máquinas, para o tanque de gravidade que se encontra num plano bem elevado em relação à mesma.

## **5.4 Lubrificação forçada**

A última lubrificação a ser mencionada é a forçada, a qual atua através de uma bomba que pode ser acionada pelo próprio motor nos casos de motores de pequeno porte ou por motores elétricos nos casos dos motores de médio e grande porte. Este tipo de lubrificação é muito utilizada entre os motores marítimos e é composta basicamente pelos seguintes componentes: reservatório de óleo, ralo, bomba, filtro e resfriador.

#### 5.4.1 Reservatório do óleo

O reservatório do óleo pode ser feito no cárter ou em um tanque abaixo deste, chamado de poceto. Quando ocorre a existência dos dois (poceto e cárter), o cárter é do tipo seco e havendo só o cárter, este é do tipo úmido ou alagado.

#### 5.4.2 Ralo

O ralo é um protetor de chapa multiperfurado que é colocado na extremidade do tubo de sucção da bomba, a fim de impedir que impurezas, estopas e etc. penetrem no corpo da máquina, comprometendo o seu funcionamento.

#### 5.4.3 Bomba

A bomba do sistema de lubrificação tem como finalidade manter o óleo lubrificante sob pressão para circular no sistema e ela faz isso através de uma válvula reguladora de pressão. A bomba puxa o óleo do poceto ou do cárter, passando pelo ralo, indo para os pontos no qual se deseja lubrificar. O tipo de bomba mais utilizado é do tipo engrenagem, onde o líquido circula entre os dentes da engrenagem e a carcaça da bomba.

#### 5.4.4 Filtro

Outro componente importante no sistema de lubrificação de um motor é seu filtro, que tem como objetivo reter as impurezas menores que passaram pelo ralo, garantindo uma lubrificação livre de sujeiras. Nos motores de pequeno porte os filtros são descartáveis, tendo que ser substituídos depois de determinadas horas de funcionamento de acordo com o manual do fabricante. Já nos motores de médio e grande porte, possuem filtros duplos de telas finas, também precisando ser trocadas após algumas horas de operação descritas no manual de operação do fabricante.

#### 5.4.5 Resfriador

Por fim, o último componente a ser descrito no sistema de lubrificação é o resfriador de óleo lubrificante, que possui a função de remover o excesso de calor absorvido pelo óleo,

na sua função de resfriamento como descrito anteriormente. Este pode ser circulado com água ou ar, dependendo do tipo de motor. O mais comum a bordo dos navios mercantes é o uso da água salgada nos resfriadores do tipo feixe tubular, onde a água salgada passa pelo interior dos tubos, sendo os tubos envoltos pelo lubrificante. Esse tipo de resfriamento facilita a limpeza e a remoção de possíveis partículas que ficam no interior dos tubos.

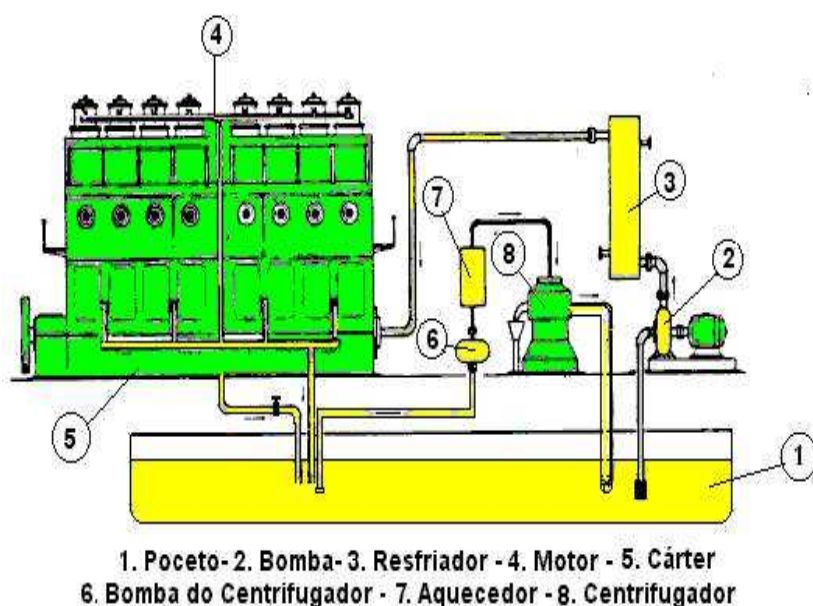
Portanto, o sistema de lubrificação nos motores é um fator muito importante para um oficial de máquinas. Temos que verificar pressão e temperatura todo o tempo a fim de manter todas as partes lubrificadas e o motor em perfeito funcionamento.

