

**MOLYGRAFIC**  
LUBRIFICANTES ESPECIAIS

# CURSO DE LUBRIFICAÇÃO LUBRIFICANTES ESPECIAIS



# ÍNDICE

Lubrificação.....	3
Propriedades dos lubrificantes.....	4
Tipos de Lubrificantes.....	6
Óleos.....	6
Graxas.....	8
Aerossóis.....	9
Lubrificação Sólida.....	9
Lubrificação de Equipamentos Específicos.....	10

# LUBRIFICAÇÃO

A **lubrificação** pode ser definida como o fenômeno da redução de atrito entre duas superfícies em movimento relativo por meio da introdução de uma substância entre as mesmas. Esta substância pode ser: sólida (grafite), líquida (óleos) ou pastosa (graxas).

**Atrito:** sempre que uma superfície se mover em relação a outra superfície, haverá uma força contrária a este movimento. Esta força chama-se **atrito** ou **resistência** ao movimento. O **atrito** se dá porque mesmo as superfícies mais polidas se apresentam ásperas e com irregularidades.

**Desgaste:** muito embora o objetivo imediato da **lubrificação** seja reduzir o **atrito**, podemos considerar que sua última finalidade seja diminuir o **desgaste**.

Todos os corpos sofrem ação inexorável do **desgaste**. Com o decorrer do tempo, logicamente duas superfícies em movimento, uma contra a outra, sofrerão **desgaste** que se apresenta sob várias formas, algumas provenientes de deficiência de **lubrificação**, outras de causas diversas, entre as quais citaremos as mais importantes:

## **A - Abrasão      B - Corrosão      C - Fragmentação**

Se for possível separar por **lubrificante** as superfícies em movimento, de modo a evitar ou reduzir o contato entre elas, duas vantagens principais são observadas:

A – Reduzem-se forças do **atrito**, reduzindo o esforço e a potência ao movimento.

B – Reduz-se o **desgaste** e suas consequências danosas.

# PROPRIEDADES DOS LUBRIFICANTES

Os **lubrificantes** apresentam certas características próprias, que lhe são conferidas por sua composição química. Podemos citar como as mais importantes:

- **Viscosidade**
- **Relação Viscosidade/Temperatura (IV)**
- **Densidade**
- **Ponto de fulgor**
- **Ponto de combustão**
- **Ponto de fluidez**
- **Corrosividade em lâminas de cobre**
- **Capacidade de resistir a elevadas cargas (extrema pressão)**
- **Pressão de vapor**
- **Consistência de graxas**
- **Ponto de gota de graxa**

**Viscosidade:** é a resistência ao movimento que o fluido apresenta a uma determinada temperatura. Métodos antigos de medição de viscosidade baseiam-se em medir o tempo de escoamento de certa quantidade de fluido por um orifício calibrado e sob temperatura controlada.

Os métodos mais conhecidos são **Saybolt, Engler e Redwood**.

Recentemente, com a adoção dos novos padrões da **International Standard Organization (ISO)**, vem sendo adotado o sistema métrico de viscosidade. Este é baseado na determinação da viscosidade cinemática em centistokes, nas temperaturas de referência de 40° C (104° F) e 100° C (212° F).

**Relação Viscosidade/Temperatura (IV):** é o número que expressa a relação da variação de viscosidade com a variação de temperatura. Quanto maior for o IV menor será a variação de sua viscosidade ao se aumentar a sua temperatura.

**Densidade:** é a massa dividida pelo volume. Ela não influi no desempenho do lubrificante, salvo raras ocasiões. O conhecimento da densidade é importante em transações comerciais (LT X KG).

**Ponto de fulgor:** representa a temperatura que o óleo deve atingir para que uma chama, passada sobre sua superfície, incendeie os vapores formados. A labareda formada extingue-se imediatamente, uma vez que a temperatura do óleo ainda é insuficiente para produzir vapores em quantidade suficiente para sustentar a combustão.

