

# Técnica



## Óleos lubrificantes de motor

### 1.ª PARTE



PARCERIA CEPRA / PÓS-VENDA [WWW.CEPRA.PT](http://WWW.CEPRA.PT)

O motor de um automóvel é um elemento de engenharia complexo, composto por inúmeras peças, componentes e engrenagens mecânicas constituídas por materiais metálicos, que interagem entre si, com acoplamentos perfeitos e folgas milimétricas. Para garantir o bom funcionamento do motor e mantê-lo em condições ideais de funcionamento que permita uma vida útil prolongada, há um elemento com importância chave, que tem que existir no motor e sempre nas melhores condições, o óleo lubrificante. É para muitos considerado o “sangue” do motor.

A sua existência no motor é fundamental, porque tem várias funções das quais não é possível abdicar, como a redução do atrito entre as superfícies metálicas em contacto, redução de desgastes, vedação e limpeza, refrigeração e controlo de temperaturas, proteção contra a corrosão e oxidação, redução de vibrações e ruído, redução

de consumos entre outras.

Existem vários tipos de lubrificantes, para diferentes aplicações. Este artigo foca os óleos lubrificantes para motores de automóveis.

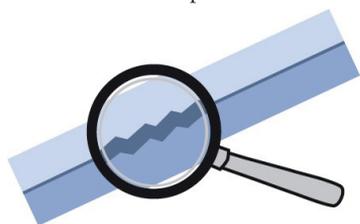


A principal necessidade do óleo lubrificante do motor decorre da existência de peças metálicas em movimento e em contacto umas com as outras.

#### O ATRITO

Quando uma superfície possui movimento relativo em relação a outra (as duas superfícies em movimento ou uma em

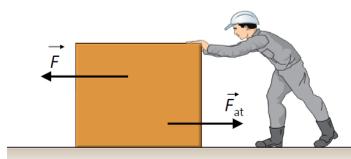
movimento e a outra parada), forma-se uma força contrária a esse movimento, conhecida por força de atrito ou, simplesmente atrito. O atrito depende, entre outros fatores do estado de acabamento e da natureza das superfícies em contacto. Se examinarmos à vista desarmada uma superfície polida, parece não existir qualquer irregularidade. No entanto, vista ao microscópio, essa mesma superfície apresenta uma rugosidade constituída por irregularidades muito pequenas, em forma de picos e vales, cuja forma varia com o tipo de material e processo de acabamento dessa superfície.



Para fazer deslocar uma superfície sobre outra, é preciso aplicar uma força superior à resistência ao movimento provocada pela compressão entre as superfícies (força normal às superfícies) e pelo contacto entre as rugosidades das duas superfícies, ou seja, é preciso vencer a força de atrito. Há situações em que o atrito é desejável, necessário e útil, como por exemplo nos discos dos sistemas de travagem, mas há outras em que é indesejável porque dificulta o movimento, consome energia, produz aquecimentos excessivos e desgaste nos materiais, como é o caso dos motores. Nestas situações interessa reduzir o atrito ao mínimo.

#### TIPOS DE ATRITO

Na realidade, existem diferentes tipos de atrito. Quando por exemplo, se aplica uma força para fazer mover um bloco, ocorre uma força de atrito (em sentido contrário à força aplicada) que impede que o bloco se mova, mantendo-o em repouso, não havendo movimento relativo entre as duas superfícies em contacto. Dizemos que o atrito é do tipo estático.



Aumentando a intensidade da força sobre o bloco, a força de atrito estático é vencida e o bloco começa a entrar em movimento, passando a haver movimento relativo entre

as duas superfícies em contacto. Quando o bloco está em movimento, a força de atrito é constante, não dependendo da velocidade de escorregamento das superfícies. Quando a força de atrito atua sobre corpos em movimento dizemos que é um atrito do tipo dinâmico. O atrito dinâmico é inferior ao atrito estático para as mesmas superfícies, é independente da área de contacto e independente da velocidade do corpo. A força necessária para colocar um corpo parado em movimento é sempre maior do que aquela que é preciso aplicar quando um corpo já está em movimento.



O atrito diz-se sólido quando há contacto entre duas superfícies secas e pode ser de dois tipos. Quando duas superfícies se deslocam uma sobre a outra estamos perante atrito de escorregamento (ou de deslizamento). Quando o deslocamento se efetua através de rotação de corpos cilíndricos ou esféricos, colocados entre as superfícies em movimento estamos perante atrito de rolamento.



