



## LUBRIFICAÇÃO INDUSTRIAL

### O Petróleo

#### Origem

O petróleo, esta fonte de energia ainda hoje indispensável à vida do homem moderno, tem registro de sua aplicação desde as mais remotas civilizações.

A Bíblia Sagrada, em seu Antigo Testamento, nos revela a utilização do betume nas construções da Arca de Noé e da Torre de Babel.

Sabe-se também que o betume foi utilizados pelos antigos egípcios como argamassa de união das pedras das pirâmides, na pavimentação de estradas e para embalsamar seus mortos ilustres. Segundo Heródoto, historiador grego, o betume foi o material de liga utilizado na construção dos famosos jardins suspensos da Babilônia.

Apesar da remota utilização do petróleo, ainda não é conhecida com absoluta certeza a sua origem. Acredita-se que há milhões de anos grandes quantidades de restos de animais e vegetais se depositaram no fundo dos mares e lagos e posteriormente foram soterrados pelos movimentos da crosta terrestre. Estes restos orgânicos foram se decompondo sob efeito do calor e da pressão exercida pelas camadas de rochas e se transformando numa substância formada basicamente por moléculas de Hidrogênio e Carbono, às quais denominamos Hidrocarbonetos.

#### Tipos

Os diferentes tipos de petróleo se caracterizam em função da estrutura molecular dos hidrocarbonetos que os compõem.

#### A – Parafínicos

Neste tipo de petróleo há predominância de hidrocarbonetos saturados de cadeia aberta.

#### B – Naftênicos

Predomina neste tipo de petróleos hidrocarbonetos de cadeias cíclicas saturadas.

#### Refino

É o processo pelo qual obtemos do petróleo os combustíveis e os lubrificantes. O refino se baseia nas separações e classificações dos produtos desejados. Neste processo são adotadas operações que classificamos como:

Destilação, Conversão e Tratamento Químico.

Primeiramente é feita a Quebra de Emulsão do Petróleo Bruto, ainda no campo, pelo método químico, onde temos a quebra de emulsão por adição ao petróleo de substâncias químicas com características demulsivas.

#### Destilação

É o processo de separação de duas ou mais substâncias através de seus respectivos Pontos de Ebulição e Condensação.



#### Conversão

São processos como “Cracking”, polimerização e alquilação que modificam a natureza química das moléculas durante o processo.

#### Tratamento Químico

Neste processo são retirados constituintes indesejáveis que estão presentes na matéria prima, ou são convertidos em outros compostos cuja presença não seja prejudicial.

#### Obtenção de Óleos Básicos

Os óleos lubrificantes básicos são derivados de petróleo utilizados na preparação de óleos lubrificantes, através de misturas entre si e/ou com aditivos especiais.

De uma maneira rudimentar, os óleos básicos são classificados em vários grupos gerais, dos quais os mais importantes são:

- Distilates (Destilados)
- Neutrals (Neutros)
- Pales (Pálidos)
- Residum Stock
- Bright Stock (Brilhantes)
- Cylinder Stock (Cilindro)
- Black Oils (Óleos pretos)
- Spindle Oils

Os óleos básicos são produzidos em unidades de refino de petróleo e passam por processos como destilação a vácuo, desasfaltamento, desaromatização, desparafinização, hidrogenação, etc...

Como os óleos básicos são componentes na fabricação de lubrificantes, torna-se necessário padronizá-los de modo a tornar as misturas constantes, em termos de concentração, e os produtos uniformes ao longo do tempo, em termos de aparência e características.

As principais características usadas para compor uma especificação de óleos básicos são:

#### A - Viscosidade

Básico	cSt a 37,8°C	cSt a 98,9°C
Spindle Leve	09 – 10	2
Spindle	13 – 15	4
Neutro Leve	30 – 35	6
Neutro Médio	70 – 75	9
Neutro Pesado	87 – 100	11
Bright Stock	520	30 – 35
Cilindro Leve	-	40 – 45
Cilindro Pesado	-	52 - 58

B – Índice de Viscosidade

Índice	Tipo de Produto
Menor que 10	Aromático
10 a 50	Naftênico
50 a 80	Misto
Maior que 80	Parafínico

C - Cor

Básico	Cor ASTM	Cor Visual
Spindle	0 – 0,5	Incolor – Amarelado
Neutro Leve	0,5 – 1,0	Amarelo – Pálido
Neutro Médio	2,0 – 3,0	Amarelo – Laranja
Neutro Pesado	3,5 – 5,0	Laranja
Bright Stock	7,5 – 8,0	Vermelho - Vinho

D – Ponto de Fulgor

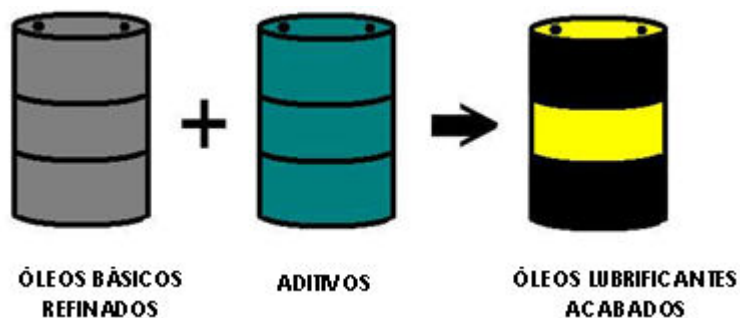
Ponto de Fulgor VAC °C	
Spindle	180
Neutro Leve	200
Neutro Médio	230
Neutro Pesado	250
Bright Stock	-
Cilindro Leve	-
Cilindro Pesado	-

E – Ponto de Mínima Fluidez

Ponto de Mínima Fluidez °C	
Spindle	-12
Neutro Leve	-12
Neutro Médio	-06
Neutro Pesado	-06
Bright Stock	-

Formulação de Óleos Lubrificantes

Os óleos básicos são utilizados na preparação de óleos lubrificantes através de misturas entre si e/ou com aditivos.