**Ponto de combustão:** o método de medição do ponto de combustão é semelhante ao de identificação de ponto de fulgor. Enquanto este ensaio é encerrado quando a amostra apresenta o primeiro clarão (flash), para obter-se o ponto de combustão, continua-se o aquecimento até que a amostra produza vapores suficientes para sustentar a combustão.

**Ponto de fluidez:** ponto de fluidez de um óleo é a temperatura sob a qual, quando submetido a um processo de refrigeração controlado, este para de fluir.

**Corrosividade em lâminas de cobre:** alguns óleos lubrificantes incorporam em sua formulação aditivos contendo cloro, enxofre ou sais inorgânicos, que podem, sob condições específicas de serviços, contribuir para a corrosão em partes do equipamento ou, no caso de óleo de corte, nas peças que são usinadas. Existem vários tipos de testes de corrosão de lubrificantes dependendo da aplicação que será dada aos mesmos. Como o cobre e suas ligas, materiais mais sujeitos a corrosão acarretada por tais produtos, consiste no ataque corrosivo a uma lâmina de cobre sob condições padronizadas.

**Capacidade de resistir a elevadas cargas (extrema pressão):** cargas elevadas podem provocar o movimento da película do lubrificante, expondo as peças metálicas ao contato direto. Lubrificantes com aditivos (EP) reagem com o metal das superfícies formando um composto químico que reduz o atrito entre as peças.

**Pressão de vapor:** mede indiretamente a volatilidade de um lubrificante. Relaciona-se com o ponto de fulgor e há evidência que um lubrificante com baixa volatilidade causa menos desgaste.

**Consistência de graxas:** é a resistência oferecida à sua penetração. É determinada pelo método que consiste em medir a penetração em décimos de milímetros exercida por um cone sobre a amostra de graxa trabalhada sob ação de carga padronizada durante 5 segundos a 20° C. Pela classificação NLGI temos graus de consistência desde graxas semifluidas até as graxas extremamente sólidas (Graxas de Bloco).

### Classificação de graxas conforme a sua consistência

Classe NLGI DIN 51 818	Penetração Trabalhada DIN 51.804/1 (0,1 mm)	Estrutura	Aplicação Geral
000	445 - 475	Extremamente fluida	Principalmente para engrenagens
00	400 - 430	Fluida	
0	355 - 385	Quase Fluida	
1	310 - 340	Muito macia	Lubrificação de mancais de rolamento e de deslizamento
2	265 - 295	Macia	
3	220 - 250	Média	
4	175 - 205	Dura	Vedação em labirinto
5	130 - 160	Muito dura	
6	85 - 115	Extremamente dura	

**Ponto de gota de graxas:** é a temperatura na qual o produto torna-se suficientemente fluido para gotejar, através de um orifício, na cuba empregada nesse ensaio, informando sobre a resistência da graxa à temperatura. O ponto de gota não indica a máxima temperatura que a graxa pode resistir em serviço. Usualmente a temperatura máxima em serviços está aproximadamente 30° C abaixo do ponto de gota.

# TIPOS DE LUBRIFICANTES

Qualquer tipo de fluido pode funcionar como lubrificante, ao menos teoricamente, além de alguns produtos pastosos e sólidos. Vamos abordar os lubrificantes usuais:

## A - Óleos      B - Graxas      C - Aerossóis      D - Lubrificação sólida

### A - Óleos:

Os principais tipos de óleos lubrificantes são: óleos minerais, óleos graxos orgânicos, óleos compostos e óleos sintéticos.

**Óleos minerais:** ocupam a primeira posição quanto ao volume de uso e são obtidos do petróleo. Consequentemente suas propriedades derivam do petróleo cru. Podemos simplificar e classificar o petróleo em predominante naftênico ou parafínico.