O atrito entre duas superfícies secas deve ser evitado durante o trabalho de qualquer componente mecânico. Provoca grandes perdas de energia mecânica, acentuado desgaste, calor excessivo e fenómenos de gripagem, colocando fora de serviço os componentes em movimento.

O atrito diz-se fluído, sempre que existir uma camada fluída (líquida ou gasosa) a separar as superfícies em movimento relativo, com o objetivo de evitar o contacto entre ambas.

A interposição de uma substância fluída entre duas superfícies em movimento relativo, permite reduzir o atrito e o desgaste a valores aceitáveis. A esta substância fluída dá-se o nome de lubrificante e à utilização de lubrificantes dá-se o nome de lubrificação.

O atrito em superfícies lubrificadas é sempre muito menor que em superfícies secas. A lubrificação com um fluído lubrificante pode ser marginal (ou limite), mista ou hidrodinâmica. É marginal quando a espessura da película de lubrificante é

inferior às rugosidades das superfícies, pelo que estas mantêm o contacto entre elas. É mista quando existe algum contacto entre as superfícies. É hidrodinâmica quando a espessura da película de lubrificante é superior às rugosidades das superfícies, pelo que estas não contactam uma com a outra.



Os lubrificantes além de diminuir o atrito têm também outras funções. De facto, entre os principais objetivos da lubrificação podem-se considerar:

- Diminuir o atrito entre as superfícies e componentes em movimento.
- Reduzir o desgaste das superfícies em contacto.
- Reduzir ou evitar a corrosão.
- Atuar como refrigerante, dissipando o calor produzido pelo atrito.
- Contribuir para a limpeza dos componentes em contacto
- Contribuir para a vedação dos componentes em contacto.
- Evacuar das zonas de atrito os sedimentos prejudiciais nela depositados, quer por arrasto, quer por dissolução nestes, sem, no entanto, perder as suas qualidades básicas de lubrificante.
- Reduzir ao mínimo as perdas de potência.
- Reduzir as vibrações e o ruído.
- Aumentar o rendimento e vida útil dos componentes.

#### O ÓLEO LUBRIFICANTE



##### Óleos base

O petróleo bruto ou crude tal como é extraído do subsolo não é utilizável em aplicações industriais e no automóvel. Para ser utilizável tem que ser submetido a tratamentos especiais nas refinarias, onde se obtém dele uma grande variedade de produtos. Dentro destes produtos, os que se aplicam para a fabricação dos lubrificantes são os denominados óleos base que provêm da destilação e outros processos complexos, de determinados tipos de crude selecionados em função das características necessárias aos lubrificantes.



CEPRA

Os óleos-base são lubrificantes que podem ser minerais, sintéticos ou semi-sintéticos

#### Óleos Minerais

São óleos fabricados com bases obtidas diretamente da destilação do petróleo bruto ou crude.

#### Óleos Sintéticos

São óleos fabricados com bases que provêm de transformações químicas complexas ou de síntese. Constituídos por compostos químicos que são feitos artificialmente (sintetizados), podem ser fabricados usando componentes de petróleo modificados quimicamente em vez de petróleo bruto, mas também podem ser sintetizados a partir de outras matérias-primas. O óleo sintético é usado como substituto do lubrificante refinado do petróleo quando opera em temperaturas extremas, porque, em geral, fornece propriedades mecânicas e químicas superiores às encontradas nos óleos minerais tradicionais. Os óleos sintéticos apresentam em geral algumas vantagens em relação aos óleos convencionais de base mineral, tal como uma maior resistência à temperatura, melhor desempenho a baixa temperatura, melhor proteção do motor e menos consumo de óleo.

#### Óleos Semi-sintéticos

São óleos fabricados com misturas de bases minerais e sintéticas. Também são conhecidos por óleos de mistura sintética. Mas um óleo lubrificante de motor não é apenas um óleo base. É um produto formado por um óleo base ao qual são adicionados aditivos. Os aditivos são compostos que se incorporam, em pequenas quantidades, aos óleos base para se obter um lubrificante final com um melhor nível de qualidade, características e performances. De acordo com os tipos de aplicação desejadas.

Entre os aditivos mais importantes nos óleos lubrificantes de motor estão:

>> **Antioxidantes** Minimizam a degradação do óleo por oxidação.

>> **Antiferrugens** Evitam que o vapor de água da combustão ou da condensação atmosférica forme ferrugem sobre as peças do motor.

>> **Detergentes** Evitam que os resíduos carbonosos com origem na combustão, as lacas e os vernizes, da degradação do óleo, se fixem nas superfícies metálicas.