Participação do óleo básico no lubrificante

	Óleo Tipo Turbina	Óleo de Motor API SL
Aditivo	1%	15%
Óleo Básico	99%	85%

## Fundamentos da Lubrificação

### Atrito

Sempre que uma superfície se mover em relação a outra, haverá uma força resistente à esse movimento. À esta força denomina-se atrito. Portanto atrito é a força contrária ao movimento. Enquanto essa força for suficiente para impedir o movimento relativo entre as superfícies, o atrito é dito estático, Se, no entanto, passar a existir o movimento, o atrito é cinemático. Considerando o contato entre as superfícies, podemos distinguir dois meios distintos onde ocorre atrito: meio sólido e meio fluido (líquido ou gasoso).

### Funções dos Lubrificantes

Todas as superfícies sólidas apresentam asperezas e irregularidades. Quando os picos destas irregularidades entram em contato entre si, aparece uma resistência oferecida pelo sólido à ruptura destes picos. Além disso, a ação combinada da pressão e da temperatura ocasiona micro-soldas (caldeamento) nos pontos de contato, que também representam uma resistência ao movimento. Estes dois mecanismos de geração de atrito trazem como conseqüências:

- calor (solda)
- ruído
- desgaste mecânico
- maior consumo de energia

Para reduzir estes efeitos, introduz-se entre as superfícies uma substância com baixa taxa de cisalhamento denominada lubrificante.

Sua função principal é reduzir o atrito, minimizando assim os danos que ele causa ao equipamento e economizando energia motriz.

Outras funções dos lubrificantes:

- proteger as superfícies metálicas contra corrosão,
- transferir calor para o meio externo,
- vedar,
- transmitir forças,
- isolar eletricamente.

Sem lubrificação, ou com lubrificação deficiente, o tempo de vida útil das máquinas seria muito curto. Devido as desgaste excessivo, a máquina teria de ser retirada de serviço para reparos. Neste caso, além dos custos com peças e mão de obra, haveria um grande prejuízo devido ao tempo de parada da máquina. Outro fator importante seria o aumento da energia motriz, já que as forças de atrito a serem vencidas se tornam elevadas.

Por último, sem a aplicação de lubrificantes adequados, o ruído nas fábricas seria um grande problema para a saúde dos operadores.

## Propriedades dos Lubrificantes Líquidos

### Viscosidade

A viscosidade de um líquido é a medida da sua resistência ao escoamento. Ela é consequência do atrito interno gerado pelo deslizamento das moléculas do líquido, umas sobre as outras.

Um líquido de viscosidade elevada, como por exemplo o mel, apresenta grande resistência em escoar. Já a água, que é um fluido de baixa viscosidade, escoar facilmente.

A viscosidade varia inversamente com a temperatura, ou seja, quando se aumenta a temperatura de um líquido a sua viscosidade diminui, e vice-versa. Além disso, essa variação não é a mesma para todos os líquidos. Por isso só podemos comparar valores de viscosidades medidas à mesma temperatura. Por estar diretamente relacionada com a capacidade de suportar cargas, a viscosidade é a principal característica de um lubrificante.

Na seleção de um óleo, a determinação da viscosidade é influenciada por diversos valores:

**Velocidade** – maior a velocidade, menor deve ser a viscosidade, pois a formação da película lubrificante é mais fácil. Os óleos de maior viscosidade possuem maiores coeficientes de atrito interno, aumentando a perda de potência, isto é, a quantidade de força motriz absorvida pelo atrito interno do fluido.

**Pressão** – quanto maior for a carga, maior deverá ser a viscosidade para suportá-la e evitar o rompimento da película.

**Temperatura** – como a viscosidade diminui com o aumento da temperatura, para manter uma película lubrificante, quanto maior for a temperatura, maior deverá ser a viscosidade.

**Folgas** – quanto menores forem as folgas, menor deverá ser a viscosidade para que o óleo possa penetrar nelas.

**Acabamento** – quanto melhor o grau de acabamento das peças, menor deverá ser a viscosidade.

Podemos assim verificar que existem situações em que se necessitam, simultaneamente, altas e baixas viscosidades. Isto torna a determinação da viscosidade adequada um estudo muito complexo.

A viscosidade, por ser uma grandeza física, tem que ser mensurada. Para tanto, utilizam-se instrumentos denominados viscosímetros.