Comparação entre as propriedades principais dos óleos parafínicos e naftênicos	
Tipo	Propriedades principais
Parafínicos	Alto ponto de fluidez
	Alto índice de viscosidade
	Maior resistência à oxidação
	Menor resíduo de carbono
	Menor oleosidade ou poder lubrificante
	Menor emulgabilidade
Naftênicos	Baixo ponto de fluidez
	Baixo índice de viscosidade
	Menor resistência à oxidação
	Maior resíduo de carbono
	Maior oleosidade ou poder lubrificante
	Maior emulgabilidade

**Óleos orgânicos (graxos):** tanto vegetais como animais, foram os primeiros lubrificantes a serem utilizados. Hoje, estão quase que totalmente substituídos por lubrificantes sintetizados a partir de óleos vegetais, que são biodegradáveis, com reduzidas taxas de hidrólise e acidez e consequente taxa de corrosão baixa pelo uso. Os lubrificantes sintetizados a partir de óleos vegetais representam atualmente os novos conceitos de lubrificação.

**Óleos compostos:** geralmente são óleos minerais adicionados de óleos graxos. O objetivo maior da mistura é proporcionar maior oleosidade e facilidade de emulsão em água.

**Óleos sintéticos:** as necessidades industriais, e especialmente as militares, de utilizar lubrificantes aptos a suportar as condições mais adversas possíveis, conduziram ao desenvolvimento dos produtos sintéticos, isto é, obtidos por síntese química.

Os principais óleos sintéticos em uso atualmente podem ser classificados em cinco grupos principais:

- Glicóis
- Ésteres de ácidos orgânicos
- Hidrocarbonetos sintéticos
- Silicones
- Alquilados

Os fluidos sintéticos apresentam quatro propriedades principais:

- Alto índice de viscosidade
- Baixo ponto de fluidez
- Baixa volatilidade e alto ponto de fulgor
- Baixa toxidez

Além destas, apresentam ainda as seguintes vantagens:

- Boa capacidade de suportar cargas
- Alta estabilidade térmica
- Inércia química

Em consequência, lubrificantes sintéticos corretamente aplicados podem proporcionar claras vantagens do ponto de vista do usuário. O melhor desempenho pode resultar em benefícios de custo, principalmente quando submetidos a condições severas.

Esses benefícios consistem em:

- Fácil partida da máquina
- Menor cisalhamento e menor perda de viscosidade
- Menores riscos à saúde e segurança
- Menor risco de incêndio
- Maior vida útil lubrificante

Daí resultam, apesar dos preços mais elevados, quatro benefícios de custo ao consumidor:

- Menor manutenção
- Menos consumo
- Menores paradas forçadas das máquinas
- Maior eficiência

Um benefício não quantificável é a maior confiança na segurança operacional do equipamento. As faixas de temperatura de aplicação dos fluidos sintéticos, em comparação aos **óleos** minerais, são apontadas no quadro abaixo:

Temperatura de aplicação de óleos minerais e fluidos sintéticos			
Temperatura em serviço (°C)			
Tipo	Dependendo do torque da partida	Contínuo	Intermitente
Óleo Mineral	-40 a -10	-10 a 120	120 a 170
Polialfaolefinas	-50 a -40	-40 a 180	180 a 295
Alquilados	-55 a -40	-40 a 150	150 a 230
Diésteres	-55 a -40	-40 a 175	175 a 295
Poliolésteres	-50 a -30	-30 a 210	210 a 330
Poliglicóis	-50 a -30	-30 a 200	200 a 210
Éster Fosfatados	-50 a -20	-20 a 150	150 a 200

