

Princípios básicos de
LUBRIFICANTES E LUBRIFICAÇÃO

PETRONAS
LUBRICANTS



O caminho da modernidade é o caminho da busca pela qualidade e excelência em todos os processos. E essa busca incessante requer envolvimento e integração de esforços, que sugerem parcerias entre empresas e fornecedores, resultando em otimização dos fatores tempo, recursos materiais e tecnológicos.

A Petronas Lubrificantes Brasil está engajada neste processo, e trabalha pelo estreitamento das relações, tanto de seu público interno quanto do externo. Neste sentido, este trabalho visa proporcionar um entendimento maior sobre lubrificantes e lubrificação, contendo suas noções fundamentais, além de despertar os profissionais desta área para a importância do setor.

Afinal, a lubrificação está presente em quase todos os processos de produção e, não raro, constata-se deficiência ou má utilização dos lubrificantes. Desgaste prematuro, vazamentos, corrosão e ineficiência são pequenos prejuízos que, somados, prejudicam o desempenho de qualquer Empresa.

Esperamos concretizar este objetivo e firmar a filosofia da Petronas Lubrificantes Brasil de parceria nos negócios e colaboradora do aprimoramento profissional e tecnológico da área de lubrificantes.

PETRONAS LUBRIFICANTES BRASIL S.A.

I - Introdução: Apresentação e Petróleo	4
II - Noções de Lubrificação	5
III - Noções sobre Óleos Lubrificantes	7
IV - Graxas	13
V - Aditivos	15
VI - Óleos Solúveis	17
VII - Método de Aplicação	18
VIII - Máquinas e seus Componentes	22
IX - Classificação dos Lubrificantes	28
X - Características dos Fluidos de Arrefecimento e Freio. .34	
XI - Armazenagem, Transporte e Uso	35
XII - Meio Ambiente	37

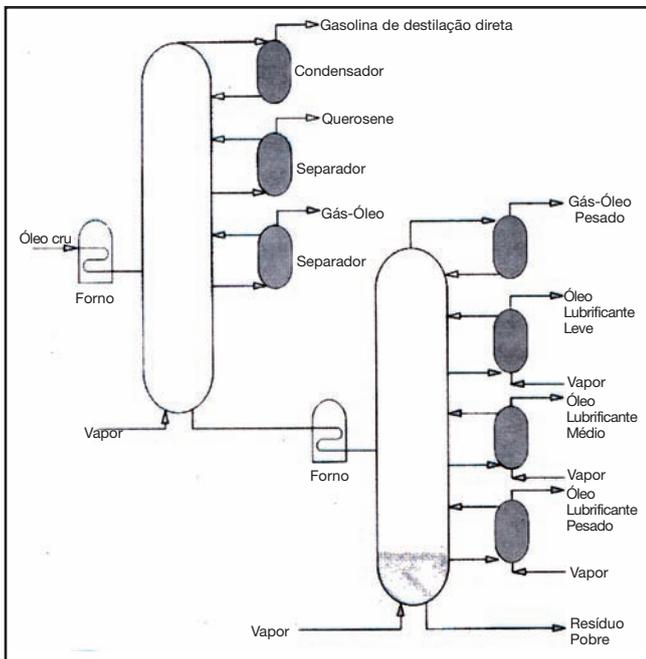


Fig. I.a: Destilação

APRESENTAÇÃO

No ano de 2007 a Petronas, uma das líderes mundiais em Petróleo e gás, adquiriu o grupo FL Selênia, especialista mundial em lubrificantes desde 1912. Foi criada, então, a Petronas Lubrificants International, que já nasce com marcas consolidadas mundialmente nos mercados automobilísticos e industriais, como Selênia Paraflu, Tutela, Urânia, dentre outras.

A Petronas Lubrificantes Brasil está presente em todo território nacional através de nossas filiais, escritórios regionais e distribuidores autorizados.

PETRÓLEO

O petróleo consiste principalmente de carbono e hidrogênio sob a forma de hidrocarbonetos. O óleo cru (petróleo), depois de processado, é matéria-prima para maioria dos óleos lubrificantes, e de outros produtos. O processamento do petróleo se dá essencialmente através de uma combinação de operações físicas, térmicas e químicas, e a esta combinação de tratamentos chamamos refino (fig. I.a).

Embora não haja completo acordo quanto a origem do petróleo, a teoria mais aceita afirma que o petróleo é feito da transformação da matéria orgânica, sendo esta animal e/ou vegetal (fig. I.b). Os depósitos de óleo cru e gás natural ocorrem quase sempre nos espaços porosos de rochas sedimentares. Para localizar o petróleo a geologia de superfície analisa as rochas e ajuda a prever o seu comportamento a grandes profundidades. Métodos geofísicos fazem uma radiografia do subsolo e permitem a escolha das melhores situações para a existência do petróleo. Após a aplicação destes métodos é que se seleciona a área mais propícia para perfurar e se a perfuração for bem sucedida inicia-se a exploração.



Fig. I.b: Origem do Petróleo

II - NOÇÕES DE LUBRIFICAÇÃO

ATRITO E LUBRIFICAÇÃO

A lubrificação pode ser definida como sendo o fenômeno da redução do atrito entre duas superfícies em movimento relativo de uma sobre a outra, por meio da introdução de uma substância entre as mesmas. Sempre que uma superfície se mover em relação a outra superfície, haverá uma força contrária a esse movimento chamada atrito. Em consequência deste mecanismo de geração de atrito surgem ainda aquecimento, ruído e desgaste das superfícies envolvidas.

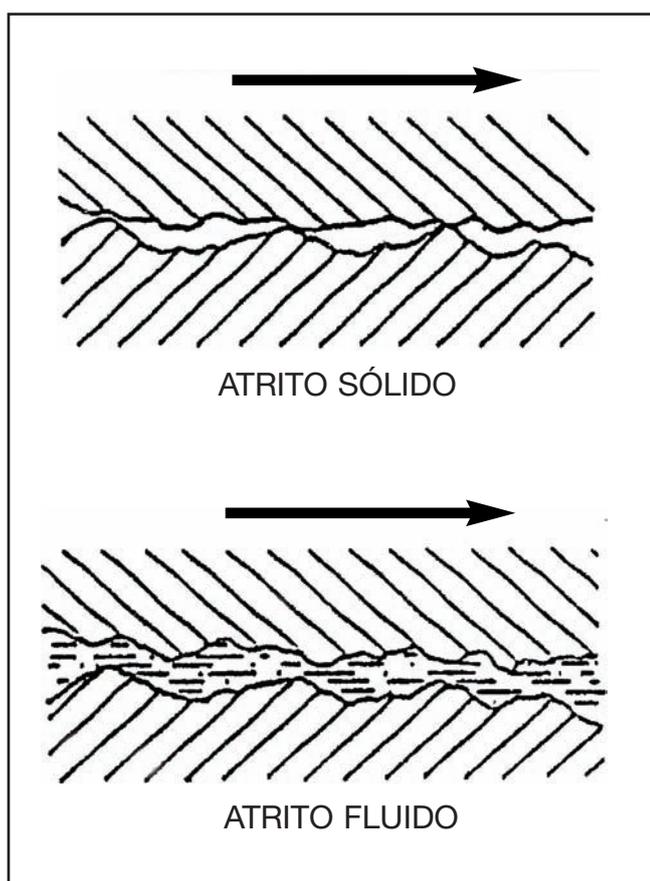


Fig. II.a: Tipos de Atrito

FUNÇÕES DOS LUBRIFICANTES

A principal função do lubrificante é a de reduzir o atrito ao substituir o atrito sólido pelo atrito fluido (fig. II.a). Sendo este muito menor do que o primeiro. Cabe ao lubrificante, também, minimizar o desgaste, o ruído, bem como o aquecimento gerado pelo deslocamento relativo das superfícies. A redução do desgaste ocorre quando o lubrificante impede o contato entre as superfícies e ainda remove partículas abrasivas. A redução do calor se dá pela dissipação do mesmo no lubrificante.

Além das funções citadas acima, o lubrificante poderá atuar na transmissão de força, na remoção de contaminantes pela ação dos detergentes e dispersantes ou através da circulação do óleo por filtros. Pode funcionar também como agente de vedação e de proteção contra a corrosão, como isolante elétrico e amortecedor de choques ao dispersar vibrações.

ESTADOS FÍSICOS DOS LUBRIFICANTES

Os lubrificantes podem ser encontrados nos estados sólidos, líquidos, gasosos e pastosos.

Lubrificantes Sólidos

- Grafite
- Bissulfeto de Molibdênio
- Talco
- Mica

Lubrificantes Líquidos

- Óleos Minerais (extraídos do petróleo)
- Óleos Graxos (vegetais e animais)
- Óleos Compostos (mistura de óleos graxos e minerais)
- Fluidos Sintéticos
- Fluidos Semi-Sintéticos (mistura de óleo mineral com base sintética)

Lubrificantes Gasosos

- Gases Nobres (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn)

Lubrificantes Pastosos

- Graxas de Sabão Metálico
- Graxas de Bentonita
- Graxas Sintéticas

TIPOS DE LUBRIFICAÇÃO

São três tipos de lubrificação a saber:

Lubrificação Limítrofe

A lubrificação limítrofe é aquela na qual a película lubrificante é bastante fina, havendo possibilidade de seu rompimento, o que ocasionaria o contato entre as superfícies, podendo ocorrer soldagem.

Lubrificação Hidrostática

A lubrificação hidrostática ocorre quando o lubrificante é injetado sob pressão no espaço entre as superfícies, antes do início da operação. Este tipo de lubrificação é adequado quando altas cargas estão envolvidas, visando evitar o grande atrito gerado na partida (fig. II.b).

Lubrificação Hidrodinâmica

A lubrificação hidrodinâmica é caracterizada pelo fato de que o único atrito existente é o fluido, ou seja, o óleo separa completamente as superfícies sólidas. Na prática, não se consegue uma lubrificação totalmente hidrodinâmica (fig. II.c).

A espessura da película lubrificante varia com a pressão, a velocidade e a carga aplicada ao sistema. Desta forma, quanto maior a pressão e quanto maior a carga, maior será a viscosidade requerida do óleo a ser utilizado (pode-se desconsiderar a variação da viscosidade com a pressão para pressões inferiores a 300 kgf/cm²). Já quanto maior a velocidade, menor será a viscosidade requerida pelo óleo a ser utilizado.

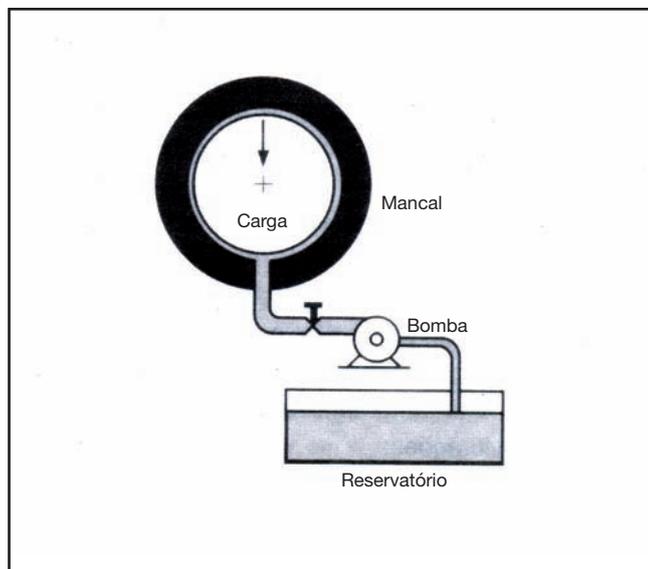


Fig. II.b: Lubrificação Hidrostática

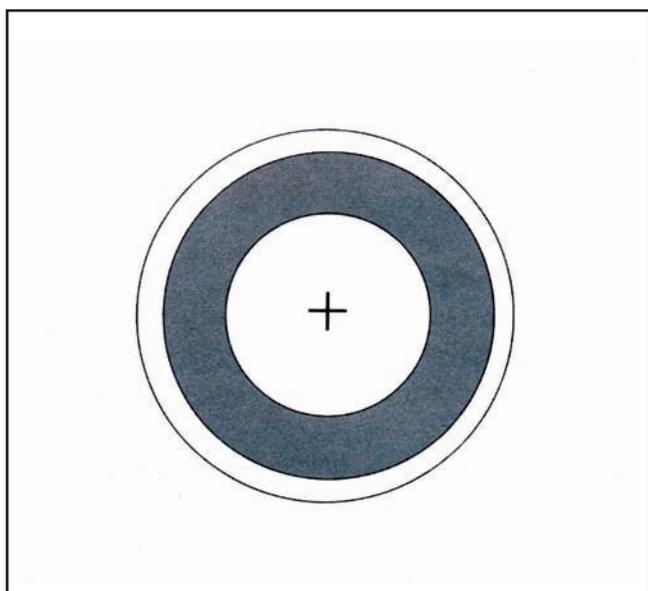


Fig. II.c: Lubrificação Hidrodinâmica

III - NOÇÕES SOBRE ÓLEOS LUBRIFICANTES

Como vimos anteriormente, é função do óleo lubrificante fornecer uma película entre as superfícies e assim diminuir o atrito, reduzindo o desgaste e evitando perda de força nas máquinas, proporcionando às máquinas uma maior vida útil com menor custo de manutenção.

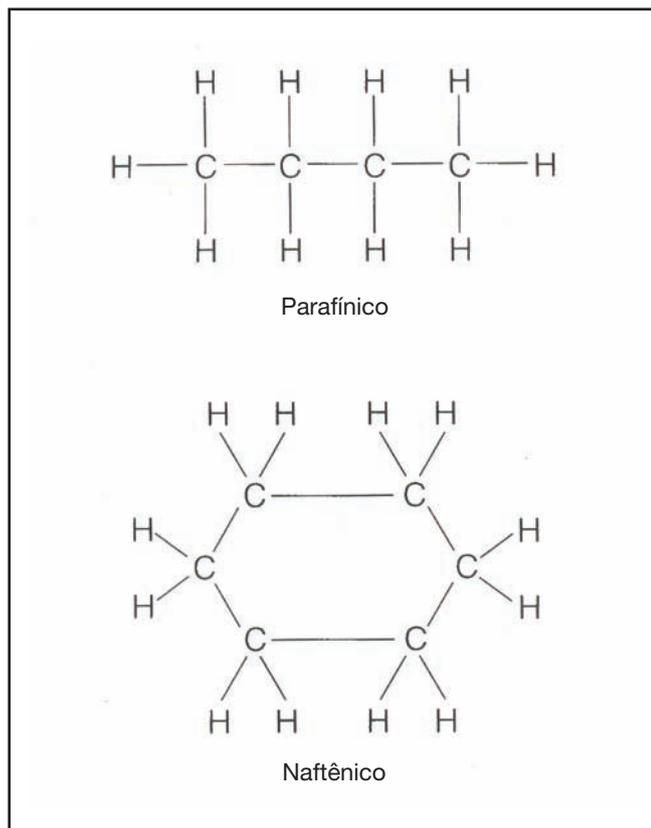


Fig. III.a: Tipos de Hidrocarbonetos

QUADRO COMPARATIVO ENTRE LUBRIFICANTES PARAFENICOS E NAFTENICOS

CARACTERÍSTICAS	PARAFENICOS	NAFTENICOS
Ponto de Fluidez	ALTO	BAIXO
Índice de Viscosidade	ALTO	BAIXO
Resistência à Oxidação	GRANDE	PEQUENA
Resíduo de Carbono	GRANDE	PEQUENA
Capacidade de Emulsificação	BAIXA	ALTA
Oleoginiosidade	BAIXA	ALTA

TIPOS DE LUBRIFICAÇÃO

Óleos Minerais

Os óleos minerais são obtidos do petróleo e como tal, são formados basicamente dos elementos químicos carbono e hidrogênio, sob a forma de hidrocarbonetos.