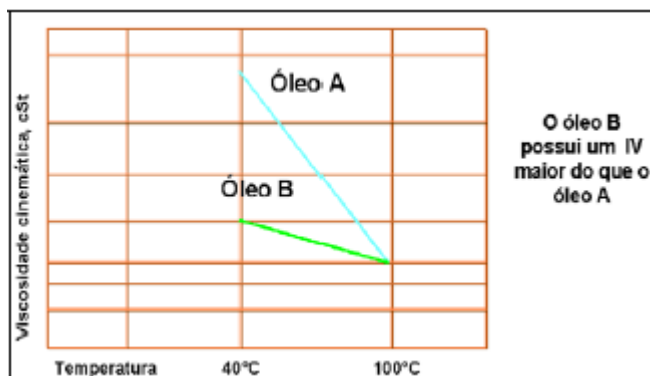
Atualmente, o método mais utilizado para a medição da viscosidade é o método cinemático.

O viscosímetro cinemático é basicamente constituído de um tubo capilar onde se dá o escoamento do óleo.

De acordo com a viscosidade esperada para o óleo, determina-se o viscosímetro apropriado, com sua constante K. O valor da viscosidade cinemática é calculado pela expressão:  $V = K \times T$   
Onde K é a constante do viscosímetro e T é o tempo de escoamento (em segundos) entre as duas marcas de referência no aparelho.  
Esta viscosidade é medida a 40°C e a 100°C e sua unidade é o cSt (centistoke).

### Índice de Viscosidade

O índice de viscosidade (IV) é um número que indica a taxa de variação da viscosidade de um óleo quando se varia a sua temperatura, portanto trata-se de um valor adimensional.  
Para exemplificar, podemos analisar o comportamento de dois óleos (A e B) que sofrem a mesma variação de temperatura. Este comportamento foi descrito para o gráfico viscosidade (V) x temperatura (T), conforme abaixo:



Pode-se observar que para uma mesma variação de temperatura (de 40°C para 100°C), a viscosidade do óleo B variou menos que a do óleo A ( $\Delta B < \Delta A$ ).

Se este óleo sofreu menor variação, significa que seu IV é maior.

O índice de viscosidade é hoje o método mais utilizado para se expressar o relacionamento da viscosidade com a temperatura. Ele se baseia em uma escala empírica com dois padrões:

- ao óleo parafínico oriundo de petróleo da Pennsylvania foi arbitrado o valor IV = 100
- ao óleo naftênico oriundo de petróleo do Golfo do México arbitrou-se o valor IV = 0

Entre estes dois extremos foi estabelecida uma escala de variações de viscosidades. Por confronto com esta escala, é possível atribuir um determinado IV a qualquer óleo. Por exemplo, se o óleo tem IV = 80, quer dizer que o comportamento dele será intermediário entre o hidrocarboneto parafínico e o naftênico, estando mais próximo daquele.

Para o cálculo do IV, utilizam-se tabelas e fórmulas ASTM. Podemos distinguir:

IV < 10	Óleos com comportamento aromático
10 < IV < 50	Óleos minerais de base naftênica
50 < IV < 80	Óleos de base mista
80 < IV < 100	Óleos minerais de base parafínica

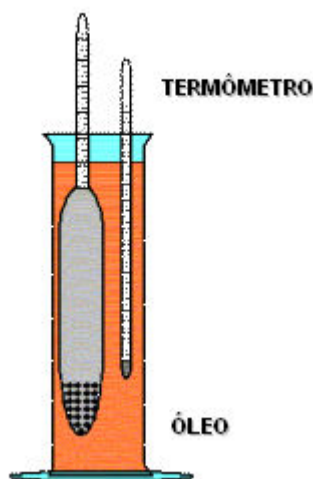
Com modernas técnicas, usando processos particulares de refinação e de aditivação, obtiveram-se óleos com um índice de viscosidade também muito superiores a 100. Estes óleos, com elevado IV, são muito utilizados na composição de óleos para motores e são chamados multiviscosos.

#### Densidade

Podemos definir a densidade como sendo o número que define o peso de um certo volume de uma substância quando ela estiver submetida a uma determinada temperatura. Assim, se um óleo possui densidade de  $0,8\text{g/cm}^3$  a  $25^\circ\text{C}$ , significa que nesta temperatura,  $1\text{ cm}^3$  do óleo pesa  $0,8\text{g}$ .

O método usual para sua determinação é mergulhar no óleo um densímetro, que fica em equilíbrio a uma certa profundidade. Nesta haste graduada lê-se, ao nível da superfície, a valor da densidade.

#### DENSÍMETRO



No Brasil, a temperatura normal de referência do produto é  $20^\circ\text{C}$ , podendo em alguns casos ser expressa a  $15^\circ\text{C}$  ou  $25^\circ\text{C}$ . Caso a temperatura de ensaio seja diferente, faz-se a conversão para a temperatura desejada através de fórmulas ou tabelas.

Uma comparação entre as densidades da água com alguns tipos de petróleo. A maior densidade é a da água e a menor a do petróleo parafínico.

A maior utilização da densidade em óleos lubrificantes é na conversão de peso em volume, e vice-versa. Mas ela também é utilizada para fins de controle da fabricação do óleo, além de ser um dado fundamental para o projeto de trocadores de calor.