>> **Dispersantes** Evitam que as partículas se aglutinem, formando lamas e precipitem, no próprio seio do lubrificante.

#### Melhoradores do índice de viscosidade

>> **Antidesgastes** Conseguem diminuir o atrito entre as partes metálicas do motor, diminuindo os desgastes. A sua importância é maior nas situações em que a lubrificação é marginal (ou limite) ou mista.

>> **Melhoradores do ponto de fluxo** Evitam a solidificação ou a dificuldade do lubrificante fluir a temperaturas extremamente baixas.

>> **Resistentes à oxidação** Com o contacto com ar do cárter e gases ácidos de combustão, o óleo tende a transformar-se por oxidação. Como resultado, assiste-se a uma redução do seu poder lubrificante. Os aditivos destinados a resistir aos fenómenos de oxidação fazem com que o óleo conserve durante mais tempo as suas qualidades lubrificantes. Estes aditivos neutralizam os ácidos que pouco a pouco tendem a acumular-se no cárter do motor, e cuja presença origina desgastes nas superfícies de atrito.

A qualidade e prestação dos óleos lubrificantes são dadas pela qualidade dos óleos base utilizados, as propriedades dos aditivos utilizados e as características físico-químicas dos lubrificantes finais.

#### CARACTERÍSTICAS DOS ÓLEOS LUBRIFICANTES

Os óleos lubrificantes possuem várias características físico-químicas, sendo a mais importante a viscosidade.

#### A viscosidade

A viscosidade de um fluido pode-se definir como a resistência do fluido ao escoamento, a uma dada temperatura, materializada no atrito interno (devido a interações intermoleculares) que é resultante do movimento de uma camada de fluido em relação a outra. Normalmente, associa-se uma viscosidade alta a um fluido lubrificante com uma espessura de película grossa e uma viscosidade baixa a um fluido com uma espessura de película fina. A viscosidade varia com a temperatura, sendo que, num fluido líquido como um óleo lubrificante, quanto maior for a temperatura menor será a viscosidade do óleo lubrificante. Com a diminuição da temperatura a viscosidade do óleo lubrificante aumenta. Mas a variação não é a mesma para todos os óleos e quanto menos variar a viscosidade de um óleo com a temperatura, melhor será o seu comportamento. Há diferentes métodos para medir a viscosidade, entre os quais aparelhos próprios chamados viscosímetros.

Existem fundamentalmente dois tipos de viscosidades. A viscosidade dinâmica ou absoluta e a viscosidade cinemática.

A **viscosidade dinâmica** ou absoluta tem como unidades o Pa.s (N.s/m<sup>2</sup>) no sistema SI (Sistema Internacional de Unidades), e é normalmente expressa em mPa.s. Pode também ter como unidade o Poise (P) no sistema CGS, sendo 1 P = 0,1 Pa.s. Normalmente utiliza-se o centipoise (cP), sendo que 1 cP = 1 mPa.s.

A **viscosidade cinemática** é dada pela razão entre a viscosidade absoluta e a densidade do fluido. No SI, a unidade da viscosidade cinemática é o m<sup>2</sup>/s. No sistema CGS é utilizada a unidade Stokes (St), sendo um Stokes igual a 10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/s e normalmente utiliza-se o centistokes (cSt), sendo que 1 cSt = 1 mm<sup>2</sup>/s.

#### A IMPORTÂNCIA DO MOTOR NA VISCOSIDADE DO ÓLEO

Há características do motor que devem ser levados em conta para que a viscosidade do óleo seja a adequada para o motor em questão. Para começar, o próprio projeto do motor, o tipo de sistema de lubrificação, as folgas e passagens de óleo, cujo tamanho influencia a maior ou menor facilidade do lubrificante fluir.

A metalurgia das peças do motor e a sua resistência ao desgaste também tem influência. Se as ligas que compõem os materiais das peças fazem com que tenham uma alta resistência ao desgaste, podem-se utilizar óleos mais fluidos, com uma viscosidade menor em frio e em quente. Como resultado, consegue-se economizar combustível.

Outro fator a considerar é o peso e as cargas que as peças a lubrificar do motor suportam. Se as cargas são mais leves, o óleo poderá ter uma menor viscosidade. As temperaturas que se desenvolvem no motor são importantes e têm influenciado a evolução na natureza dos lubrificantes. Os óleos sintéticos aguentam melhor as altas temperaturas que os óleos minerais convencionais e permitem o desenvolvimento de produtos com menor viscosidade.