Estes hidrocarbonetos constituintes do óleo mineral podem ser predominantemente parafínicos, naftênicos ou mistos (fig. III.a).

Óleos Graxos

Os óleos graxos são óleos orgânicos, extraídos de gorduras animais ou de óleos vegetais. Eles apresentam grande capacidade de aderência a superfícies metálicas, comportando-se como excelente lubrificante, mas possuem pequena resistência à oxidação.

Óleos Compostos

Os óleos compostos consistem em óleos graxos adicionados a óleos minerais, conferindo a estes maior oleginiosidade.

Óleos Sintéticos

Os fluidos sintéticos são lubrificantes obtidos a partir de síntese química. Os principais fluidos sintéticos em uso atualmente são os ésteres de ácidos dibásicos, ésteres de organofosfatos, ésteres de silicatos, silicones e compostos de ésteres de poliglocóis.

Vantagens do óleo Sintético

- Maior IV (Índice de Viscosidade)
- Maior resistência à oxidação
- Menor volatilidade
- Menor ponto de mínima fluidez

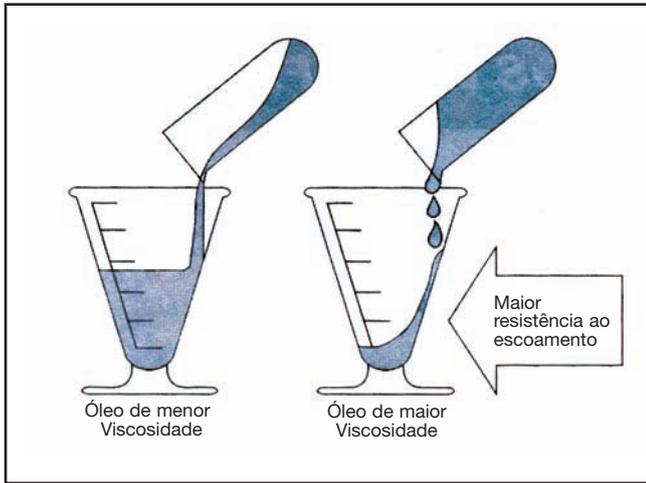


Fig. III.b: Resistência ao Escoamento de um Fluido

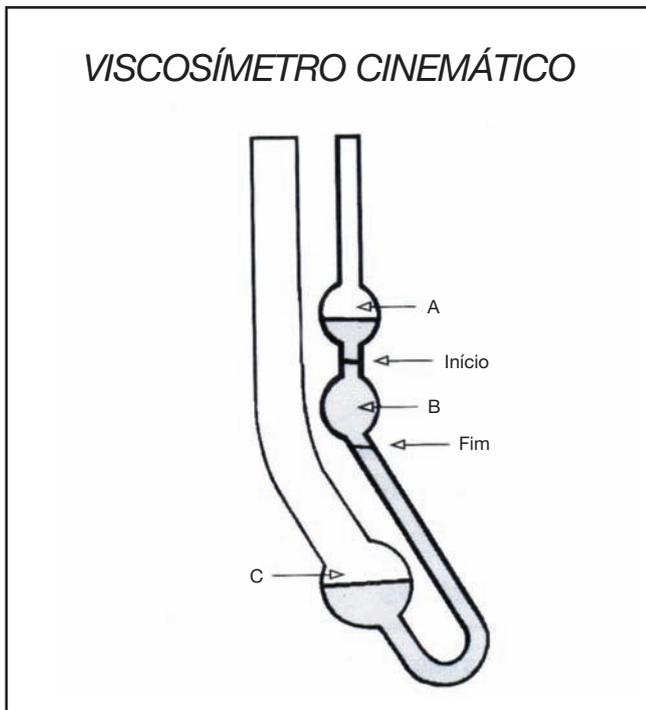


Fig. III.c: Viscosímetro Cinemático

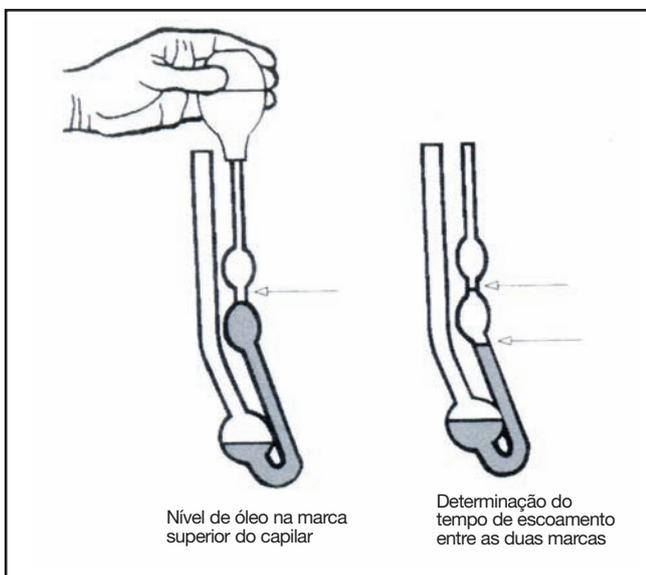


Fig. III.d: Viscosímetro Cinemático

PRINCIPAIS PROPRIEDADES

Os lubrificantes apresentam certas características físicas e químicas que permitem avaliar seu nível de qualidade, bem como o controle de sua uniformidade. As principais propriedades estão relacionadas a seguir.

1) Viscosidade

A viscosidade de um fluido é a medida da sua resistência ao escoamento (fig. III.b). É a principal característica a ser observada na indicação correta do lubrificante a ser utilizado num certo sistema. A viscosidade é função inversa da temperatura. ° instrumento que mede a viscosidade denomina-se viscosímetro. Existem vários tipos de viscosímetros, entre eles podemos destacar:

- Viscosímetro Cinemático, é o aparelho atualmente adotado pela ISO, cuja unidade medida é o centiStokes (cSt) (fig.III.c e III.d);
- Viscosímetro Saybolt, foi o primeiro aparelho a ser utilizado, desenvolvido pelo americano de mesmo nome, cuja unidade de medida é o segundo Saybolt Universal (SSU) (fig.III.e);
- Viscosímetro Engeler, de origem alemã;
- Viscosímetro Redwood, de origem inglesa.

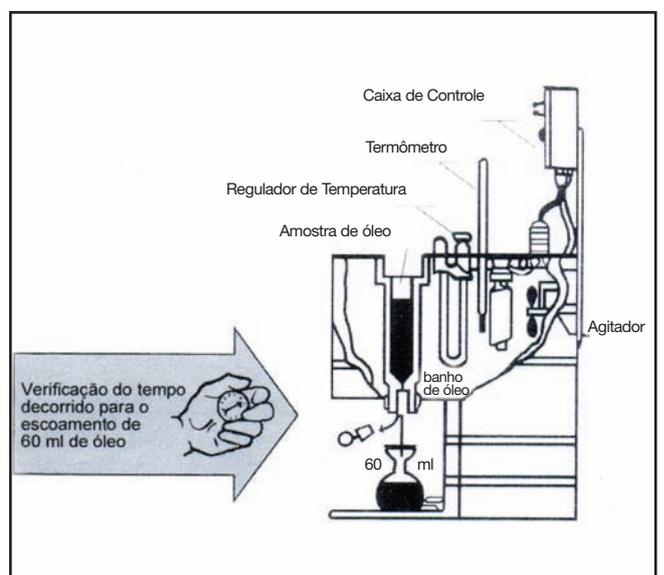


Fig. III.e: Viscosímetro Saybolt

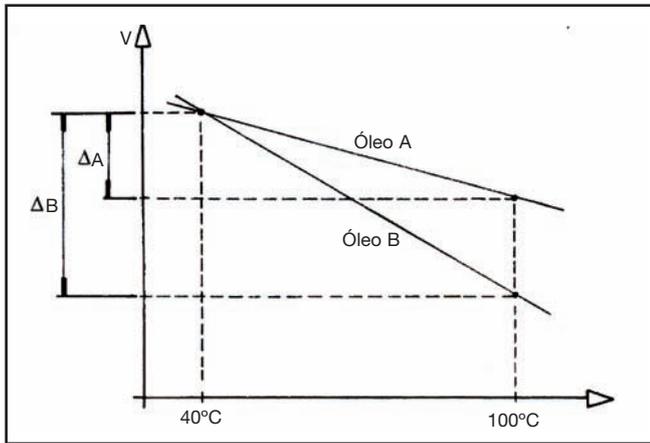


Fig. III.f: Índice de Viscosidade

2) Índice de Viscosidade

O Índice de Viscosidade (IV) é um número adimensional que indica a taxa de variação da viscosidade de um óleo quando se varia a temperatura. Um alto IV indica que esta taxa de variação é pequena, significando que sua viscosidade é mais estável às variações térmicas. No gráfico abaixo, o óleo A apresentou uma menor variação na sua viscosidade para uma mesma variação de temperatura em relação ao óleo B, portanto o óleo A possui maior IV (fig. IIU).

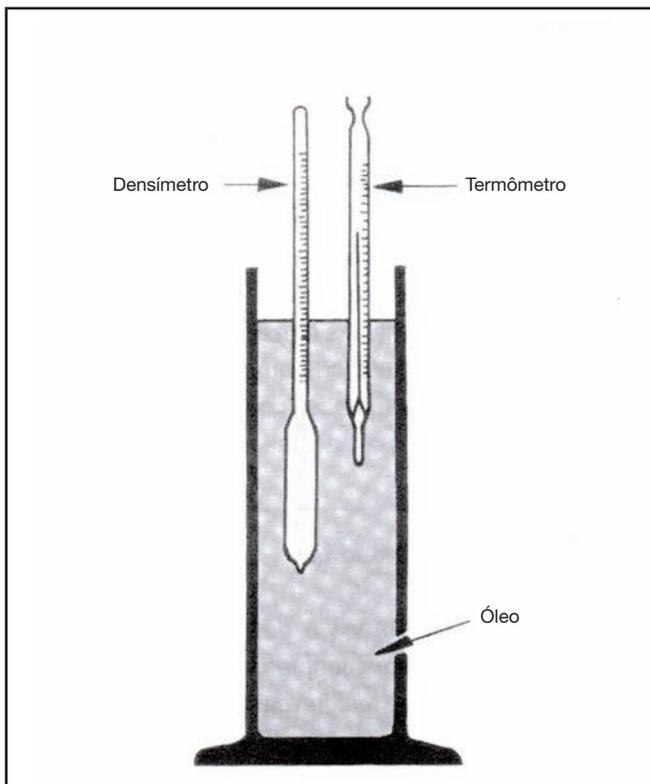


Fig. III.g: Densímetro manual

3) Densidade

A densidade é definida como sendo a relação entre a massa e o volume de uma substância numa determinada temperatura (fig. III.g).

4) Cor

É determinada por um equipamento chamado colorímetro óptico, através da comparação amostra com padrões de cores. A sua determinação isoladamente não tem relação com a sua performance em operação.

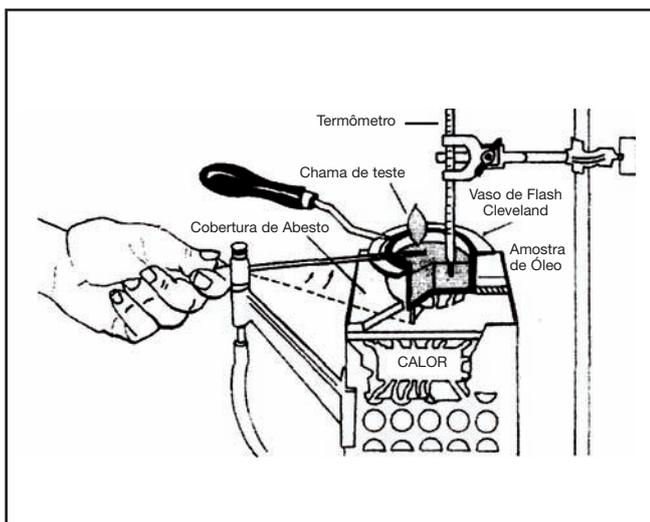


Fig. III.h: Ponto de Fulgor Vaso Aberto

5) Ponto de Fulgor

o ponto de fulgor é a temperatura em que o óleo, quando aquecido em condições padrões, desprende vapores que se inflamam momentaneamente ao contato com uma chama piloto. A contaminação de lubrificantes usados em motores de combustão interna com o combustível resu~ na queda acentuada do ponto de fulgor (fig. III.h).



Fig. III.i: Ponto de mínima fluidez

6) Ponto de Fluidez

Ponto de mínima fluidez é a menor temperatura na qual o lubrificante ainda flui nas condições do teste (fig. III.i).

7) Acidez e Basicidade

A acidez ou basicidade de um óleo podem ser expressas pelos números:

- Número de Acidez Total (TAN): É a quantidade de base, expressa em miligramas de KOH, necessária para neutralizar todos os componentes ácidos presentes em 1 g de óleo.

- Número de Basicidade Total (TBN): É a quantidade de ácido expressa em correspondentes miligramas de KOH, necessários para neutralizar todos os componentes alcalinos presentes em 1 g de óleo.

Em óleos usados, um acréscimo na acidez pode significar contaminação externa ou um acelerado processo de oxidação, já que essa reação libera produtos ácidos. Já um decréscimo no TBN representa a degradação do aditivo, em virtude do ataque dos componentes ácidos, e o valor do TBN indicará o quanto ainda resta de reserva alcalina.

8) Teor de Cinzas

a) Teor de Cinzas Simples

o teor de cinzas simples representa, em termos percentuais, o peso final das cinzas formadas após a queima, seguida da calcinação da amostra, em relação ao peso antes da queima. As cinzas são resultantes da presença de aditivos metálicos ou partículas metálicas provenientes de desgaste mecânico ou se a amostra está contaminada por impurezas de bases inorgânicas.

b) Teor de Cinzas Sulfatadas

o teor de cinzas sulfatadas é determinado de forma semelhante ao das cinzas simples; a única diferença é que antes da calcinação o resíduo carbonoso é umedecido com ácido sulfúrico.

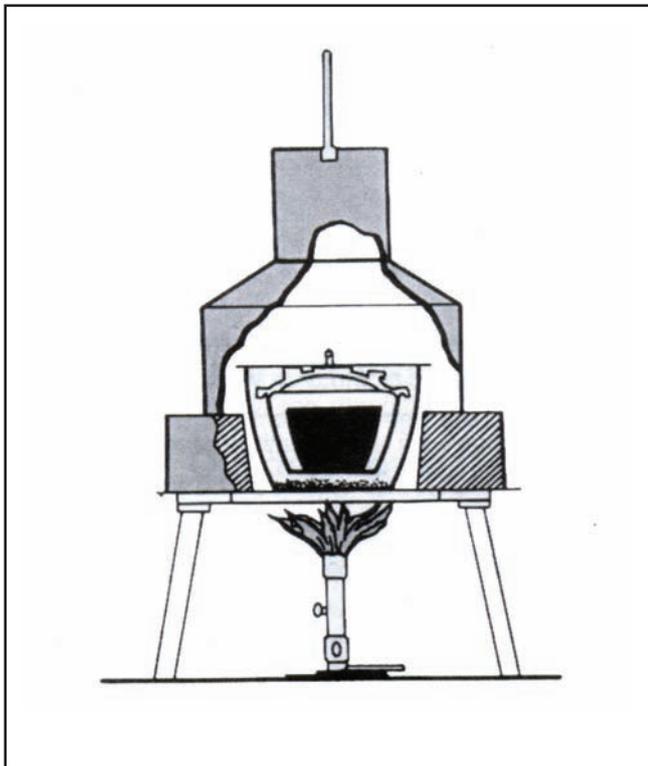


Fig. III.j: Resíduo de Carbono

9) Resíduo de Carbono

O resíduo de carbono de um óleo é a percentagem de resíduos que o óleo poderia deixar quando submetido a evaporação por altas temperaturas na ausência de oxigênio. O resultado deste ensaio não pode ser analisado separadamente (fig.III.j).