#### Ponto de Fulgor e Ponto de Inflamação

O ponto de fulgor é a temperatura em que o óleo, quando aquecido nas condições padrões do ensaio, desprende vapores que se inflamam momentaneamente (flash) ao contato com uma chama piloto.

O ponto de inflamação ou ponto de combustão é a temperatura na qual o óleo, aquecido nas mesmas condições anteriores, desprende vapores que se inflamam por mais de 5 segundos.

O aparelho mais utilizado para a realização do teste é o Cheveland de Vaso Aberto.



Neste teste, a amostra é contida em um recipiente aberto, sob o qual coloca-se uma fonte de calor. Uma chama piloto é passada por sobre o recipiente a intervalos regulares de tempo. Quando aparecer na porção da amostra vaporizada uma inflamação temporária, registra-se a temperatura da amostra. Esta temperatura é o ponto de fulgor do óleo.

Continuando a operação, quando a chama produzida permanece por mais de 5 segundos, o ponto de inflamação foi atingido. Este ponto encontra-se aproximadamente 25°C acima do ponto de fulgor. A tabela indica o ponto de fulgor de alguns derivados de petróleo, analisados pelo método Cleveland Vaso Aberto.

Aguarrás	38°C mín.
Querosene	38°C a 65°C
Óleo Diesel	43°C a 88°C
Álcool etílico	12°C
Óleos de corte integrais	155°C a 190°C
Óleos de corte integrais para brunimento	120°C
Óleo de motor	210°C a 270°C
Óleo p/ transmissão automática e mecânica.	175°C a 300°C
Óleos para tratamento térmico	190°C a 270°C
Óleos hidráulicos minerais	135°C a 230°C
Óleos para transferência de calor	190°C a 260°C
Óleos lubrificantes em geral	120°C a 300°C

Em um óleo novo, a determinação do ponto de fulgor é importante para um melhor controle da qualidade do produto final. Se este produto apresenta um ponto de fulgor muito acima ou muito abaixo do que era esperado, pode ter ocorrido contaminação com outro produto de maior ou menor ponto de fulgor.

Outro aspecto importante é o da segurança do produto em operação. É lógico que não se pode utilizar em determinado equipamento um óleo cujo ponto de fulgor seja inferior à temperatura de operação. Vale ressaltar também que o ponto de fulgor não deve ser considerado como a temperatura máxima de operação do óleo, já que o teste Cleveland não reproduz a realidade prática.

Em óleos usados, o aumentado do ponto de fulgor significa perda das partes leves por evaporação, enquanto que sua redução indica que houve contaminação por combustível ou outro produto de menor ponto de fulgor.

#### Ponto de Mínima Fluidez e Ponto de Congelamento

O ponto de mínima fluidez é a menor temperatura na qual o lubrificante ainda flui, nas condições do teste.

Neste teste, resfria-se a amostra dentro de um tubo e a cada decréscimo de 3°C na temperatura o tubo é colocado na posição horizontal, verificando-se a movimentação da superfície do óleo.

Se esta superfície permanecer imóvel por mais de 5 segundos foi atingido o ponto de congelamento do óleo. A temperatura 3°C acima desta é o ponto de mínima fluidez.

Por exemplo, se um óleo apresentar um ponto de congelamento de -20°C, seu ponto de mínima fluidez será de -17°C.



Para um óleo que vai trabalhar a baixas temperaturas, é muito importante observar seu ponto de mínima fluidez. Abaixo desta temperatura, corre-se o risco de haver o congelamento do óleo com a consequente falha na lubrificação.

No Brasil, os óleos destinados a sistemas de refrigeração e a equipamentos exportados para países de clima frio, exigem baixo ponto de mínima fluidez.

#### Acidez e Alcalinidade

Os óleos lubrificantes, como todas as substâncias da natureza, podem apresentar aspecto ácido ou alcalino. Este caráter depende da origem do básico, do método de refino, da aditivação, da degradação em serviço e da presença de contaminantes externos.

A acidez de um óleo pode ser expressa:

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

A alcalinidade de um óleo é dada através de:

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

No laboratório, o método para obtenção destes números se baseia no princípio clássico de que a base neutraliza o ácido e vice-versa.

Uma determinada quantidade da amostra a ser analisada é colocada em um becker e é feita a titulação utilizando-se HCL (quando a amostra é básica) ou KOH (quando a amostra é ácida).

O ponto de neutralização da amostra é detectado pela mudança de sua coloração (método colorimétrico ASTM D 974) ou pela leitura do PH em um potenciômetro (método eletrométrico ASTM D 664).

O resultado é sempre expresso em mg KOH/g óleo, mesmo quando a titulação for feita com HCL. Neste caso, basta calcular a quantidade de KOH que seria necessária para neutralizar o HCL titulado.



Em óleos novos, os testes de acidez e alcalinidade podem ser utilizados como auxiliares no controle da qualidade de fabricação.

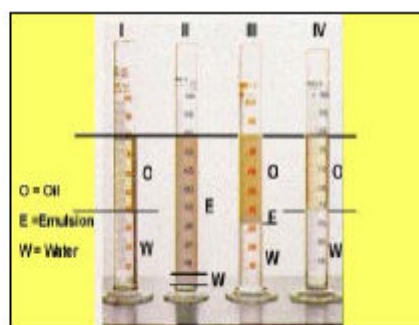
Em óleos usados, o TAN é utilizado para a determinação do grau de acidez. Uma aumento desta acidez em relação ao óleo novo pode significar contaminação externa ou um acelerado processo de oxidação, já que essa reação libera produtos ácidos.