Uma menor viscosidade implica um maior atrito entre o óleo e as peças do motor. Isto é bom porque que o atrito provoca uma ação de travagem, o que implica uma perda de potência e energia e, por consequência, um maior consumo de combustível. Ao fazer um óleo mais fluido diminui-se esse atrito, economiza-se combustível e polui-se menos para percorrer a mesma distância.

Como tal, é muito importante o uso de um óleo de viscosidade adequada para cada motor, apropriado às suas características, e que seja capaz de responder às suas exigências.

Os óleos lubrificantes têm outras características físico-químicas e temperaturas específicas, entre as quais se destacam:

**>> Índice de Viscosidade (IV)** Este índice mede a variação da viscosidade do óleo lubrificante com a temperatura. A viscosidade do óleo diminui com o aumento da temperatura. Quanto mais baixo for o IV, maior é a diminuição da viscosidade com o aumento da temperatura do óleo e, vice-versa. À medida que o óleo aquece, a sua capacidade para fornecer uma lubrificação efetiva diminui, aumenta o atrito e o calor, o que pode levar a falhas mecânicas. Desta forma, quanto mais tempo um óleo lubrificante puder manter a sua viscosidade ótima, mais eficazmente lubrificará o motor prevenindo danos. Neste sentido, o IV pode ser útil na apreciação da qualidade geral do óleo, e é um elemento essencial de informação na seleção de um óleo para grandes pressões de trabalho, envolvendo grandes variações de temperatura.

Inicialmente a escala inicial de IV (definida pela SAE - Society of Automotive Engineers) variava de IV=0 a IV= 100, sendo 0 o valor pior e 100 o valor melhor. Com o desenvolvimento de novos produtos, a escala foi ultrapassada pelo que hoje existem óleos lubrificantes com IV muito superior a 100. Quanto mais alto for o índice, menos varia a viscosidade com a temperatura, melhor é o comportamento do óleo.

**>> Cor** Não é uma propriedade fundamental, nem informa sobre a qualidade de um lubrificante. Mede-se segundo uma escala de valores que varia desde óleos claros a óleos escuros. As cores dos óleos base podem ver-se alteradas pela incorporação de aditivos, pelo que a cor de um óleo lubrificante finalizado, depende sempre dos seus aditivos.

**>> Densidade** É o peso de uma substância por unidade de volume. Não se deve confundir com a Viscosidade. Por exemplo, a água é mais densa que o óleo (pesa mais), mas é mais fluída, menos viscosa.

**>> Untuosidade** A propriedade de aderir a superfícies metálicas. Esta propriedade favorece a formação de uma película lubrificante e mantém-na contínua apesar das cargas fortes. A um óleo lubrificante com uma viscosidade mais elevada corresponde uma maior untuosidade. Mas, dois óleos lubrificantes com uma viscosidade igual, podem ter untuosidades diferentes, conforme a estrutura molecular de cada lubrificante.

**>> Extrema Pressão (EP)** Propriedade que permite que duas superfícies, submetidas a cargas elevadas, não se soldem. É a



propriedade que permite à película de óleo resistir às altas pressões mecânicas, mantendo uma boa qualidade de lubrificação durante o funcionamento a plena carga, a altos regimes e temperaturas.

**>> Desemulsibilidade** Mede a capacidade do óleo lubrificante para se separar de um volume igual de água, depois de misturados.

**>> TBN** Abreviatura de Total Basic Number (N.º Total Básico). Expressa-se em mg KOH/g e dá-nos a capacidade do óleo lubrificante de neutralizar os ácidos procedentes da combustão.

**>> Ponto de Inflamação** É a temperatura à qual o óleo lubrificante emite vapores susceptíveis de serem inflamados.

**>> Ponto de congelamento** É a temperatura em que o óleo lubrificante não escorre mais de uma proveta quando esta é inclinada. O ponto de congelamento deve ser o mais baixo possível, de modo a facilitar, por exemplo, que o motor entre em movimento depois de estacionamentos prolongados do veículo sob temperaturas muito baixas.

**>> Ponto de Fluxão** É a temperatura mais baixa a que um determinado óleo lubrificante é capaz de se manter fluído. É desejável que o ponto de fluxão de um óleo de motor seja o mais baixo possível.

#### **NORMAS E ESPECIFICAÇÕES DOS ÓLEOS**

As diferentes especificações e siglas que aparecem nas embalagens dos óleos lubrificantes são definidas por diferentes entidades internacionais e pelos próprios fabricantes de automóveis e, dizem respeito à classificação das graduações da viscosidade do óleo, à classificação das qualidades do óleo e à definição do tipo de motores para os quais o óleo é recomendado.