## 6 CICLO DO ÓLEO LUBRIFICANTE NO MOTOR

O sistema de lubrificação de um motor consiste em garantir que todas as suas partes móveis, como o eixo de manivelas, pistões, bielas e etc., trabalhem sem que suas superfícies atuem em contato umas com as outras, ocasionando assim atrito e superaquecimento destas partes. A lubrificação visa minimizar este contato, prolongando a vida útil do motor e economizando sua força motriz.

O óleo lubrificante fica armazenado num reservatório do óleo denominado de cárter, localizado na parte inferior do motor, onde o óleo se mantém um pouco resfriado. Alguns motores não possuem cárter e sim poceto que é um reservatório de óleo para motores de maior porte.

**Figura 2:** Lubrificação de um motor



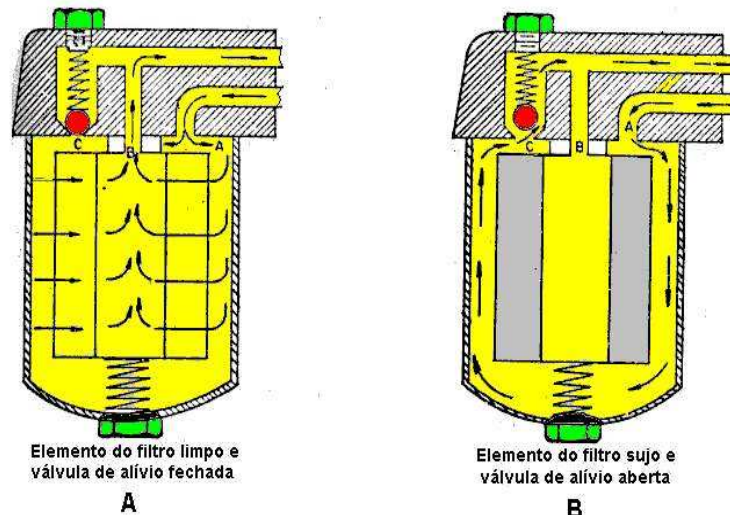
Fonte: SCHADEK Manual do motor:, uma introdução aos motores e aos sistemas de lubrificação e arrefecimento.

O óleo é conduzido do cárter até a bomba de óleo lubrificante através de tubos captadores. Esta fornece óleo sob pressão para todas as partes do motor que se precisa lubrificar, tendo capacidade para bombear uma capacidade maior que a requerida, sendo assim necessária uma válvula de alívio de pressão que tem como objetivo regular o fluxo de óleo e conseqüentemente a pressão do óleo. Quando ocorre uma pressão maior que a referida

nos motores, a válvula se abre e faz com que o óleo em demasia regresse para seu reservatório.

O óleo passa pelo filtro de óleo que fica localizado na parte externa do bloco do motor e tem como finalidade reter as partículas sólidas, que poderiam prejudicar a lubrificação.

**Figura 3:** Válvula de alívio



Fonte: SCHADEK, **Manual do motor:** uma introdução aos motores e aos sistemas de lubrificação e arrefecimento.

Após a passagem do óleo pelo filtro, este passa por orifícios que o levam até o local onde se precisa lubrificar.

Primeiramente este passa na parte longitudinal dos motores (MCP e MCA) chamada galeria principal do óleo. Nessa galeria, o óleo passa por furos de alimentação até chegar ao virabrequim, atuando nos mancais e depois até os casquilhos das bielas.

O lubrificante pode ser esguichado por baixo dos pistões lubrificando as paredes do cilindro. Em outros motores o óleo passa do centro da biela até seu pé (base), lubrificando também os cilindros e os mancais.

Nos dois casos, o excesso de óleo é eliminado das paredes do cilindro pelos anéis dos pistões (anéis de raspagens), durante o movimento destes. E para perder todo calor adquirido quando atuando nos motores a combustão interna, o óleo passa por um resfriador de óleo e retorna ao seu reservatório, retomando o ciclo.

## **7 PROBLEMAS DE LUBRIFICAÇÃO INADEQUADA**

Os óleos lubrificantes utilizados em motores de combustão interna (MCP e MCA) são de vital importância e portanto, devemos observar sua qualidade e especificações para que os motores tenham um bom funcionamento. Isso confere a todos os tripulantes uma maior segurança da navegação e do serviço a ser prestado diminuindo os problemas e as paradas do motor.

Se o óleo lubrificante estiver fora de suas especificações e características, este pode ocasionar muitos problemas tais como:

### **7.1 Aumento do atrito**

Uma das funções primordiais dos óleos lubrificantes é diminuir a resistência de atrito entre as superfícies do motor, conferindo-lhe uma película protetora que serve como barreira para o atrito e conseqüentemente do desgaste. Caso o lubrificante, por algum motivo, não exerça sua função, o atrito irá aumentar consideravelmente.