Já o TBN é um dos testes mais importantes realizados em óleo de motor diesel. Este óleo, quando em operação, sofre constante ataque ácido, que é formado pela reação do enxofre presente no óleo diesel com a água proveniente do ar aspirado. Para minimizar este problema, passou-se a aditivar o óleo de motor com um componente básico, que tem como objetivo neutralizar o ácido formado. Através do teste de TBN, pode-se verificar a extensão da degradação deste aditivo e quanto ainda resta de reserva alcalina.

#### Demulsibilidade

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

Um dos testes que se utiliza para medir esta propriedade é o ASTM D 401. Ele consiste em colocar iguais quantidades de água destilada e óleo em uma proveta graduada e agitar. O tempo requerido para a separação da emulsão formada é anotado. Se não houver separação completa após 1h, os volumes de óleo, água e emulsão são anotados.



Este teste é importante quando se considera que, em certos sistemas de lubrificação, o óleo pode entrar em contato com a água. Neste caso, uma rápida separação da água passa a ser um fator preponderante à sua aplicação. São exemplos típicos os óleos de turbina (a vapor ou hidráulica) e os óleos hidráulicos.

### Espuma

A formação de espuma é uma característica indesejável em óleos lubrificantes, pois resulta em lubrificação ineficiente, cavitação, fluxo deficiente de óleo, menor transferência de calor e falhas na transmissão de força em sistemas hidráulicos.

Quando em uso, todos os lubrificantes são submetidos à agitação por parte dos órgãos mecânicos em movimento o que, aliado à aeração do sistema, torna inevitável a formação de espuma.

O problema pode ser minimizado pela presença de aditivo anti-espuma no óleo e pela eliminação de deficiências no equipamento que possam causar uma aeração excessiva.

O baixo nível do óleo no reservatório e a presença de vazamentos são causas freqüentes da formação de espuma.

O método mais utilizado em laboratório para analisar a tendência de se formar espuma e a sua estabilidade, depois de formada, é o ASTM D 892.

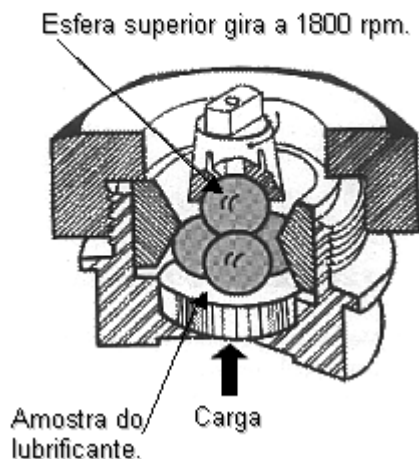


Neste teste, amostra é mantida a 25°C e sofre uma injeção de ar durante 5 minutos. Mede-se então o volume de espuma formado. Continuando o teste, a amostra é deixada em repouso por 10 minutos e o volume da espuma restante é medido. O resultado é dado na forma (Volume após 5 min. de injeção de ar / Volume após min. de repouso).

### Extrema Pressão (EP)

É a propriedade que um lubrificante tem de evitar que as superfícies em movimento entrem em contato, mesmo quando a película do óleo for rompida pela ação de elevadas pressões. Os óleos minerais puros não possuem esta característica. A resistência a elevadas pressões só é conseguida através de uma específica aditivação EP.

O teste mais utilizado para se mensurar esta importante propriedade é o Four Balls. Nele, três esferas são dispostas juntas horizontalmente, e uma quarta, presa a um eixo, girando sobre elas a uma velocidade de 1800 rpm.



Para se determinar a capacidade de carga, a velocidade da esfera girante é constante e a carga é aumentada gradativamente. Quanto as esferas se soldam é anotada a carga máxima suportada pelo lubrificante.

A interpretação deste resultado serve apenas para efeito comparativo, já que as condições da máquina Four Balls diferem da situação de trabalho do lubrificante.

#### Resistência à Oxidação

Os hidrocarbonetos reagem com o oxigênio do ar, principalmente quando são expostos a elevadas temperaturas por períodos suficientemente longos.

Esta reação com o oxigênio, denominada Oxidação, é o principal fator determinante do período de vida útil de um lubrificante. Quando o óleo se oxida, formam-se ácidos orgânicos que podem corroer as peças metálicas. Ocorre também a formação de borras e vernizes, além de um indesejado aumento da viscosidade original do lubrificante.

Existem vários ensaios para a determinação da tendência do óleo de se oxidar, e todos eles submetem o lubrificante a altas temperaturas sob a presença de oxigênio puro sob pressão.

#### Corrosão

Existem vários tipos de testes para se determinar a ação corrosiva do produto de petróleo, e sua escolha depende da aplicação do produto.

Alguns lubrificantes contêm aditivos à base de cloro, enxofre e sais orgânicos que, sob condições específicas de serviço, podem atacar os metais, principalmente as ligas de cobre.