10) Demulsibilidade

Demulsibilidade é a capacidade que os óleos possuem de se separarem da água.

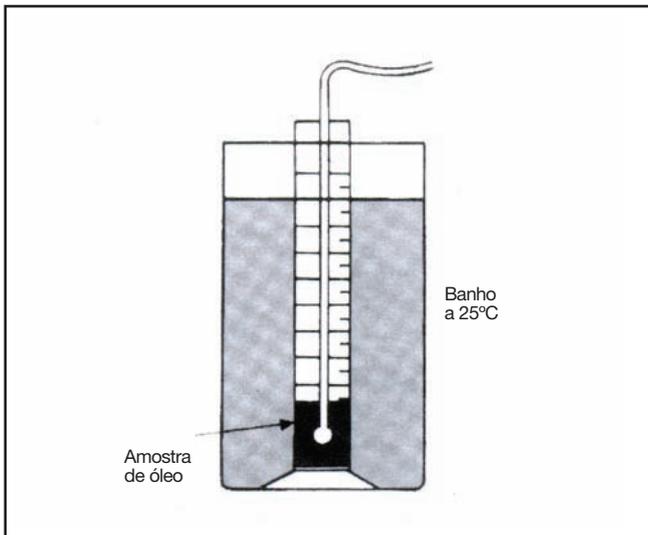


Fig. III.k: Teste de espuma

11) Espuma

A formação de espuma é indesejável, pois resulta em lubrificação ineficiente, fluxo deficiente de óleo, menor transferência de calor e falhas de transmissão de força em sistemas hidráulicos. A espuma só será formada pela introdução de ar ou gás dentro do reservatório ou das linhas onde se encontra o fluido (fig./II.k).

12) Ponto de Anilina

Menor temperatura na qual o lubrificante é miscível com igual volume de anilina. Este teste confirma se o óleo básico é de origem parafínica ou naftênica e indica também o nível de compatibilidade do lubrificante com borracha, pois se o mesmo for de origem naftênica haverá tendência ao ataque.

13) Extrema Pressão

O aditivo proporciona ao lubrificante uma propriedade que evita as micro-soldas (micro-caldeamento) entre as superfícies em movimento relativo, mesmo quando a película de óleo for rompida pela ação de elevadas pressões. A ação deste aditivo pode ser química e/ou física (mecânica) (fig.III.I).

14) Saponificação

É um índice que identifica a quantidade de óleo graxo (gordura/óleo) presente em um óleo composto.

15) Resistência a Oxidação

Determina a tendência do lubrificante a se oxidar sob a presença de oxigênio sob pressão e altas temperaturas.

16) Corrosão

Avalia a intensidade do ataque, sob condições específicas de serviço, dos aditivos presentes nos lubrificantes, a base de cloro, enxofre e sais orgânicos em metais e ligas.

17) Insolúveis

Determina o teor de contaminantes externos e produtos da oxidação do óleo usado, ou seja, avalia o teor de impurezas.

18) Detergência

Capacidade do lubrificante em manter limpas as superfícies em que está em contato, através do controle da formação de resíduos, lacas, vernizes e borras.

19) Dispersância

Capacidade de manter suspensas as impurezas presentes no sistema, nas menores dimensões possíveis.

20) Oleoginiosidade ou Poder Lubrificante

Capacidade do lubrificante em manter resistente a sua película durante o processo de lubrificação.

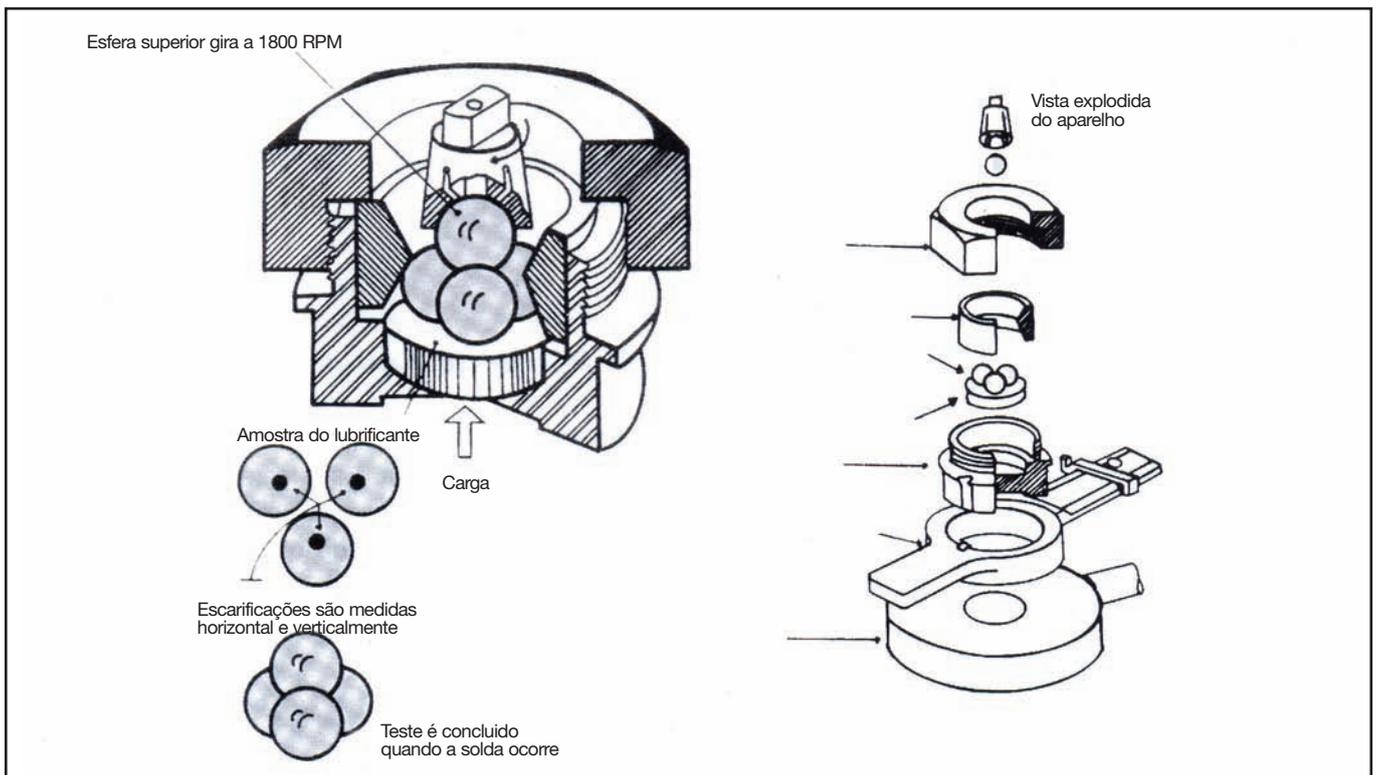


Fig. III.I: Extrema pressão

É uma combinação de um fluido com um espessante, resultando em um produto homogêneo com qualidades lubrificantes.

GRAXA = ESPESSANTE + FLUIDO LUBRIFICANTE + ADITIVOS

Quadro Comparativo dos Principais Tipos de Graxa:

TIPO DE ESPESSANTE	RESISTÊNCIA À OXIDAÇÃO	RESISTÊNCIA À OXIDAÇÃO DO CALOR	BOMBEABILIDADE	CUSTO
Sódio	Baixa	Alta	Baixa	Baixo
Cálcio	Alta	Baixa	Média	Baixo
Lítio	Alta	Alta	Ótima	Médio
Bentonita	Média	Alta	Média	Alto

Este quadro (tab. IV - a) demonstra genericamente a performance de uma graxa, sendo que na prática isto dependerá do sabão, do método da fabricação, dos aditivos e do fluido lubrificante utilizado.

PRINCIPAIS PROPRIEDADES

a) Consistência

É a resistência à penetração oferecida por uma graxa (fig. IV.b). O ensaio consiste em se fazer penetrar um cone padrão em uma graxa em condições padrões. De acordo com o resultado do teste de penetração trabalhada, a graxa receberá sua classificação NLGI (tabela IV.c).

b) Ponto de Gota

É a temperatura em que o fluido lubrificante começa a se separar do espessante. Não se deve utilizar a graxa a temperaturas acima do ponto de gota, pois a lubrificação será ineficiente (fig. IV.d).

c) Estabilidade Mecânica

Indica a capacidade da graxa em resistir ao cisalhamento.

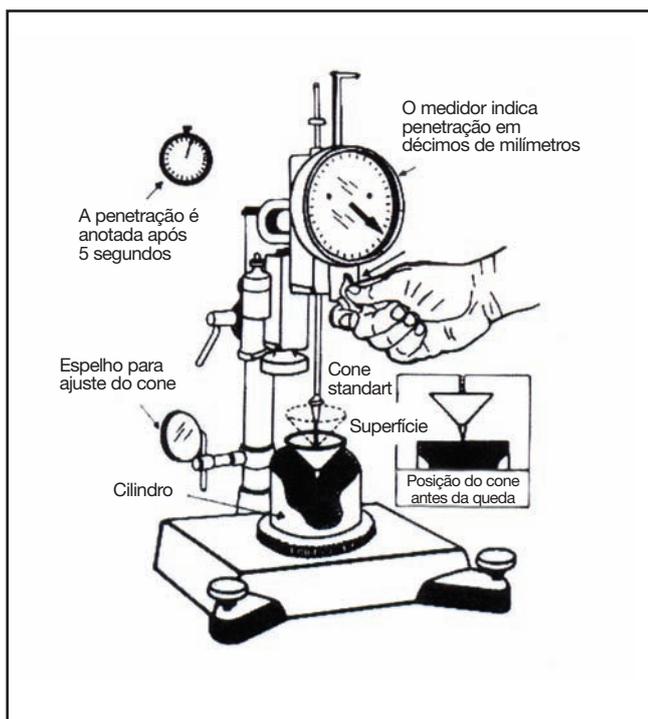


Fig. IV.b: Penetrômetro - Teste da consistência

Classe NLGI	Penetração Trabalhada DIN 51.804/1(0,1mm)	Estrutura	Aplicação
000 00 0	445-475 400-430 355-385	Extremamente fluída Fluída Quase fluída	Principalmente para engrenagens
1 2 3	310-340 265-295 220-250	Muito macia Macia Macia	Lubrificação de rolamento e de deslizamento
4 5 6	175-205 130-160 85-115	Dura Muito dura Extremamente dura	Vedação em labirinto

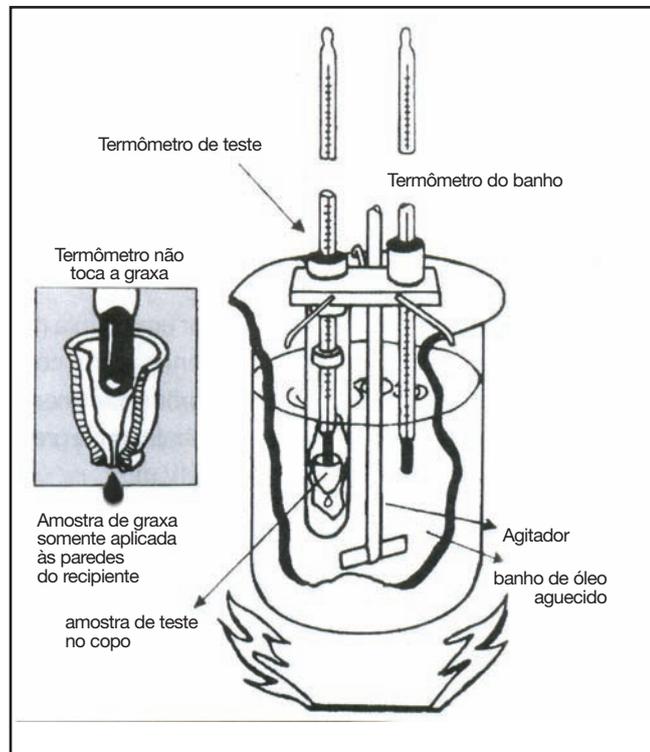


Fig. IV.d: Ponto de Gota

d) Extrema-Pressão

Indica a capacidade da graxa em suportar altas cargas (pressões) sem permitir desgaste ou transferência metálica das peças lubrificadas.

e) Resistência à Oxidação

Mede a capacidade da graxa em resistir à oxidação, em presença de oxigênio sob altas temperaturas e ou pressões.

f) Resistência à Água

A resistência da graxa ao efeito de lavagem pela água pode ser medida pela quantidade de graxa perdida por um rolamento em funcionamento e sujeito a um jato de água.

Alguns produtos químicos são misturados aos lubrificantes a fim de melhorar a eficiência dos mesmos, ou proporciona novas propriedades especiais, a estes produtos chamamos de aditivos.

Os principais aditivos são:

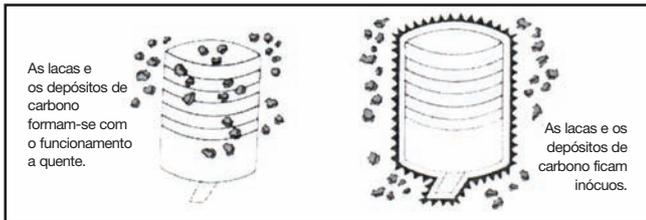


Fig. V.a: Detergentes

-Detergentes: Propiciam a redução na tendência de se formarem depósitos, minimizando formação de borras e lacas, auxiliando assim, na manutenção da limpeza das superfícies metálicas (fig. V.a).



Fig. V.b: Dispersantes

-Dispersantes: Mantêm em suspensão, nas menores dimensões possíveis, os produtos da oxidação e outros contaminantes, contribuindo para limpeza das superfícies metálicas (fig. V.b).



Fig. V.c: Antioxidantes

-Antioxidantes: Eles quebram a seqüência das reações em cadeia do processo de oxidação, formando produtos estáveis retardando a oxidação do óleo, podendo até funcionar com passivador de metal (fig. V.c).

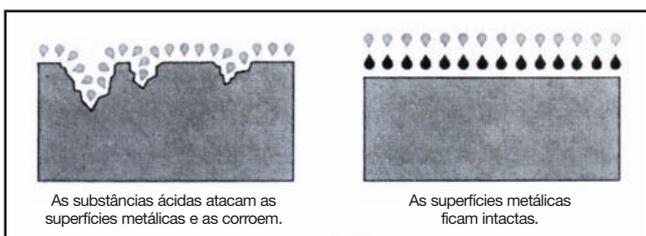


Fig. V.d: Inibidores de Corrosão

-Inibidores de Corrosão: Protegem as superfícies metálicas contra agentes corrosivos provenientes da oxidação do óleo e dos produtos da queima incompleta do combustível (em motores de combustão interna), além da umidade (fig. V.d).