# TIPOS DE LUBRIFICANTES

Características e Aplicabilidade dos Fluidos Sintéticos		
Tipo	Características Principais	Aplicações Industriais
Polialfaolefinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixo ponto de fluidez</li> <li>• Alto ponto de fulgor</li> <li>• Alto índice de viscosidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altas temperaturas</li> <li>• Óleos de engrenagens</li> <li>• Óleos de circulação</li> <li>• Turbinas industriais a gás</li> </ul>
Alquilados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixo ponto de fluidez</li> <li>• Compatível com Fluorcarbonos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óleos para compressores de refrigeração</li> </ul>
Diésteres/ Poliolésteres	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixo ponto de fluidez</li> <li>• Alto índice de viscosidade</li> <li>• Baixa volatilidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubrificantes de primeira geração para turbinas a gás, turbinas de aviação e turbinas industriais</li> <li>• Óleos para compressores de ar</li> </ul>
Poliglicóis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muito alto índice de viscosidade</li> <li>• Baixo poder solvente para gases</li> <li>• Muito bom poder lubrificante</li> <li>• Alguns tipos de solúveis em água, porém fraco poder solvente para aditivos e fraca demulsibilidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluidos Hidráulicos resistentes ao fogo (solúveis em água)</li> <li>• Óleos para engrenagens e para compressores de gás de hidrocarbonetos, também fluidos de tempera aquosos e fluidos de corte sintéticos</li> </ul>
Éster Fosfatados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excelente resistência ao fogo</li> <li>• Excelente poder lubrificante</li> <li>• Baixo índice de viscosidade</li> <li>• Fraca estabilidade hidrolítica (pode reagir lentamente com água)</li> <li>• Resiste apenas a temperaturas moderadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluidos hidráulicos industriais resistentes ao fogo</li> <li>• Algumas aplicações especializadas</li> </ul>

## B - Graxas

Graxas são lubrificantes pastosos, feitos de uma mistura de óleo mineral ou sintético, espessantes e aditivos. A grande vantagem das graxas em relação aos óleos é o não escorrimento do lugar onde foram colocadas. Possuem ainda uma função adicional, ao vedar contra o ingresso de impurezas ou água. Contrapõe-se a essas vantagens a sua menor capacidade de resfriamento em relação aos óleos. O fato de permanecerem no lugar aplicado, sem escorrer, contribui também para o barateamento considerável da máquina ou elemento de máquina lubrificado. Dispensam-se selos e vedações dispendiosas. Por este motivo a grande maioria dos mancais de rolamento é lubrificada com graxa, excluindo-se em geral aqueles que fazem parte de mecanismos que, por outras razões, necessitam de resfriamento mais vigoroso do que o proporcionado pelas graxas.

As graxas têm como função reduzir o atrito, o desgaste, o aquecimento e ainda a função adicional de proteger contra a corrosão. Pela exclusão de impurezas e líquidos, o uso da graxa aumenta a vida útil dos mancais.

Temperaturas altas ou baixas, cargas elevadas e altas velocidades não constituem mais limitações à utilização das graxas. Tipos especiais atendem isoladamente ou em conjunto a essas exigências.



As graxas derivadas de óleo mineral e sabão metálico (espessante) mais comumente usadas são as de sabão de **Cálcio, Lítio e Sódio**.

- **Graxas de Cálcio:** são usadas em processo de lubrificação e requerem resistência à água, mas não suportam altas temperaturas (maiores que 70° C).
- **Graxas de Lítio:** possuem boa resistência à água e ao calor, podendo ser utilizadas até 150° C.
- **Graxas de Sódio:** resistem bem ao calor até 120° C, porém não resistem à umidade.

Existem algumas graxas nas quais o espessante não é um sabão metálico. As argilas modificadas (bentonita tratada) ou sílica gel são os espessantes empregados normalmente. As graxas bentoníticas possuem excelente resistência à água, ótima proteção ao desgaste e uma boa resistência ao calor.

As graxas de sílica gel possuem boas características antidesgaste e resistência a altas temperaturas de até 250° C, porém não resistem à água.

## C - Aerossóis:

São vasos pressurizados, compostos de concentrados (produto ativo) e propelente. Geralmente utilizam-se aerossóis em lubrificação devido à sua melhor aplicabilidade.

## D - Lubrificação sólida:

O uso de lubrificantes sólidos, tais como grafite e bissulfeto de molibdênio, não constitui mais novidade. A nova tecnologia de lubrificação sólida está dando ênfase ao emprego de **PTFE**.

### **Pode-se utilizar os lubrificantes sólidos de diversas maneiras:**

- Adicionando-os às peças durante seu processo de fabricação.
- Em suspensão de óleos.
- Em graxas.
- Em películas secas.
- Em vernizes.

# LUBRIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS ESPECÍFICOS

## 1 - Mancais:

São basicamente suportes ou guias de partes móveis. São elementos comuns a todas as máquinas, sendo sua importância fundamental para o bom funcionamento mecânico.

### Fatores para escolha do lubrificante adequado:

- Geometria do mancal: dimensões, diâmetro e folga
- Rotação ao eixo
- Temperatura de operação do mancal
- Condições ambientais: temperatura, umidade, poeira, contaminantes
- Método de aplicação

Os mancais são normalmente lubrificados com óleos. Se as condições mecânicas dos mancais não impedirem a entrada de impurezas sólidas é então preferível o emprego de graxas. Os mancais de rolamento são aqueles cuja principal forma de movimento é rolante.

### Quantidade de graxa no rolamento:

Usualmente enche-se o mancal com uma quantidade de graxa correspondente a 2/3 do espaço livre do mancal. Calcula-se a quantidade por meio da seguinte fórmula:  $(D) \times (B) \times 0,7 = \text{cm}^3$

D = Diâmetro do mancal em mm

B = Largura do mancal em mm

Esta recomendação tem como finalidade proporcionar espaço para a expansão da graxa, que ocorre com o aquecimento quando o rolamento entra em operação, evitando que ela escorra e suje o ambiente de trabalho. Porém, é viável somente para o primeiro enchimento do rolamento, pois a partir da segunda lubrificação o espaço do rolamento terá que ser totalmente preenchido para que a graxa aplicada anteriormente possa ser expulsa.

## 2 - Engrenagens:

São conjuntos, um par no mínimo, de rodas dentadas destinadas à transmissão de movimento e potência. No par de rodas dentadas, a de menor número de dentes é chamada pinhão e a maior, coroa. Na linguagem corrente, as próprias rodas dentadas são denominadas por engrenagens.

**Lubrificação de engrenagens fechadas:** a completa separação de superfície dos dentes das engrenagens durante o engrenamento implica na presença de uma película de óleo de espessura suficiente para que as saliências microscópicas destas superfícies não se toquem. O óleo é aplicado às engrenagens fechadas por meio de salpico ou de circulação.

**Lubrificação das engrenagens abertas:** existem engrenagens que não é prático nem econômico encerrá-las numa caixa. Estas são as chamadas engrenagens abertas. A maioria das engrenagens abertas não possuem cobertura, ao passo que outras são parcialmente cobertas com a finalidade de protegê-las contra o pó e as impurezas. As engrenagens abertas deste tipo só podem ser lubrificadas intermitentemente e muitas vezes, só a intervalos irregulares, proporcionando películas lubrificantes de espessura mínima dentre os dentes, prevalecendo as condições de lubrificação limítrofe. Uma película aderente é necessária para que não seja desalojada nem pelo engrenamento dos dentes e nem pela força centrífuga. Nesse caso utilizam-se graxas aderentes.

### **3 - Correntes:**

Correntes são elementos de máquinas que combinam a flexibilidade da transmissão por correias com o deslocamento positivo oferecido pelas engrenagens.

#### **Tipos básicos de corrente:**

- **Correntes de rolo:** são compostas de roletes de mesmo tamanho montados em sequência por meio de conexões e pinos. Ex.: corrente de transmissão de bicicleta.
- **Correntes silenciosas:** são compostas de uma série de conexões com perfil de dentes de engrenagens usinados em um dos lados. As conexões são agrupadas e interligadas por meio de pinos, formando uma cadeia contínua e flexível.

Existem quatro métodos normais de aplicação de lubrificantes nos acionamentos de correntes:

- Manual
- Gota
- Banho
- Fluxo de óleo.



**MOLYGRAFIT**  
LUBRIFICANTES ESPECIAIS

Molygrafit - Indústria e Comércio Ltda.  
Rua Neuza, 260 - Jd. Canhema  
CEP: 09941-420 - Diadema - SP  
Telefax: 11 4071-4793