Por isso, o teste mais utilizado é o ASTM 130 – Corrosão em Lâmina de Cobre. Neste teste, uma lâmina de cobre é colocada em banho no óleo a ser testado por 3 horas à temperatura de 100°C. Esta lâmina é então removida, lavada e comparada com os padrões ASTM, que vão de 1a (ausência de manchamento) a 4c (corrosão).

## Ensaio de Laboratório

### Espectrometria

Trata-se de uma técnica amplamente utilizada na determinação qualitativa e quantitativa de metais em óleos lubrificantes.

Os elementos metálicos podem ser provenientes da aditivação (melhoradores de performance) e/ou de desgaste.

Atualmente há equipamentos que podem determinar a concentração em parte por milhão (ppm) de 20 elementos simultaneamente.

Os principais tipos de espectrômetros usados são: absorção atômica, espectrômetro de emissão atômica, plasma, raios-X e fluorescência, todos apresentam vantagens e desvantagens na sua utilização, daí as empresas optarem por aquele que melhor atende as expectativas definidas no atendimento de seus clientes.



### Infravermelho

A espectroscopia de infravermelho é uma técnica aceita como um método rápido que permite quantificar: oxidação, nitração, fuligem, sulfatação, água, diluição por combustível, contaminação por glicol e depleção de aditivos.





## Principais Aplicações e Exigências

### Sistemas hidráulicos

Os sistemas hidráulicos transmitem e multiplicam forças, através de um fluido (óleo) sob pressão. Esses sistemas são usados para operar e controlar maquinários em praticamente todos os segmentos da indústria.

O óleo hidráulico, como é chamado, além de sua função principal como transmissor de força, deve lubrificar os componentes do sistema hidráulico, possuindo condições antidesgaste, antioxidante, antiferrugem e antiespumante.

### Turbinas

Turbinas são mecanismos através dos quais a energia do vapor, água ou gás, é convertida em movimento para gerar trabalho.



Os modernos óleos de turbina devem ter algumas propriedades importantes como viscosidade adequada, resistência à oxidação e formação de borra, prevenção contra ferrugem, proteção dos mancais contra corrosão, resistência à formação de espuma e fácil separação da água, além de permanecer em uso por longos períodos sem se degradar.

### Redutores industriais (engrenagens)

São elementos de máquinas, cujo função é transmitir movimentos de rotação e potência de uma parte da máquina para outra.





Os diversos tipos de engrenagens (helicoidais, cônicas, hipoidais, rosca sem fim, dentes retos, espinha de peixe, entre outras) estão sujeitas a grandes variações de cargas, sobretudo em função das aplicações.

Seus óleos são formuladas com aditivos de extrema pressão a base de ésteres sulfurados e compostos orgânicos de enxofre e fósforo, particularmente eficazes na presença de superfícies de aço, onde as temperaturas localizadas são altas o suficiente para originar uma reação química. Apresentam estabilidade térmica, possuem inibidor de espuma, características antidesgastante e não corrosiva, além de excelente capacidade de separação da água.

#### Sistema de transferência de calor

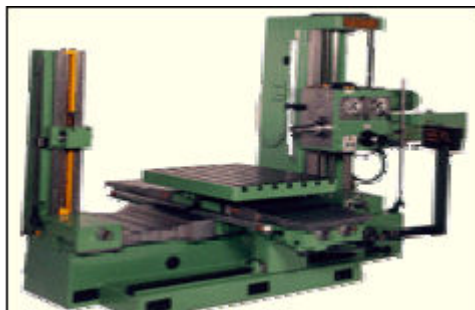
Em muitas indústrias, entre elas a produção de plásticos, tintas, sabões, graxas, borrachas, cerras, vernizes, produtos químicos, alimentos e outras especialidades, é necessário prover e controlar cuidadosamente o fluxo de calor durante o processo de fabricação.

O calor pode ser aplicado diretamente sobre o vasilhame, tacho ou peça apropriada, todavia há sempre o perigo de superaquecimento nas partes adjacentes à chama, e conseqüentemente explosão, dependendo dos tipos de materiais empregados.

O fluido para transferência de calor deve possuir boa condutividade térmica, adequado calor específico e resistência a oxidação. Isso reduz a tendência ao espaçamento e formação de depósitos, o que permite operações de altas temperaturas por longos períodos.

#### Guias e barramentos

As guias e mesas das máquinas operatrizes devem permitir deslizamentos suaves dos carros e porta-ferramentas, mesmo após paralisações noturnas ou prolongados finais de semana. Esses óleos são formulados a partir de básicos selecionados, enriquecidos com agentes de oleosidade, extrema pressão e adesividade, o que assegura operações dos carros sem trepidação, característica indispensável as usinagens de precisão.





## Óleos para Mancais de Moenda de Cana

São produtos desenvolvidos especificamente para a lubrificação de mancais de deslizamento, operando a baixas velocidades periféricas e elevadas cargas, como é o caso dos mancais dos rolos de moendas em usinas de açúcar e álcool. São derivados de petróleo de acentuada capacidade de separação da água, aditivados com agentes de extrema pressão, inibidos contra oxidação e de alta resistência ao espessamento em serviço. Seu uso permite às usinas moer mais por período, sem paradas ou aquecimentos, minimizando assim os custos operacionais.