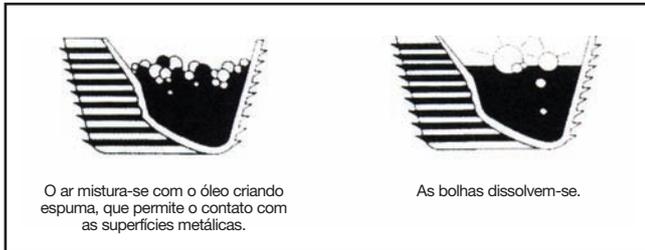


Fig. V.e: Anti-espuma



Fig. V.f: Melhoradores do I.V.

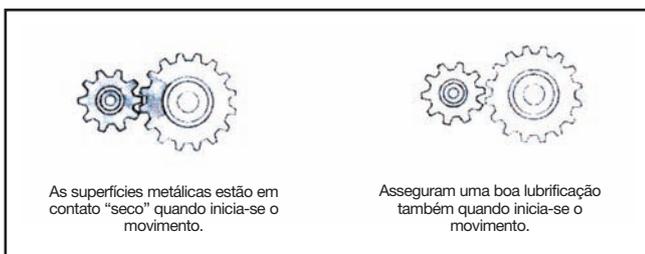


Fig. V.g: Agentes de Oleosidade

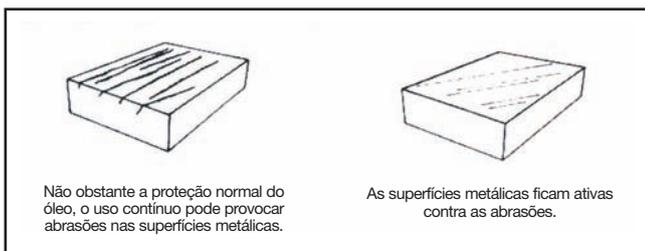


Fig. V.h: Anti-desgaste e extrema-pressão

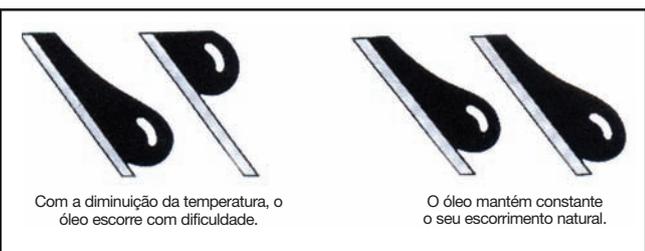


Fig. V.i: Abaixadores do Ponto de Fluidez

-Anti-espuma: Atuam na superfície das bolhas, de forma que elas se quebrem (fig. V.e).

-Melhoradores do Índice de Viscosidade: São polímeros que com a variação da temperatura alteram sua estrutura molecular, fazendo com que a variação da viscosidade com a temperatura seja reduzida (fig.V.f).

-Agentes de Adesividade: São polímeros, orgânicos, com propriedades acentuadas de adesão e coesão, conferindo ao lubrificante maior capacidade de aderência a superfícies metálicas (fig. V.g).

-Agentes de Oleosidade: Diminuem o coeficiente de atrito em condições limites de lubrificação (fig. V.g).

-Anti-desgaste e extrema-pressão: Nos casos em que houver a quebra da película lubrificante, eles atuam reagindo com o metal, produzindo uma fina camada que evita o contato entre as superfícies e diminui o atrito (fig. V.h).

-Abaixadores do Ponto de Fluidez: Forma uma película protetora na superfície dos cristais recém-formados, impedindo seu crescimento e a aglomeração de um cristal com o outro (fig. V.i).

VI - ÓLEOS SOLÚVEIS



Fig. VI.a: Torno de usinagem CNC

O óleo solúvel é de vital importância para a produção em vários setores da indústria mecânica. É muito utilizado em máquinas ferramentas como: retíficas, centros de usinagem, mandrilhadeiras, rosqueadeiras, laminação / trefilação de metais, etc.

A função do óleo solúvel:

A função específica do óleo solúvel é a redução do calor produzido entre a ferramenta de corte e a peça que está sendo usinada / conformada através da remoção de material e da geração de cavacos. O atrito peça / ferramenta produz temperaturas elevadas, havendo portanto, a necessidade da utilização de um fluido refrigerante.

Sistema de filtragem:

Devemos utilizar um sistema de filtragem eficiente, uma vez que a cada instante tem-se um aumento gradativo de resíduos (desbaste de peças) no circuito de refrigeração. Estas partículas diminuem a qualidade do produto acabado, a vida útil da ferramenta e do óleo solúvel. O acúmulo de óleo solúvel no reservatório da máquina ferramenta proporciona o crescimento de bactérias e outros tipos de contaminantes, causando um odor desagradável e característico.

O óleo solúvel é um elemento essencial para a qualidade final do produto acabado, além de prolongar a vida útil das ferramentas de corte.

VII - MÉTODO DE APLICAÇÃO

Os métodos de aplicação de óleos lubrificantes estão relacionados abaixo.

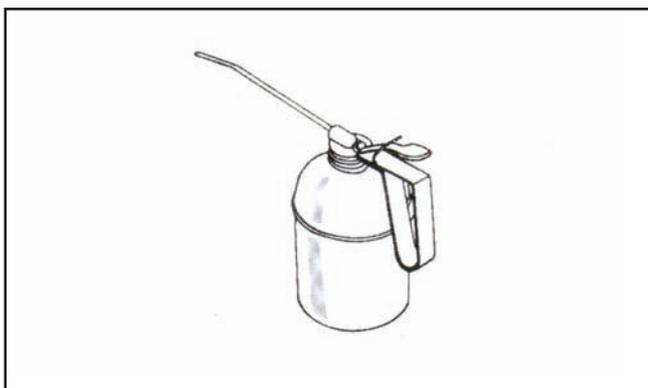


Fig. VII.a: Almotolia

a) Almotolia

Aplica-se diretamente o óleo em engrenagens abertas, correntes, cabos de aço e mancais pequenos e com pouca rotação. É um método simples, porém, por ser manual, pode não adicionar a quantidade necessária ou adicionar lubrificante em excesso (fig. VI.a).

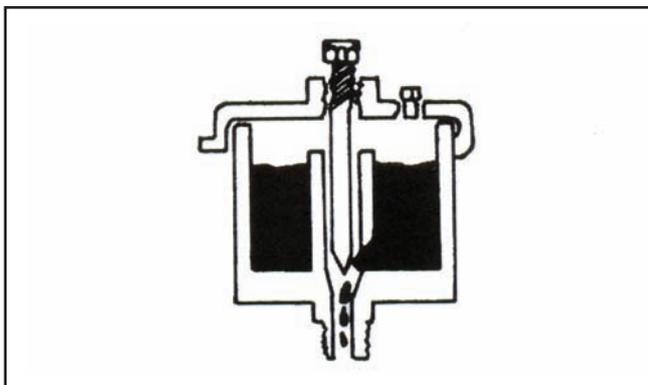


Fig. VII.b: Copo Conta-Gotas

b) Copo Conta-Gotas

O óleo contido no reservatório que passa através de uma válvula de agulha, goteja sobre a superfície a ser lubrificada, geralmente mancais planos, correntes, engrenagens ou compressores. A regulagem da válvula permite um suprimento de óleo mais constante e um controle da quantidade de lubrificante adicionada (fig. VI.b).

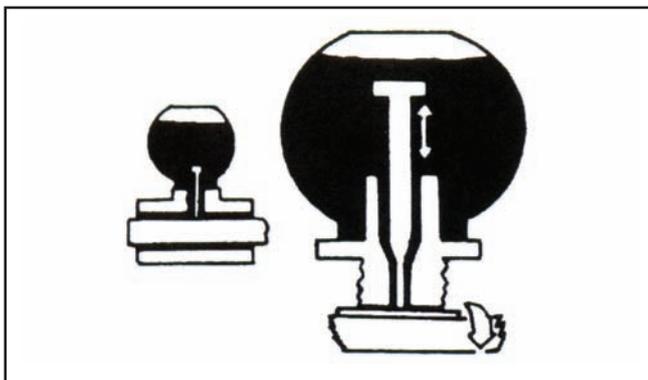


Fig. VII.c: Copo com Vareta

c) Copo com Vareta

Este método é aplicado em mancais com carga leve e baixas rotações e consiste de um reservatório contendo uma haste cuja extremidade toca no eixo. O eixo é lubrificado pela passagem do óleo quando a haste vibra pela rotação do eixo. O fornecimento do lubrificante é contínuo e automático (fig. VI.c).

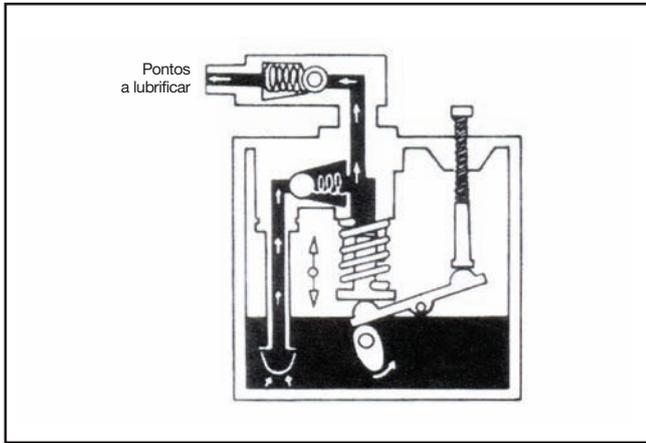


Fig. VII.d: Lubrificador Mecânico

d) Lubrificador Mecânico

Este sistema é utilizado principalmente para a lubrificação de cilindros de máquinas a vapor e de compressores. O lubrificante é fornecido em quantidade bem controlada e esta quantidade pode ser regulada de acordo com a necessidade (fig. VI.d).

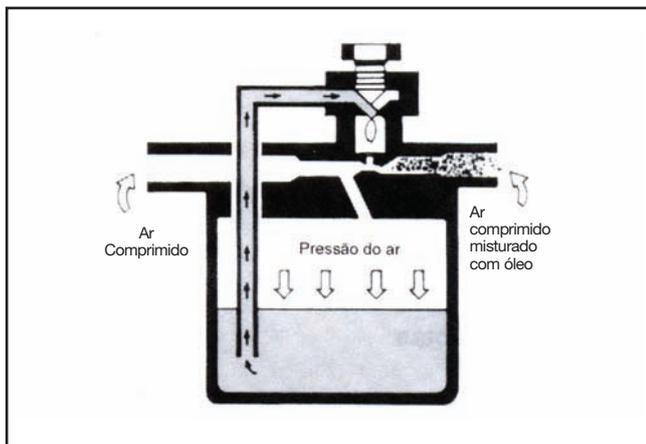


Fig. VII.e: Lubrificador à Névoa

e) Lubrificador à Névoa

O óleo é arrastado por um fluxo de ar até as partes a serem lubrificadas, que geralmente são cilindros, mancais, correntes, válvulas, etc. (fig. VI.e).

f) Lubrificador Hidrostático

Este sistema é utilizado na lubrificação de cilindros de máquinas a vapor, onde a pressão produzida pelo vapor faz com que o óleo seja arrastado pela linha de vapor, lubrificando as paredes do cilindro (fig. VI.f).

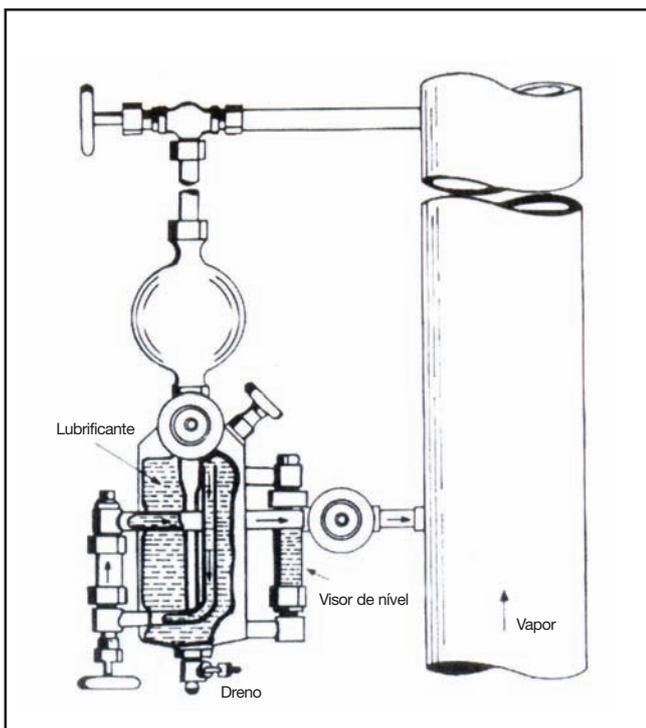


Fig. VII.f: Lubrificador Hidrostático

g) Lubrificação Forçada

Neste sistema o óleo é bombeado para as partes a serem lubrificadas. Quando o óleo retorna ao reservatório, a lubrificação é dita por circulação e se o lubrificante não for reutilizado, a lubrificação é por perda (fig. VI.g).

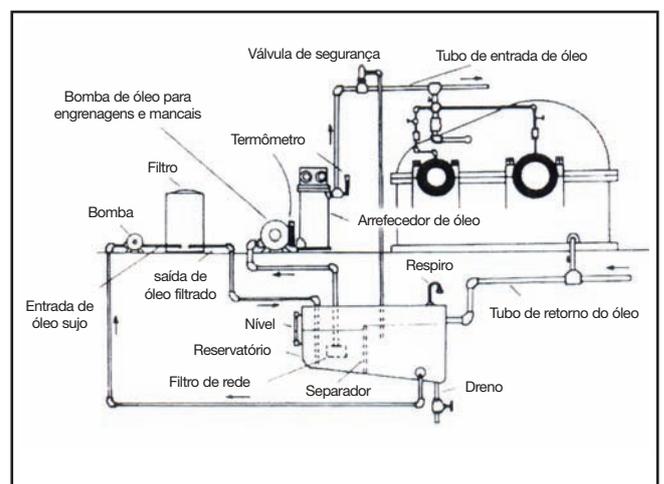


Fig. VII.g: Sistema de Lubrificação Forçada

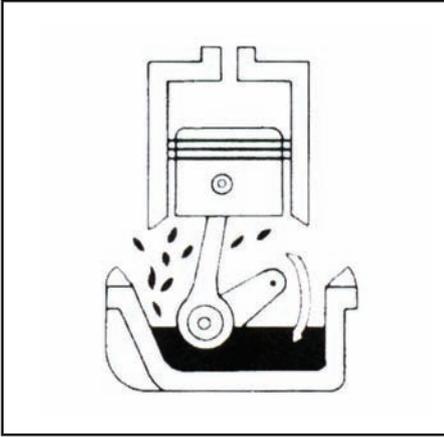


Fig. VII.h: Lubrificador por Salpico

h) Lubrificação por Salpico

As partes móveis em contato com o lubrificante, quando movimentadas, salpicam o lubrificante nos mancais e engrenagens que estão dentro do mesmo sistema. É um sistema econômico e eficiente (fig. VI.h).

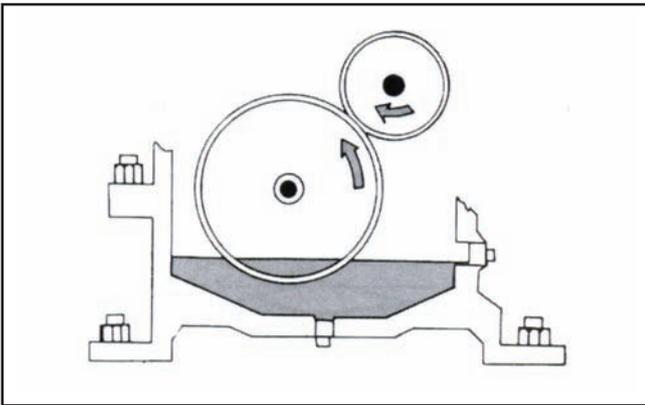


Fig. VII.i: Lubrificador por Banho

i) Lubrificação por Banho

As peças, normalmente, engrenagens, encontram-se submersas total ou parcialmente no lubrificante (fig. VI.i).