O atrito libera uma grande quantidade de calor, sendo assim, caso não seja controlada essa energia térmica em demasia, o lubrificante pode perder suas propriedades, aumentando problemas de avarias e superaquecimento.

Em algumas situações o óleo lubrificante pode entrar em avalanche térmica, ou seja, atinge em temperaturas elevadas. E se caso isso ocorrer, as peças do motor podem se fundir devido ao calor, travando o motor e causando um grande prejuízo econômico para o armador.

### **7.2 Redução da vida útil do motor**

Uma das funções dos oficiais de máquinas ou de todos aqueles que operam motores de combustão interna é procurar mantê-los de forma a operar corretamente, exercendo sempre uma manutenção preventiva e uma constante preocupação com suas partes.

Uma conseqüência inevitável quando se opera um motor, é o desgaste entre as peças móveis, todavia temos por objetivo minimizar este problema.

As partes onde maior se apresentam desgaste são: anéis de segmento, êmbolo e anéis de desgaste, porém o desgaste apresenta maior intensidade na parte superior dos cilindros haja vista que essa região apresenta os maiores valores de temperatura e pressão durante o funcionamento do motor.

Outro fator que diminui a vida útil do motor é a presença de elementos corrosivos. Esse tipo de problema decorre da formação de ácidos no interior dos cilindros, através da combinação de vapor d'água com óxidos de enxofre, que é proveniente do óleo combustível como contaminante do mesmo.

Portanto, devemos usar um óleo lubrificante com um valor de TBN (*total base number*) suficiente para neutralizar a reação a fim de evitar que os ácidos se condensem nas partes mais frias e ataquem o metal.

### **7.3 Redução da potencia efetiva do motor**

A definição de potência efetiva é a subtração da potência indicada (aquela medida no cilindro pela força que o êmbolo faz para baixo) e da potência de atrito.

Como já foi visto anteriormente, a má lubrificação pode causar aumento do atrito e, com isso, a potência de atrito. Com o aumento da potência de atrito, a potência efetiva no eixo irá diminuir porque a potência indicada será consumida para vencer as forças de atrito dentro do motor de combustão interna. Isso ocasiona em um MCP e MCA um menor rendimento e potência em alguma manobra ou pode causar problemas de apagão no navio, pelo motor não sustentar carga mais alta, que seu rendimento.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho abrangeu-se um dos principais tópicos para um oficial de máquinas da Marinha Mercante: A importância do uso do óleo lubrificante no MCP e MCA, tendo em vista que com um bom controle de qualidade do óleo lubrificante permite um melhor desempenho da máquina e evita alguns problemas servindo como uma forma de prevenção contra qualquer avaria.

Desta análise é possível observar a importância do pleno conhecimento acerca das características que um óleo lubrificante possui.

Cabe ao oficial de máquinas, responsável pelos motores, compreender em detalhes quais as características necessárias dos óleos lubrificantes a serem utilizados nos motores, tendo o cuidado no manuseio e sua aplicação de forma correta nos motores.

Por fim, tendo em vista que a escolha do tema foi norteada por experiências a bordo de navios mercantes, onde foram vivenciadas diversas situações sobre riscos de acidentes durante a troca de óleo lubrificante dos motores na praça de máquinas, verificou-se que a lubrificação inadequada em um MCP e MCA ocasionam muitos problemas que podem avariar os motores e trazer risco à vida. Tais problemas são verificados no cotidiano das embarcações mercantes. Dessa forma, a atuação na prevenção, detecção e planejamento de normativas que impeçam a ocorrência de acidentes de trabalho, foram as ideias que agregaram conhecimentos técnico-científicos, que nortearam o desenvolvimento desta pesquisa e poderão encaminhar à novas investigações.



## REFERÊNCIA

FINZI, Dário. **Mecânica aplicada às máquinas**. Escola de engenharia de são Carlos, São Paulo, 1959.

GERK, Hermann Regazzi. **Petróleo e seus derivados**. Rio de Janeiro: Cefet/ Rio de janeiro, 2004.

MOBIL, **Princípios básicos da lubrificação: informativo técnico 5**.

MOURA, Carlos R.S e CARRETEIRO, Ronald P. **Lubrificantes e lubrificação**. 2. Ed. Rio de Janeiro: JR ed. Técnica, 1987.

PETROBRÁS, Gerência industrial. **Lubrificantes: Fundamentos e aplicações**. Editora Petrobrás, 2005.

SCHADEK, **Manual do motor: uma introdução aos motores e aos sistemas de lubrificação e arrefecimento**.

THOMSEN, T.C. **The practice of lubrication**. MaGrak-Hill Book Company, 1951.

LUBRIFICAÇÃO. Disponível em: <[www.castrol.com](http://www.castrol.com)>. Acesso em: 27 ago. 2016.