## Usinagem de metais (Fluídos de corte)

Os fluidos de corte apropriadamente selecionados, manuseados e aplicados, proporcionam maiores velocidades de corte, menos afiações de ferramentas, maior produção e outras vantagens na usinagem de peças de materiais ferrosos e não ferrosos.

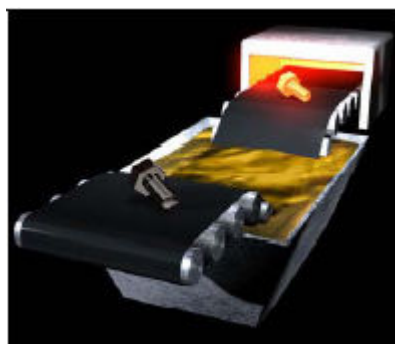
Essencialmente, cabe a tais fluidos as seguintes funções básicas:

1. Agir como refrigerante
2. Agir como lubrificante
2. Proteger as partes contra ferrugem

Os fluidos de corte podem ser divididos convenientemente em dois grandes grupos: os integrais e os emulsionáveis. Os primeiros são mais efetivos como lubrificantes e os outros como refrigerantes.

## Tratamento térmico

Por tratamento térmico entende-se o conjunto de operações de aquecimento, equalização da temperatura e resfriamento das ligas metálicas no estado sólido, com a finalidade de modificar a estrutura cristalina e alcançar as propriedades típicas e mecânicas desejadas.



A escolha adequada do óleo depende, para citar apenas algumas variáveis, das características do aço a ser tratado, da dureza desejada, do tamanho da peça, da temperatura do banho e do processo empregado. Esses produtos devem ser excepcionalmente estáveis em temperaturas elevadas, possuindo resistência natural a alterações químicas, possíveis de ocorrer durante o contato do meio refrigerante com as superfícies metálicas quentes.



### Óleos protetivos para metais

Estimativas indicam que, anualmente, cerca de 2% da produção mundial de aço é destruída pela ferrugem. Além dos óbvios prejuízos diretos, as despesas decorrentes de reparos, substituição de peças, rejeito de produtos acabados, custos de paralisação e mão-de-obra na manutenção alcançam vultuosas somas.

Os óleos protetivos são utilizados para a pulverização de chassis automotivos e equipamentos industriais, protegendo as superfícies metálicas dos processos de oxidação e ferrugem.

### Máquinas têxteis

A indústria têxtil (fiação, tecelagem, malharia, entre outros) além de ser uma das mais antigas, é altamente variada, existindo catalogados cerca de 300 processos diferentes.

Este fato implica em grande diversidade de máquinas e, conseqüentemente, ampla faixa de exigências na lubrificação. Por outro lado, a evolução tecnológica neste tipo de indústria tem sido significativa nos últimos anos, exigindo dos industriais maciços investimentos e constante aprimoramento em suas máquinas e processos.

Óleos altamente refinados, com capacidade antioxidante e de adesividade são exigidos nessas aplicações.

### Óleos de processo

Óleos de processo são produtos acabados, puros ou misturados, cujo principal uso pode não ser exclusivamente a lubrificação.

Incluem-se nestas séries produtos para processamento de borrachas, madeiras, tintas, amaciamento de couros, preservação de madeiras e muitos outros que podem ser desenvolvidos para satisfazer exigências mais específicas.

### Óleos isolantes

Os transformadores elétricos são máquinas estacionárias, utilizadas em corrente alternada para mudar a voltagem sem alteração de frequência.



Basicamente, são de funcionamento simples, sem peças móveis e utilizam um fluido que além de ser isolante, deve também permitir boa troca de calor com o ambiente.

Além dessas características, os isolantes devem possuir estabilidade química, alto ponto de fluidez, ausência de ácidos orgânicos e enxofre corrosivo, ou outros contaminantes que possam afetar os materiais usados nos transformadores.

## Graxas Lubrificantes

Na maioria das vezes, as graxas são usadas quando condições de projetos requerem um lubrificante pastoso, com características de desempenho similares ao dos óleos lubrificantes.

Para cada aplicação específica, uma combinação adequada de espessantes, óleos e aditivos, quimicamente estabilizados, permite uma lubrificação eficaz, com menores custos de manutenção.

São lubrificantes feitos à base de um sabão metálico, geralmente de lítio, cálcio ou sódio enriquecido às vezes com aditivos de grafite, molibdênio, entre outras.

As graxas devem possuir boa adesividade e resistência ao trabalho, além de suportarem bem ao calor e a ação da água e umidade.

## Consistência de graxas Lubrificantes

Consistência de uma graxa é a resistência que esta opõe à deformação sob a aplicação de uma força. A consistência de uma graxa é medida pelo grau NLGI (National Lubricants Grease Institute – Instituto Nacional de Graxas Lubrificantes).



Diz-se que a penetração é trabalhada, quando a graxa é comprimida por um dispositivo especial 60 vezes a uma temperatura de 25°C, antes de medir a penetração.

As graxas menos consistentes do que 0 (zero) são chamadas semifluidas e as mais resistentes do que 6 (seis) são chamadas de graxa de bloco.

## Graxas de Cálcio - Aplicações

Lubrificação de máquinas em locais úmidos, em virtude da graxa de cálcio ser insolúvel em presença de água e umidade.