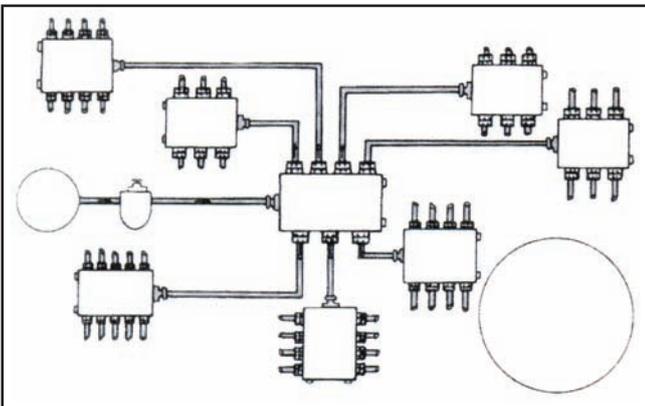


Fig. VII.j: Sistema Centralizado de Lubrificação

j) Sistema Centralizado de Lubrificação

Permite a lubrificação de um elevado número de pontos com a quantidade certa de lubrificantes no período correto, proporciona assim, redução da mão-de-obra de lubrificação (fig. VI.j).

A seguir estão enumerados os sistemas de aplicação de graxa.

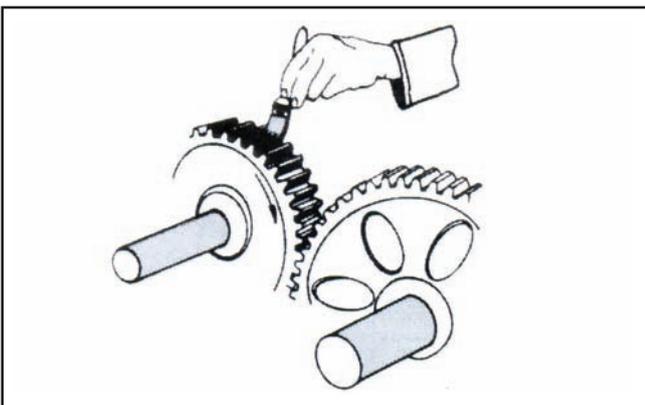


Fig. VII.k: Aplicação Manual

h) Lubrificação por Salpico

As partes móveis em contato com o lubrificante, quando movimentadas, salpicam o lubrificante nos mancais e engrenagens que estão dentro do mesmo sistema. É um sistema econômico e eficiente (fig. VI.h).

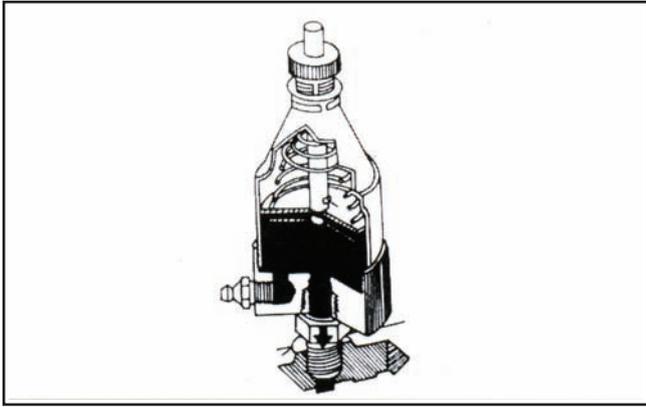


Fig. VII.l: Copo Graxeiro

b) Copos Graxeiros

o copo é enchido com graxa e, ao se girar a tampa, a graxa é impelida pelo orifício localizado na parte inferior do copo (fig. VI.l).

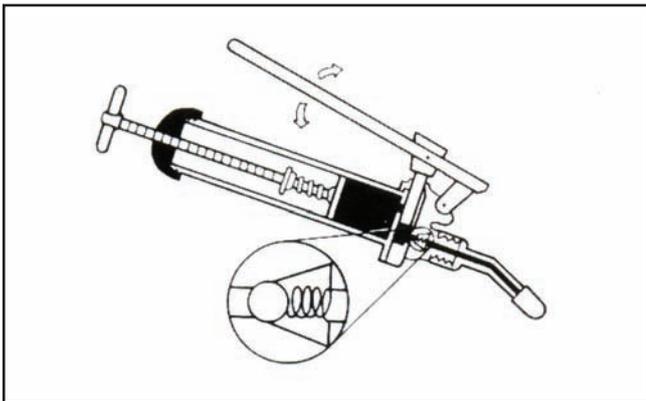


Fig. VII.m: Pistola Graxeira

c) Pistolas Graxeiras

Elas são utilizadas para forçar a graxa através dos pinos graxeiros, e esta geração pode ser feita manualmente ou através de ar comprimido ou ainda através de bombas elétricas (fig. VI.m).

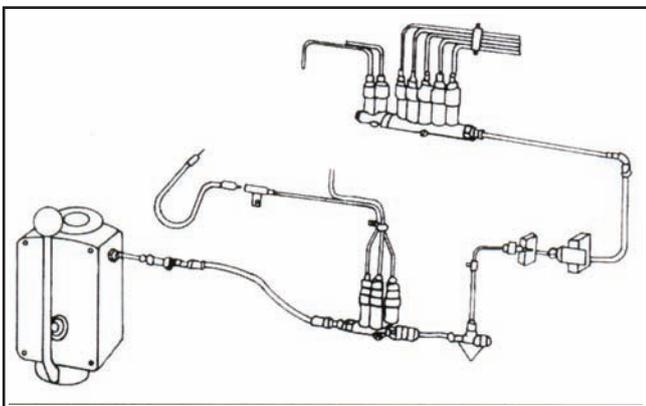


Fig. VII.n: Sistema Centralizado Manual

d) Sistema Centralizado de Lubrificação Graxa

Este sistema possibilita lubrificar simultaneamente a um elevado número de pontos, com quantidade necessária e na frequência correta, reduzindo, assim, a mão-de-obra de lubrificação. É constituída de bombas, manômetros, válvulas, conexões e reservatórios (fig. VI.n e figo VI.o).

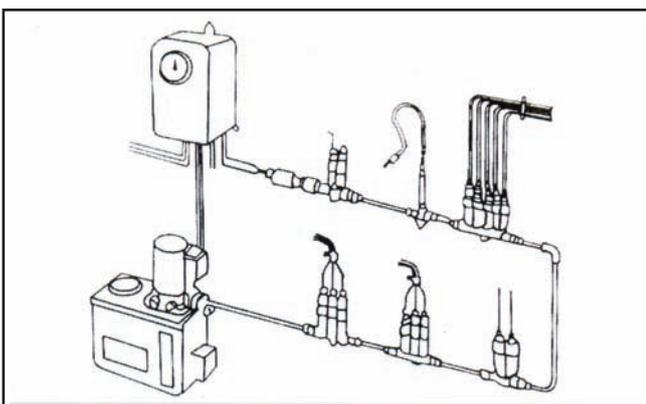


Fig. VII.o: Sistema Centralizado Automático

VIII - MÁQUINAS E SEUS COMPONENTES

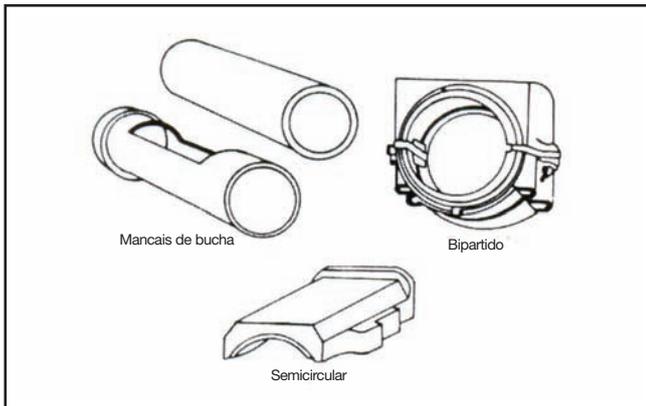


Fig. VIII.a: Mancais Planos

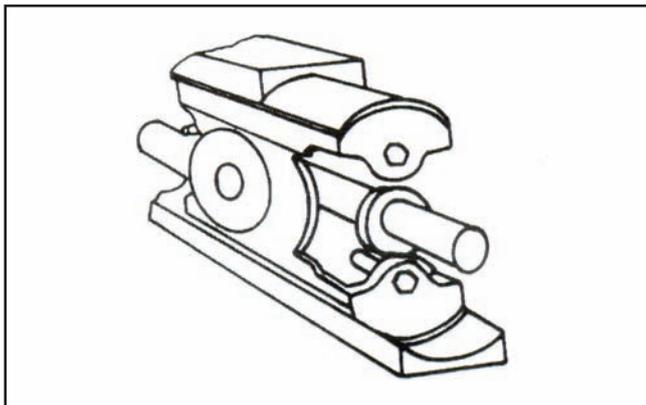


Fig. VIII.b: Mancais de Guia

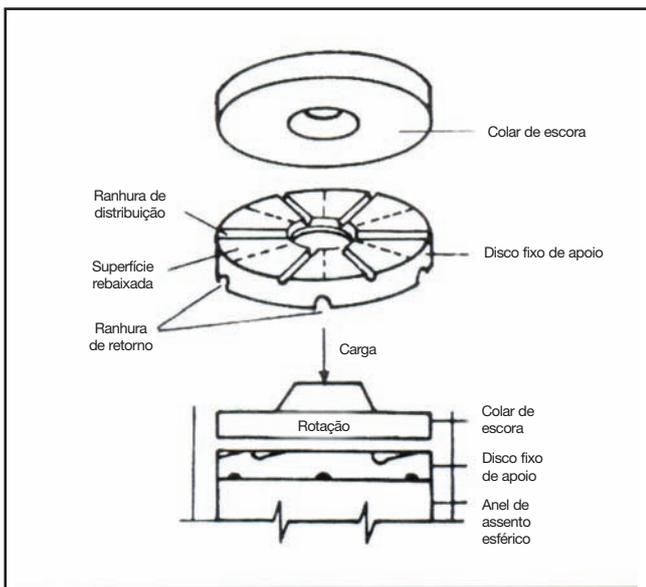


Fig. VIII.c: Mancais de Escora

1 - Mancais

São elementos que funcionam como suportes ou guias das partes móveis das máquinas. De acordo com o tipo de movimento relativo entre a parte móvel e o mancal, este será chamado de deslizamento ou de rolamento.

- Mancal de Deslizamento (ou fricção)

Mancais onde o deslizamento representa o movimento relativo principal entre a parte móvel, quase sempre um eixo, e o mancal. Estes mancais podem ser subdivididos em: planos, de guia e de escora. Os mancais planos são aqueles que suportam uma força perpendicular ao eixo (fig. VII.a). Os mancais de guia tem como função evitar o desalinhamento do eixo (fig. VII.b). Já os mancais de escora ou encosto são aqueles destinados a absorver cargas axiais (fig. VII.c).

- Mancais de Rolamento (ou anti-fricção)

Mancais onde a principal forma de movimento entre as superfícies é o rolamento. São constituídos de dois cilindros concêntricos e entre eles existem espaçadores e elementos rolantes. Os elementos rolantes dos mancais de rolamento podem ser rolos cônicos, rolos cilíndricos ou esferas rolos e estes podem ser cônicos ou cilíndricos (fig. VII.d).



Fig. VIII.d: Mancais de Rolamento

RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS NA LUBRIFICAÇÃO A ÓLEO

- adicionar o lubrificante correto e na quantidade adequada;
- verificar o nível de lubrificante periodicamente e completá-lo quando necessário;
- deixar os filtros limpos;
- verificar as pressões e as temperaturas dos dispositivos de lubrificação;

RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS NA LUBRIFICAÇÃO A GRAXA

- montar os rolamentos, ocupando com graxa não mais do que 2/3 do espaço vazio;
- limpar o pino graxeiro antes da aplicação por pistola e ainda verificar se toda a graxa velha foi retirada;
- deve-se encher o copo graxeiro, periodicamente;
- em sistemas centralizados, deve-se verificar a quantidade de graxa no reservatório e sua pressão, e ainda garantir a desobstrução das linhas de distribuição.

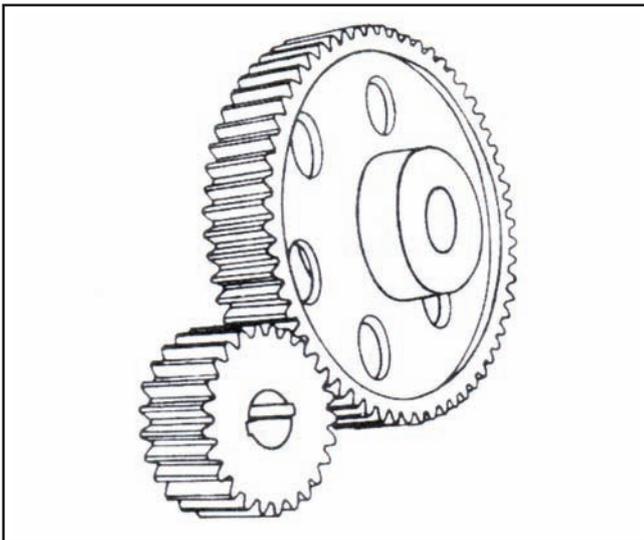


Fig. VIII.e: Engrenagens Cilíndricas de dentes retos

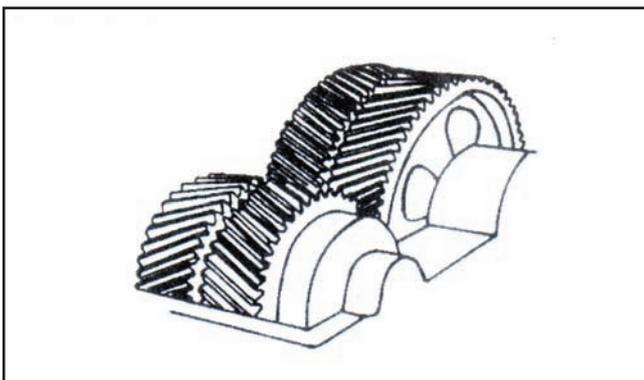


Fig. VIII.f: Engrenagens Cilíndricas de dentes helicoidais

2 - Engrenagens

As engrenagens são elementos de máquina que possibilitam transmitir movimentos e força, ou seja, com elas é possível reduzir ou elevar velocidades, mudar o sentido de rotação e a direção do movimento.

a) Engrenagens Cilíndricas

São empregadas na transmissão de eixos paralelos, e cujos dentes são cortados paralelos ao eixo da engrenagem. São usadas em condições moderadas de carga e velocidade. As engrenagens cilíndricas podem ser de dentes retos ou helicoidais. As de dentes retos são de fácil confecção, porém, devido ao engrenamento intermitente, ocorre concentração da carga em cada dente, elevando o ruído (fig. VII.e). Já as de dentes helicoidais trabalham de modo mais suave que as dentes retos e podem ser utilizadas com velocidades e ou cargas mais elevadas. As helicoidais podem ser helicoidal simples ou bi-helicoidal. A primeira resulta em um empuxo axial, sendo necessário um mancal de escora e com as bi-helicoidal estes mancais são eliminados (fig. VIU).

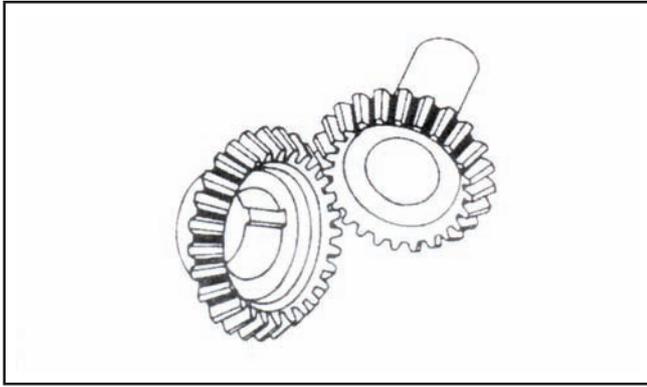


Fig. VIII.g: Engrenagem Cônica de dentes retos



Fig. VIII.h: Engrenagem Cônica de dentes helicoidais

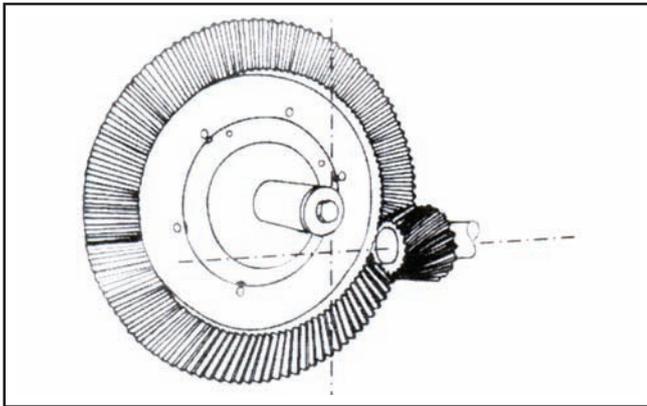


Fig. VIII.i: Engrenagens Hipóides

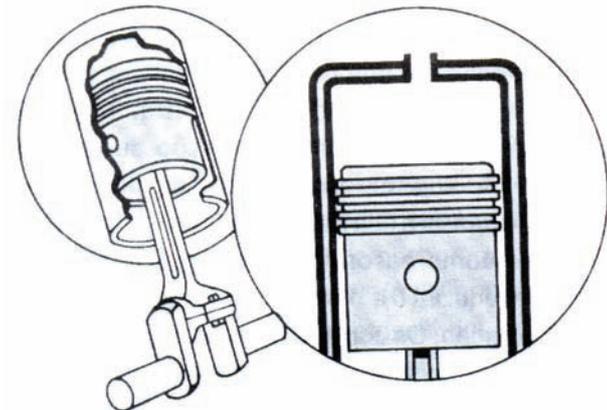


Fig. VIII.k: Cilindro e seus componentes

b) Engrenagens Cônicas

São empregadas na transmissão entre eixos não paralelos. As cônicas podem ser de dentes retos, helicoidais ou hipóides. As de dentes retos são de fácil confecção, contudo suportam pequenas cargas (fig. VII.g). As de dentes helicoidais suportam cargas e rotações mais elevadas e são menos ruidosas (fig. VII.h). As engrenagens hipóides são empregadas na transmissão de movimento de eixos reversos; com grandes variações de velocidade e grandes capacidades de carga. São utilizadas nos diferenciais dos automóveis (fig. VII.i).

c) Engrenagens Sem-Fim-Coroa

Engrenagens onde o contato entre os dentes são muito desfavoráveis do ponto de vista da lubrificação, pois no ponto de contato ocorre puro deslizamento (fig. VII.j).

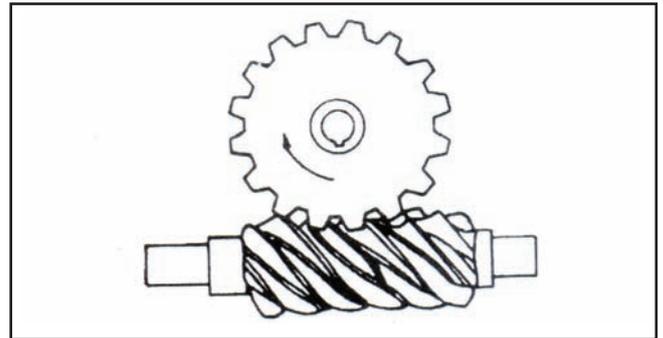


Fig. VII.j: Engrenagens sem fim/coroa

3 - Cilindros

Os cilindros são compostos por três partes: pistão, anéis e camisa (fig. pág. 86). As camisas são elementos cilíndricos ocos em cujo interior deslizam os pistões. Os anéis são elementos sei antes colocados em ranhuras no pistão entre o pistão e a parede, controlando a quantidade de óleo e transferindo o calor do pistão para as paredes.

Em sistemas hidráulicos, os cilindros transformam em movimento a pressão exercida por um fluido; em máquinas a vapor, transmitem energia, pela explosão do vapor; em compressores comprimem um fluido e em motores transmitem energia, resultante da combustão da mistura ar-combustível.

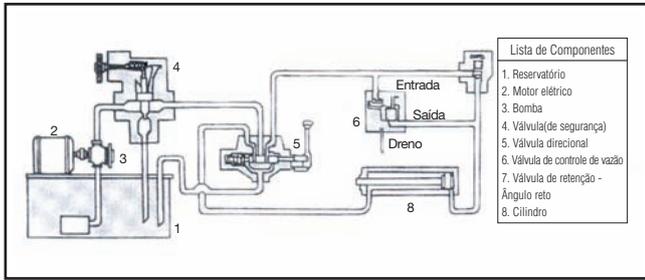


Fig. VIII.l: Sistema hidráulico

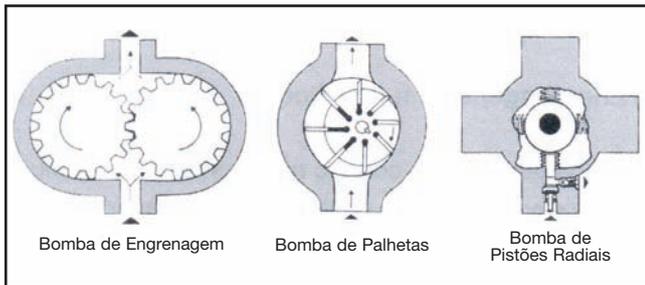


Fig. VIII.m: Bombas

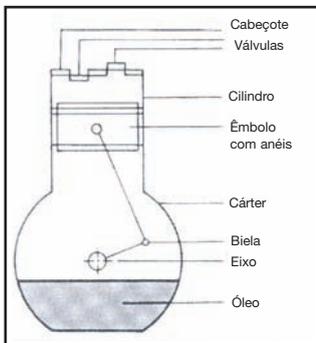


Fig. VIII.n: Compressor Alternativo

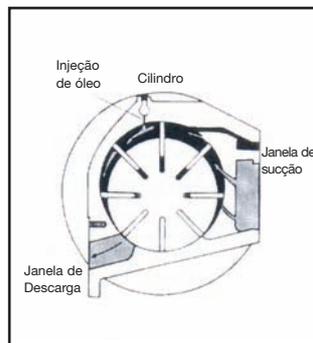


Fig. VIII.o: Compressor de Palhetas

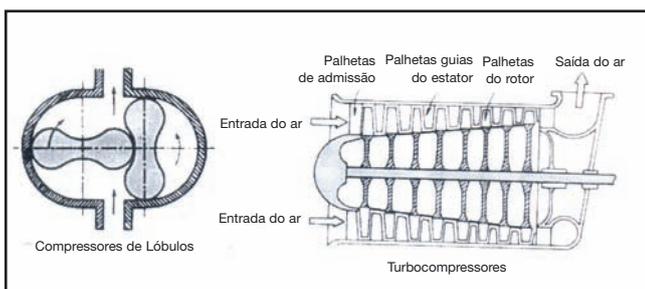


Fig. VIII.p: Compressores sem lubrificação interna

4 - Sistemas Hidráulicos

Os sistemas hidráulicos transmitem e transferem força e energia com a mínima exigência de espaço e pequena restrição na direção. E se dividem em hidrostáticos e hidrodinâmicos.

Os sistemas hidrostáticos transmitem força e energia através de pressão. Já os sistemas hidrodinâmicos utilizam o impacto de um líquido em movimento para acionar suas partes móveis. Um lubrificante para ser usado em sistemas hidráulicos deve apresentar viscosidade adequada, alto índice de viscosidade, excelente resistência à oxidação, propriedades anticorrosivas, elevada demulsibilidade e resistência à formação de espuma (fig. VII.l).

5 - Bombas

As bombas são elementos de máquinas que têm o objetivo de efetuar o deslocamento de um líquido. Os exemplos mais comuns de bombas são as de Engrenagem, de Palhetas e de Pistões Radiais (figs. VII.m).

6 - Compressores

Os compressores são máquinas que aumentam a pressão na qual o ar ou outro gás está sujeito. Quando a compressão é realizada por meio de redução de volume, o compressor é conhecido como volumétrico; já, quando a compressão é realizada por meio de um aumento de velocidade do ar (ou gás), o compressor é conhecido como dinâmico ou turbocompressor.

Os compressores volumétricos podem ser alternativos (de pistão) ou rotativos, e estes podem ser de lóbulos, palhetas ou parafusos.

A lubrificação dos mancais dos compressores volumétricos alternativos deve ser feita com uma grande quantidade de óleo, enquanto os cilindros e as válvulas devem receber uma quantidade mínima necessária, pois um excesso levará a formação de depósitos (fig. VII.n). Os compressores rotativos de palhetas possuem muitas partes móveis sujeitas a desgastes, sendo, então de grande importância a sua necessidade de lubrificação (fig. VII.o). Nos compressores rotativos de parafusos, o lubrificante reduzirá o atrito e refrigerará as engrenagens de sincronização. Os compressores rotativos de lóbulos e os turbocompressores não necessitam de lubrificação interna (fig. VII.p).

7 - Motores de Combustão Interna

São elementos de máquinas que utilizam diretamente a energia produzida pela queima do combustível para realização do trabalho. Os motores podem ser alternativos ou rotativos. Os alternativos quanto ao ciclo mecânico classificam-se como 4 tempos ou 2 tempos. Podendo ainda usar como combustível gasolina, álcool, gás combustível ou óleo diesel.

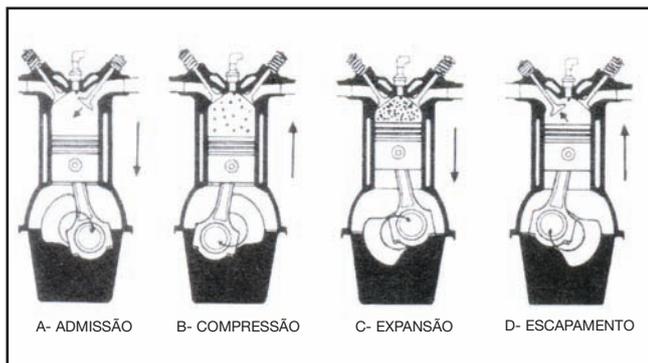


Fig. VIII.q: Motores 4 tempos a gasolina/álcool

Motores 4 tempos a álcool / gasolina

Os motores de 4 tempos a álcool/gasolina, apresentam o curso de admissão, compressão, explosão e descarga. No primeiro curso, a mistura ar/combustível é admitida na câmara de combustão e no segundo curso, a mistura é comprimida e no final da compressão é inflamada por uma faísca elétrica. No terceiro curso, o calor da combustão faz com que os gases se expandam, fazendo com que o pistão seja pressionado para baixo, produzindo trabalho e no último curso, gases de combustão são expelidos da câmara de combustão (fig. VII.q).

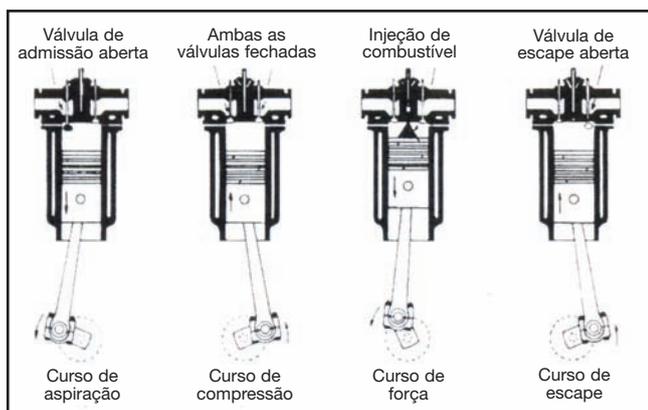


Fig. VIII.r: Motores 4 tempos a diesel

Motores 4 tempos a diesel

Os motores de 4 tempos a diesel compreendem os cursos de Admissão, Compressão, de Explosão e de Descarga. Os cursos são semelhantes aos dos motores a gasolina/álcool, diferenciando destes pelo fato de que somente o ar é admitido na câmara de combustão no 1º curso e o diesel só é injetado no 2º curso (fig. VII.r).

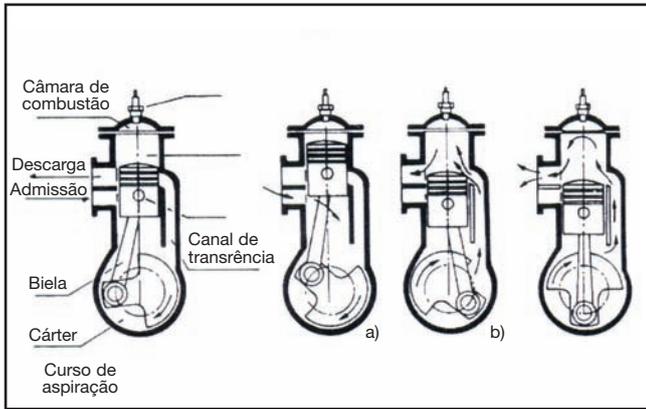


Fig. VIII.s: Motores 2 tempos a gasolina/álcool

Motores 2 tempos a álcool / gasolina

Nos motores de 2 tempos a gasolina ou álcool, a admissão e a compressão se realizam simultaneamente, durante o curso de subida, enquanto, os ciclos de explosão e de descarga, se realizam simultaneamente no curso de descida do pistão (fig. VII.s).

Motores 2 tempos a diesel

Os motores de 2 tempos a diesel são análogos aos motores de dois tempos a gasolina ou álcool, onde todo o ciclo se completa em dois cursos do pistão. No curso de compressão, o ar entra para encher a câmara de combustão e expelle os gases de combustão, para em seguida iniciar a compressão no final desse ciclo, o diesel começa a ser injetado e a mistura se inflama. No curso de força, cessa a injeção de diesel; a combustão, e explosão dos gases forçam o pistão para baixo, produzindo trabalho, para em seguida, expelir os gases de combustão e reiniciar o ciclo (fig. pago 98).

A tendência é os motores exigir cada vez mais do lubrificante. A principal função do lubrificante no motor é lubrificar, cabe a ele também vedar, resfriar, limpar e proteger contra corrosão.