Mancais de bucha. Os mancais devem ter velocidade e temperaturas moderadas. Não devem ser usadas em mancais de rolamento, devido às altas temperaturas.

Não deve ser usada em temperaturas acima de 70°C, pois havendo evaporação da água, o sabão e o óleo se separam.

## Graxas de Lítio - Aplicações

São as graxas denominadas de múltiplas aplicações. São recomendadas para temperaturas variáveis entre -10°C e 150°C e em presença de umidade. Sua ótima bombeabilidade facilita seu uso em pistolas graxadeiras e sistemas de lubrificação.



Quando formadas com óleos com baixo ponto de fluidez são usadas para cabos e controle de aviões que estão sujeitos a temperaturas baixas. As graxas de lítio foram desenvolvidas particularmente para a aviação. São usadas tanto no campo automotivo como industrial (lubrificação de mancais de buchas e rolamentos, pinos e chassis e em todas as máquinas e veículos sujeitos à umidade, calor, poeira, choque).

#### Graxas de Complexo de Lítio - Aplicações

Substituem com vantagens as graxas à base de sabão de lítio e argila (bentonita), não deixando resíduos sólidos na lubrificação de mancais de rolamentos com temperaturas de trabalho até 180°C. Apresenta características de resistência à baixas e altas temperaturas (Ponto de Gota superior a 250°C), propriedades de extrema-pressão, resistência à água, estabilidade química, resistência a solicitações mecânicas e compatibilidade com elastômeros

#### Graxas Betuminosas - Aplicações

Lubrificação de grandes engrenagens abertas e semifechadas, de correntes, de cabos de aço e de partes de máquinas expostas às intempéries.

#### Cuidados para Armazenagem e Manuseio de Lubrificantes

##### Manuseio Descuidado dos Tambores

Quedas bruscas, descidas de rampas sem proteção, rolar em terreno irregular, resultam em furos, amassamentos ou desaparecimento da identificação do produto.

O descarregamento de caminhões deverá ser feito por meio de empilhadeiras ou de rampas com pneus em sua extremidade e nunca jogados sobre pneus.

##### Contaminação por água

A água prejudica qualquer tipo de lubrificante. Os óleos aditivados ou graxas podem ter seus aditivos deteriorados ou precipitados pela presença de água.

##### Contaminação por Impurezas

A presença de materiais estranhos, como a poeira, areia, folhas, pregos e outros, causam sempre sérios problemas.

##### Misturas Acidentais de Produto

Sérios inconvenientes podem, surgir pela mistura de óleos ou graxas.

Os produtos aditivados, muitas vezes, não se misturam normalmente, podendo haver precipitação de aditivos.

Para não haver trocas possíveis, os vasilhames devem estar claramente identificados.



#### Armazenagem ao Ar Livre

Não havendo possibilidade de se armazenar em recinto fechado, devemos observar os seguintes cuidados:

- a) Tambores deitados – evitar o contato com o chão colocando os tambores sobre ripas de madeira, com os bujões numa linha aproximadamente horizontal.
- b) Tambores em pé – neste caso cobrir os tambores com um encerado, e evitar o contato dos mesmos com o chão.
- c) Embalagens pequenas – colocar sobre pranchas de maneira, para evitar o contato com o chão e cobrir com um encerado.

#### Armazenamento em Recinto Fechado

Este tipo de armazenamento não requer grandes preocupações, exceto quanto à verificação periódica, para evitar a deterioração do produto ou desaparecimento de marcas. Nunca deixar vasilhames abertos.

#### Almoxarifados de Lubrificantes

O almoxarifado deverá ficar afastado do processo de fabricação que produzem poeira, podendo contaminar o produto. Afastado também, de fontes de calor como caldeiras, que podem deteriorar o produto.

Os tambores deverão ficar deitados em estrados de madeira, com torneiras adaptadas aos bujões para a retirada do produto. As marcas dos tambores deverão estar sempre bem visíveis. Limpar sempre em volta da torneira ou bujão antes de abrir.

#### Recipientes de Distribuição

Estes deverão estar marcados da mesma forma que o tambor, para evitar troca na hora da aplicação. Todos os recipientes utilizados na distribuição (funis, almotolias, pistolas graxeiras), deverão estar sempre limpos e é conveniente lavá-los com querosene e secá-los, antes de cada distribuição. Não se deve usar para limpeza panos que deixem fiapos, principalmente estopa.

As graxas são mais difíceis de distribuir. É desaconselhável retirá-las do vasilhame com pedaços de madeira, em virtude do perigo de contaminação e aconselha-se a instalação de bombas manuais, ficando assim sempre fechados os recipientes.

#### **NOTA:**

##### 1. Extremos de Temperatura

Além da contaminação, os lubrificantes podem ter suas características alteradas, quando sujeitos aos extremos de temperatura; isto se aplica especialmente a certas graxas, que podem apresentar separação de óleo da massa de graxa quando estocados em condições de calor excessivo.

2. Graxas de Sabão de Cálcio

As graxas de sabão de cálcio, podem ter sua consistência alterada, endurecerem enquanto permanecem estocadas por um período de tempo aproximadamente superior a seis meses. Por isso, devemos manter uma rotatividade, o que, aliás, deve ser feito com todos os lubrificantes.

Tabela de Comparação de Viscosidade.