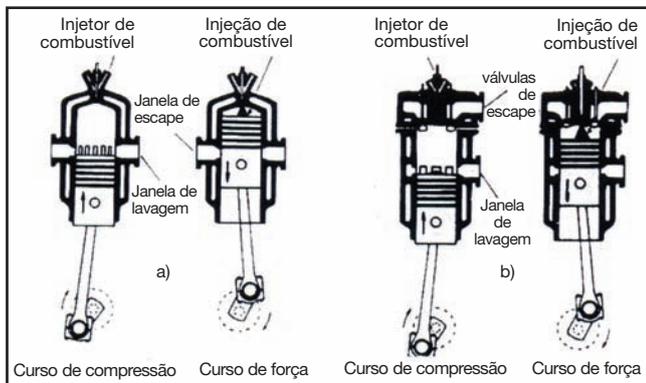


Fig. VIII.t: Motores 2 tempos a diesel

IX - CLASSIFICAÇÃO DOS LUBRIFICANTES

1 - Óleos Lubrificantes Automotivos

Classificação SAE

A Society of Automotive Engineers (SAE) classifica os óleos automotivos baseada exclusivamente na viscosidade, sendo esta determinada a 100°C.

A classificação SAE para óleos de motores é separada da classificação SAE para óleos de caixas de transmissão e diferenciais.

Classificação SAE para óleos de Motores:

Grau SAE	Viscosidade (cP) na temperatura °C máxima	Viscosidade (cSt) a 100°C
0W	6.200 a -35	> 3,8
5W	6.600 a -30	> 3,8
10W	7.000 a -25	> 4,1
15W	7.000 a -20	> 5,6
20W	9.500 a -15	> 5,6
25W	13.000 a -10	> 9,3
20	-	5,6 a 9,3
30	-	9,3 a 12,5
40	-	12,5 a 16,3
50	-	16,3 a 21,9
60	-	21,9 a 26,1

Classificação SAE para óleos de Caixas de Transmissão e Diferenciais:

Grau de Viscosidade SAE	Temperatura máx. para a viscosidade de 150.000 cP (°C) ^{1,2}	Viscosidade a 100° C (cSt) ³	
		Mín.	Máx.
70W	-55 ⁵	4,1	-
75W	-40	4,1	-
80W	-26	7	-
85W	-12	11	-
80	-	7	< 11
85	-	11	< 13,5
90	-	13,5	< 24
110	-	18,5	< 24
140	-	24	< 41
190	-	32,5	< 41
250	-	41	-

Lubrificantes Monoviscosos e Multiviscosos

Alguns óleos automotivos possuem um único grau SAE e são chamados de monoviscosos (monograu). Já outros possuem mais de um grau SAE. Esses óleos possuem uma aditivação especial para aumentar o índice de viscosidade e são denominados multiviscosos (multigrau). A vantagem do multiviscoso é que ele afina menos quando a temperatura aumenta e engrossa menos com a queda da temperatura.

Classificação API

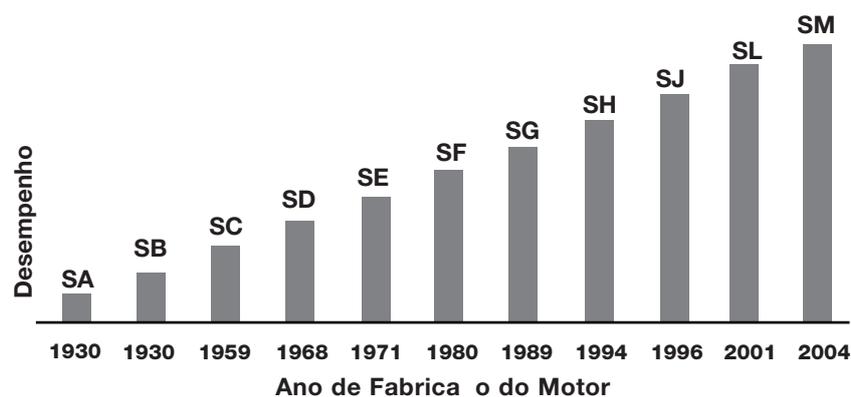
Já o American Petroleum Institute (API) e o American Society for Testing and Materials (ASTM) estabelecem o sistema API de classificação, baseado em características de desempenho e no tipo de serviço a que se destinam. Este é um sistema dinâmico, que permite acrescentar novas categorias.

A API classifica os óleos de motores a álcool, gasolina ou GNV separadamente dos óleos para motores a diesel e distintamente das transmissões automotivas.

Classificação API para Óleos de Motores a Álcool, Gasolina ou GNV

Categoria	Condição	Serviço
SM	Atual	Para todos os motores em uso atual, introduzida em 30 de Novembro de 2004, os óleos de classificação API SM, foram concebidos para promoverem mais resistência contra oxidação, contra formação de depósitos, melhor proteção antidesgaste e melhor performance em baixas temperaturas.
SL	Atual	Para todos os motores de automóveis atualmente em uso. Introduzido em 10 de julho de 2001. Os lubrificantes SL foram projetados para oferecer melhor controle de sedimentos a altas temperaturas, bem como um menor consumo de óleo. Alguns lubrificantes também podem às últimas especificações da ILSAC e/ou serem qualificados como conservadores de energia.
SJ	Atual	Para motores 2001 e mais antigos.
SH	Obsoleto	Para motores 1996 e mais antigos. Válido quando precedidos pela categoria atual C.
SG	Obsoleto	Para motores 1993 e mais antigos.
SF	Obsoleto	Para motores 1988 e mais antigos.
SE	Obsoleto	Para motores 1979 e mais antigos.
SD	Obsoleto	Para motores 1971 e mais antigos.
SC	Obsoleto	Para motores 1967 e mais antigos.
SB	Obsoleto	Para motores antigos. Use somente quando recomendado especificamente pelo fabricante.
SA	Obsoleto	Para motores antigos. Sem requisito de desempenho. Use somente quando recomendado especificamente pelo fabricante.

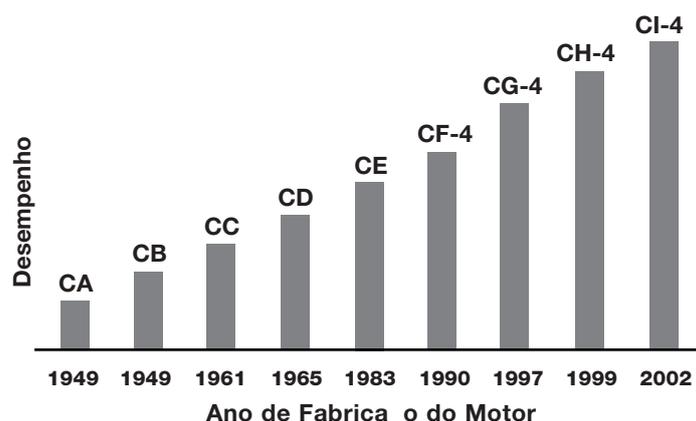
Serviço API Classificação S para Motores Gasolina / AEHC



Classifica o API para leos de Motores a Diesel

Categoria	Condição	Serviço
CI-4	Atual	Introduzido em 5 de setembro de 2002. Para motores de quatro tempos e alta rotação projetados para atender aos padrões 2004 de emissão de gases poluentes, implementados em 2002. Os lubrificantes CI-4 foram formulados para manter a durabilidade dos motores equipados com dispositivos de recirculação de gases de escape (EGR) e são destinados ao uso com combustíveis diesel com teor de enxofre de até 0,5% em peso. Pode ser utilizado em lugar de lubrificantes CD, CE, CF-4, CG-4 e CH-4.
CH-4	Atual	Introduzido em 1998. Para motores de quatro tempos e alta rotação, projetados para atender aos padrões de emissão de gases poluentes de 1998. Os lubrificantes CH-4 foram formulados especificamente para uso com combustíveis diesel com teor de enxofre de até 0,5% em peso. Pode ser utilizado em lugar de lubrificantes CD, CE, CF-4 e CG-4.a
CG-4	Atual	Introduzido em 1995. Para motores pesados de quatro tempos e alta rotação que utilizem combustíveis diesel com teor de enxofre de menos de 0,5% em peso. Os lubrificantes CG-4 são exigidos para motores que atendam aos padrões de emissão de 1994. Pode ser utilizado em lugar de lubrificantes CD, CE e CF-4.
CF-4	Atual	Introduzido em 1990. Para motores de quatro tempos e alta rotação normalmente aspirados e turbocarregados. Pode ser utilizado em lugar de lubrificantes CD e CE.
CF-2	Atual	Introduzido em 1994. Para motores de dois tempos destinados a serviços pesados. Pode ser utilizado em lugar de lubrificantes CD-II.
CF	Atual	Introduzido em 1994. Para motores de veículos 4x4 (off-road) com injeção indireta e outros motores diesel, incluindo aqueles que utilizem combustíveis diesel com mais de 0,5% de enxofre. Pode ser utilizado em lugar de lubrificantes CD.
CE	Obsoleto	Introduzido em 1987. Para motores de quatro tempos e alta rotação normalmente aspirados e turbocarregados. Pode ser utilizado em lugar de lubrificantes CC e CD.
CD-II	Obsoleto	Introduzido em 1987. Para motores de dois tempos.
CD	Obsoleto	Introduzido em 1995. Para determinados motores normalmente aspirados e turbocarregados.
CC	Obsoleto	Para motores introduzidos em 1961.
CB	Obsoleto	Para motores de serviço moderado de 1949 a 1960.
CA	Obsoleto	Para motores de serviço leve (anos 40 e 50).

Serviço API Classifica o C para Motores Diesel



Classificação API de Lubrificantes para Transmissões Automotivas:

Grau	Descrição
GL-1	Lubrificantes para engrenagens de transmissões que operam com baixas pressões e velocidades, onde um óleo mineral puro apresenta bons resultados. Inibidores de oxidação, anti-espumantes e abaixadores do ponto de mínima fluidez podem ser utilizados. Agentes de extrema pressão e modificadores de atrito não devem constar na formulação.
GL-2	Lubrificantes para engrenagens que operam sob condições moderadas de cargas, temperaturas e velocidades. Neste caso, um API GL-1 não tem desempenho satisfatório.
GL-3	Lubrificantes para engrenagens que operam sob condições moderadas de carga e velocidade.
GL-4	Lubrificantes para engrenagens que operam sob condições severas, como algumas hipóides de veículos automotivos. Os lubrificantes desta categoria têm que alcançar a performance descrita pela ASTM STP-512 e os níveis de proteção do CRC. Reference Gear Oil RGO-105.
GL-5	Lubrificantes para engrenagens que operam sob condições severas, como algumas hipóides de veículos automotivos. Os lubrificantes desta categoria têm que alcançar a performance descrita pela ASTM STP-512 e os níveis de proteção do CR. Reference Gear Oil RGO-110.
MT-1	Lubrificantes para transmissões manuais que operam sob condições severas. Possuem em sua formulação aditivos EP com estabilidade térmica. Pode ser utilizado em substituição à especificação API GL-5.

Classificação ACEA

A ACEA (Association des Constructeurs Européens de L'Automobile) estabelece o sistema ACEA de classificação, baseado também em características de desempenho e no tipo de serviço a que se destinam os veículos, no mercado europeu.

A ACEA classifica os óleos de motores a gasolina e diesel, seguindo a mesma linha de avaliação de desempenho do API, utilizando na sua avaliação motores de tecnologia europeia (exemplo: DM364A-Mercedes Benz), classificando os lubrificantes da seguinte forma:

A - Para motores a gasolina (também adotados em veículos a álcool e a GNV)

A1	Especialmente desenvolvido para gerar baixo consumo de combustível, possuindo baixa viscosidade.
A2	Viscosidade convencional
A3	Como o A2, porém com melhor desempenho relativo a volatilidade e resistência a oxidação.
A4	Reservado para uso futuro em óleos para motores com injeção direta.
A5	Possui modificador de atrito. Atende motores projetados para utilizar lubrificantes de baixa viscosidade. Não é indicado para qualquer motor.

B - Para motores a diesel - carros leves (não comercializados no Brasil)

B1	Especialmente desenvolvido para gerar baixo consumo de combustível, possuindo baixa viscosidade.
B2	Viscosidade convencional
B3	Como o B2, porém com melhor desempenho relativo a desgaste e formação de borras.
B4	Para motores com injeção direta.
B5	Possui modificador de atrito. Atende motores projetados para utilizar lubrificantes de baixa viscosidade. Não é indicado para qualquer motor.

E - Para motores pesados a diesel (caminhões e nibus)

E1	Baseado na norma MB 227
E2	Baseado na norma MB 228.1
E3	Baseado na norma MB 228.3
E4	Baseado na norma MB 228.5
E5	Baseado na norma MB 228.3/API CH-4

2 - Óleos Lubrificantes Industriais

Classificação ISO

o International Standards Organizations (ISO) estabeleceu os graus do sistema ISO, segundo a viscosidade cinemática do lubrificante industrial, na temperatura de 40° C. Este grau indica que a viscosidade do óleo industrial está entre o valor de mais ou menos 10% do seu grau ISO.

Classificação ISO para óleos Industriais

Grau ISO	Todas as viscosidades a 40°C. Usar os "ASTM D 341 Charts" para determinar uma viscosidade em outra temperatura.			
	Ponto médio de viscosidade, cSt	Viscosidade Cinemática, cSt		Equivalência Aproximada em SSU
		Mín.	Máx.	
ISO vg 2	2,2	1,98	2,42	32
ISO vg 3	3,3	2,88	3,52	36
ISO vg 5	4,6	4,14	5,06	42
ISO vg 7	6,8	6,12	7,48	50
ISO vg 10	10	9,00	11,0	60
ISO vg 15	15	13,5	16,5	77
ISO vg 22	22	19,8	24,2	105
ISO vg 32	32	28,8	35,2	150
ISO vg 46	46	41,4	50,6	215
ISO vg 68	68	61,2	74,8	315
ISO vg 100	100	90,0	110	465
ISO vg 150	150	135	165	700
ISO vg 220	220	198	242	1.000
ISO vg 320	320	288	352	1.500
ISO vg 460	460	414	506	2.150
ISO vg 680	680	612	748	3.150
ISO vg 1.000	1.000	900	1.100	4.650
ISO vg 1.500	1.500	1.350	1.650	7.000

Classificação AGMA

A American Gear Manufacturers Association (AGMA) classifica apenas os óleos para engrenagens fechadas e abertas.

Classificação AGMA para Lubrificantes de Engrenagens Fechadas

Grau AGMA (sem EP)	Viscosidade		Grau AGMA (com) EP)
	SSU a 100°F	cSt a 37,8°C	
1	193/135	71,4/50,6	-
2	248/347	61,2/74,8	2 EP
3	417/510	90/110	3 EP
4	626/765	135/165	4 EP
5	918/1.122	198/242	5 EP
6	1.335/1.632	288/352	6 EP
7 Compound	1.919/2.346	414/506	7 EP
8 Compound	2.837/3.467	612/748	8 EP
8A Compound	4.171/5.098	900/1.100	-

OBS: Os óleos Compound têm de 3% a 10% de gordura natural ou sintética.

Classificação AGMA para Lubrificantes de Engrenagens Abertas

Grau AGMA (sem EP)	Viscosidade		Grau AGMA (com) EP)
	SSU a 100°F	SSU a 210°F	
4	626/765	-	4 EP
5	918/1.122	-	5 EP
6	1.335/1.632	-	6 EP
7	1.119/2.346	-	7 EP
8	2.837/3.467	-	8 EP
9	6.260/7.650	-	9 EP
10	13.350/16.320	-	10 EP
11	19.190/23.460	-	11 EP
12	28.370/34.670	-	12 EP
13	-	850/1.000	13 EP
14R	-	2.000/4.000	-
15R	-	4.000/8.000	-

X - CARACTERÍSTICAS DOS FLUIDOS DE ARREFECIMENTO E FREIO

Fluido de Arrefecimento

Oferece proteção contra corrosão durante longos períodos em alumínio, cobre, ferro fundido, aço, bronze e metal de solda. Reduz o ponto de congelamento e aumenta a temperatura de ebulição além de proteger as camisas (cilindros) contra a cavitação. Lubrifica o eixo da bomba d'água e reduz a formação de incrustações (depósitos abrasivos sólidos) nas galerias de água e mangueiras. Pode ser utilizado em qualquer tipo de veículo automotivo desde que recomendado pelo fabricante. A recomendação do fabricante é utilizar o produto em uma proporção de 50% de produto concentrado e 50% de água desmineralizada (isenta de sais minerais).

Fluido de arrefecimento (inorgânicos)

Os fluidos de arrefecimento inorgânicos devem atender à norma NBR 13705/96. Protegem contra a corrosão formando uma película protetiva nas peças do sistema de arrefecimento durante um período determinado. Possuem em sua formulação monoetilenoglicol e aditivos anticorrosivos de origem inorgânica tais como borato, silicato, etc.

Fluido de arrefecimento (orgânicos)

Os fluidos de arrefecimento orgânicos devem atender à norma NBR 15297. Protegem contra a corrosão formando uma solução protetiva que atua pontualmente nas áreas de possível corrosão. Sua durabilidade é maior e necessita menor taxa de reposição. É um produto ecologicamente correto, pois seus aditivos são de origem orgânica. Possuem em sua formulação monoetilenoglicol e aditivos anticorrosivos de origem orgânica tais como ácidos carboxílicos, etc.

Fluido de Freio

Responsável por transmitir a pressão que faz acionar as lonas e pastilhas contra os tambores e discos.

O sistema de freio trabalha em altas temperaturas, sendo assim o fluido deve suportar estas variações.

Como o fluido é higroscópico, vai absorvendo aos poucos a umidade do ar e baixando o ponto de ebulição (fervura).

Se o fluido de freio entrar em ebulição, perderá grande parte de sua capacidade de transmissão de força tornando os freios parcial ou totalmente inoperantes.

O fluido tem outras funções, como lubrificar e proteger da corrosão componentes metálicos (molas e êmbolos), de borracha (vedações e tubos flexíveis).

Depois da embalagem aberta, o fluido não poderá ser estocado, pois perde as suas propriedades originais comprometendo o funcionamento do sistema de frenagem.

O Ministério dos Transportes dos Estados Unidos (Department of Transportation- DOT) estabeleceu as especificações para fluidos de freios. Os três principais tipos disponíveis atualmente são: DOT3, DOT4 e DOT5.

	PE SECO (°C)	PE ÚMIDO (°C)
DOT 3	205	140
DOT 4	230	155
DOT 5	260	180

XI- ARMAZENAGEM, TRANSPORTE E MANUSEIO

Os principais agentes contaminantes são impurezas, produtos químicos e água. A contaminação por água ocasiona diversos inconvenientes, entre eles podemos citar a modificação do poder dielétrico em óleos para transformadores e a precipitação de alguns aditivos. Impurezas sólidas tais como poeira, areia e fiapos de panos podem causar entupimento de canalizações e desgaste pela presença de materiais abrasivos.

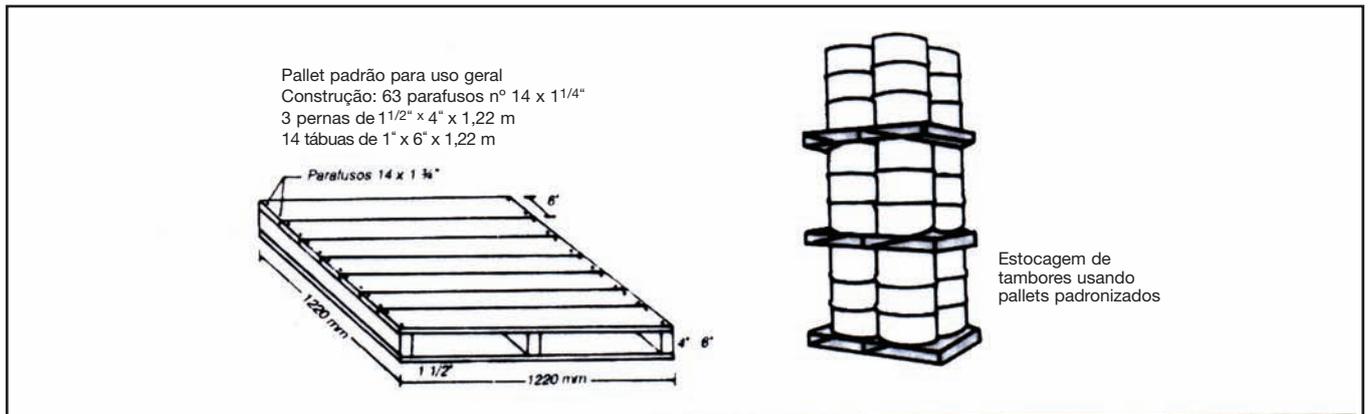


Fig. XI.a: Armazenamento em Pallets

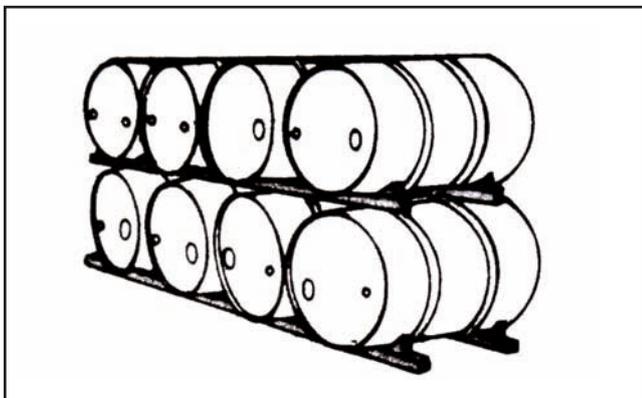


Fig. XI.b: Armazenamento em Tambores

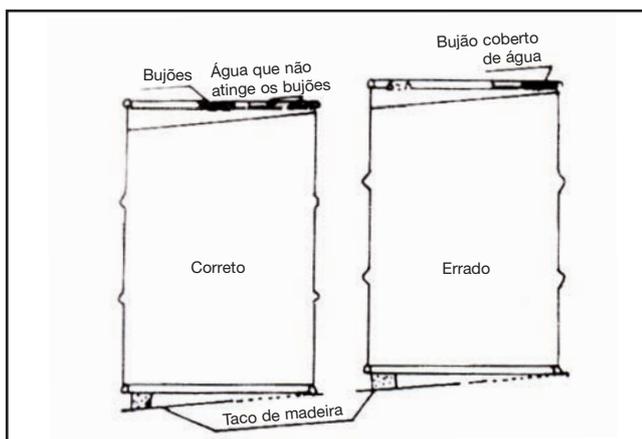


Fig. XI.c: Armazenamento na Vertical

ARMAZENAGEM

Os lubrificantes devem ser armazenados em recintos fechados, longe de fontes de contaminação e processos térmicos extremos. O piso do depósito deve ser firme e não pode absorver derramamentos. Recomenda-se o uso de pallets, racks ou ripas de madeiras no armazenamento de óleos (fig. IX.a). Quando os lubrificantes forem armazenados em locais abertos, os tambores devem ser cobertos com materiais impermeáveis. Se forem armazenados em posição horizontal, os tambores deverão ser deitados sobre ripas, evitando o contato dos mesmos com o solo e devem estar ainda paralelos ao solo para diminuir a entrada de umidade e a perda do lubrificante (fig. IX.b). Se forem armazenados na posição vertical, os tambores deverão permanecer inclinados, evitando o acúmulo de água e outras impurezas (fig. IX.c).

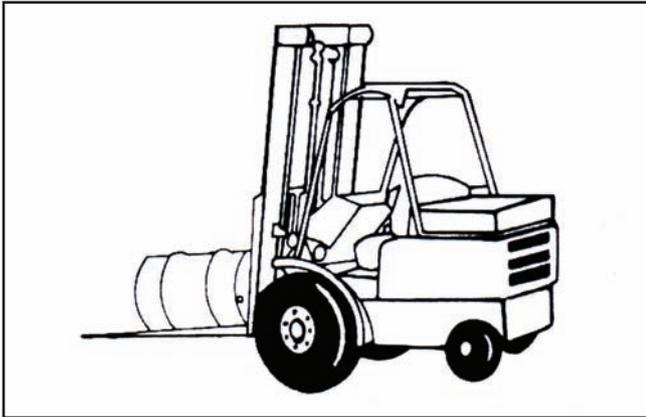


Fig. XI.d: Transporte utilizando empilhadeira

TRANSPORTE E MANUSEIO

No transporte e manuseio de tambores deve-se procurar não danificar as embalagens dos lubrificantes, para isto recomenda-se que não sofram quedas, não sejam colocados em contato direto com o chão, não sejam rolados em terrenos irregulares e que sejam armazenados de maneira correta.

Os tambores devem ser transportados por empilhadeiras em posição horizontal (fig. IX.d.). Se o transporte for feito manualmente, deve-se utilizar carrinhos, se isto não for possível rolar o tambor cuidadosamente, evitando amassamentos (fig. IX.e.).

Para se colocar o tambor em pé são necessários dois homens do mesmo lado e para tombar um tambor deve-se utilizar um pneu para amortecer sua queda (fig. IX.f.).

Os óleos podem ser retirados dos tambores por bombeamento ou através de uma torneira guilhotina (fig. IX.g.).

As graxas também podem ser retiradas por bombeamento ou ainda manualmente por espátula, e estas deverão estar limpas e os tambores deverão ser fechados sempre que a graxa não estiver sendo retirada. Não se deve utilizar estopas e fiapos na limpeza de reservatórios e estes, bem como outros equipamentos utilizados na lubrificação, deverão estar limpos antes de entrar em contato com o lubrificante. A lubrificação deve ser feita preferencialmente com o equipamento desligado. Os lubrificantes derramados devem ser removidos imediatamente. Deve-se evitar o contato de lubrificantes com oxigênio sob pressão. Não é aconselhável inalar ou entrar em contato físico com o lubrificante prolongadamente.

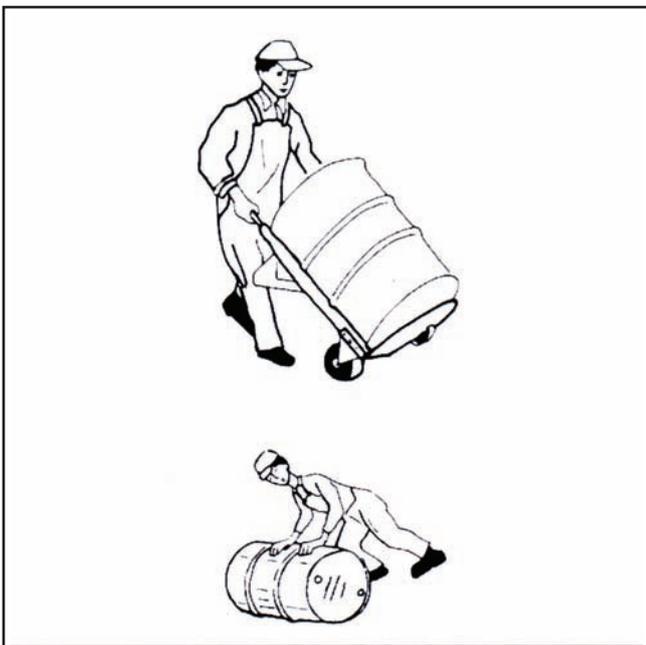


Fig. XI.e: Transporte manual

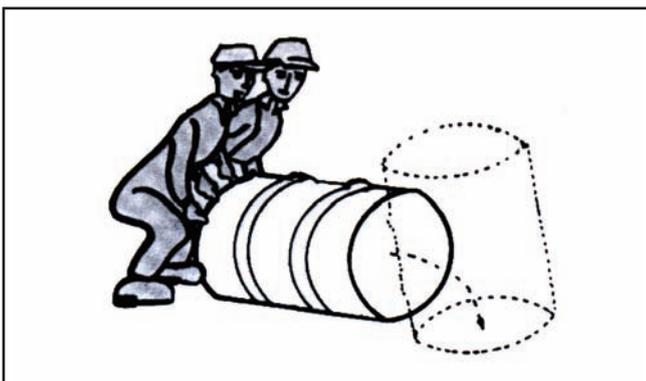


Fig. XI.f: Levantamento manual

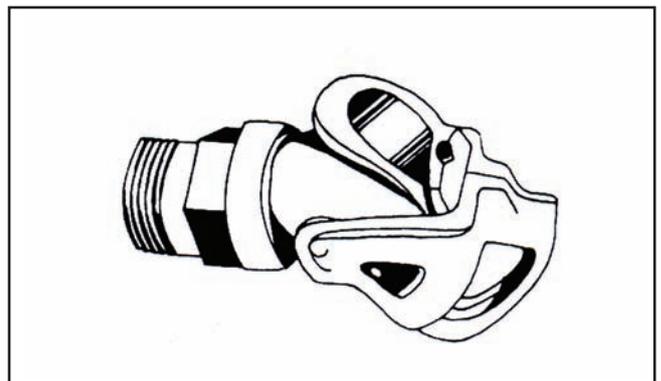


Fig. XI.g: Torneiras Guilhotinas

Meio Ambiente

De acordo com a Legislação Ambiental vigente, todos os usuários de lubrificantes que gerem óleos usados ou contaminados, deverão armazená-los e mantê-los acessíveis a coleta, em recipientes próprios e resistentes a vazamentos. Estes óleos deverão ser coletados por empresas autorizadas pela ANP, com fim específico de re-refino. (Resolução N° 009 do CONAMA de 31/08/1993 Portaria ANP N° 125 de 30/07/1999)

**Para solicitar a coleta de leo
entre em contato com:**

Proluminas: 0800 35 26 25

Lwart: 0800 70 100 88

ou, para uma lista de todas as empresas autorizadas, consulte: www.anp.gov.br.

ANOTAÇÕES DE AULA

MATRIZ

R. Santiago Ballesteros, 379 • B. Cinco • CEP 32010 050 • Contagem/MG • Brasil
 Tel.: (31) 3506 9100 • Fax: (31) 3506 9200 • petronas@br.petronas.com

FILIAL SÃO PAULO

R. Forte de Cananéia, 189
 Parque São Lourenço • B. São Mateus
 CEP 08340 020 • São Paulo /SP
 Tel.: (11) 6919 2518 • Fax: (11) 6919 8179

FILIAL SUL

Av. Rocha Pombo, 2561 • Módulo 8/D
 Cond. Portal do Aeroporto • B. Águas Belas
 CEP 83010 620 • São José dos Pinhais/PR
 Tel.: (41) 3383 8333 • Fax: (41) 3383 9333

ESCRITÓRIO GOIÂNIA

Av. República do Líbano, 2417 • sls 204/205
 Ed Paladium Center • Setor Oeste
 CEP 74115 030 • Goiânia /GO
 Tel.: (62) 3215 1400 • Fax: (62) 3215 1328

ESCRITÓRIO RIO DE JANEIRO

Av. das Américas, 8445 • Sls 1315/1316
 B. Barra da Tijuca
 CEP 22793 081 • Rio de Janeiro/RJ
 Tel.: (21) 2429 5242 / 5243 • 2487 6188
 Fax: (21) 2487 6178

ESCRITÓRIO RECIFE

Av. Domingos Ferreira, 801 • sala 207/B
 Boa Viagem • CEP 51011 061 • Recife/PE
 Tel.: (81) 3465 0422 • Fax: (81) 3465-0859

PETRONAS ARGENTINA

Fone 0800 222 0449
 Esmeralda • 561 • PISO 9º ABC
 (1001) Capital Federal
 Buenos Aires • Argentina