

Lubrificantes e lubrificação para motores de combustão



Um motor de combustão interna é desenvolvido para funcionar por centenas e até milhares de quilômetros. Para que isso seja possível o motor é provido de um sistema de lubrificação, caso contrário não duraria alguns minutos. Isso aconteceria devido movimento incessante de peças dentro do motor, sendo que estas peças estão em contato com outras peças de mesmo ou semelhante material. O sistema de lubrificação garante que essas peças trabalhem com um filme de óleo entre elas (atrito úmido), que reduz consideravelmente o atrito e consequentemente o desgaste. Além disso, o sistema também exerce uma função refrigerante auxiliar ao sistema de arrefecimento, retém partículas em suspensão no óleo que venham a alcançar os canais de lubrificação sobre intenso trabalho das peças de força, previne a oxidação das peças e a formação da carbonização(leia mais).

O sistema de lubrificação deve prover lubrificação para os seguintes componentes:

- Mancais da(s) árvore(s) de cames;
- Mancais da árvore de manivelas;
- Paredes do cilindro;
- Cabeça do pistão;
- Pé da biela com pino do pistão;
- Munhões e moentes da árvore de manivelas.

Tipos de Atrito:

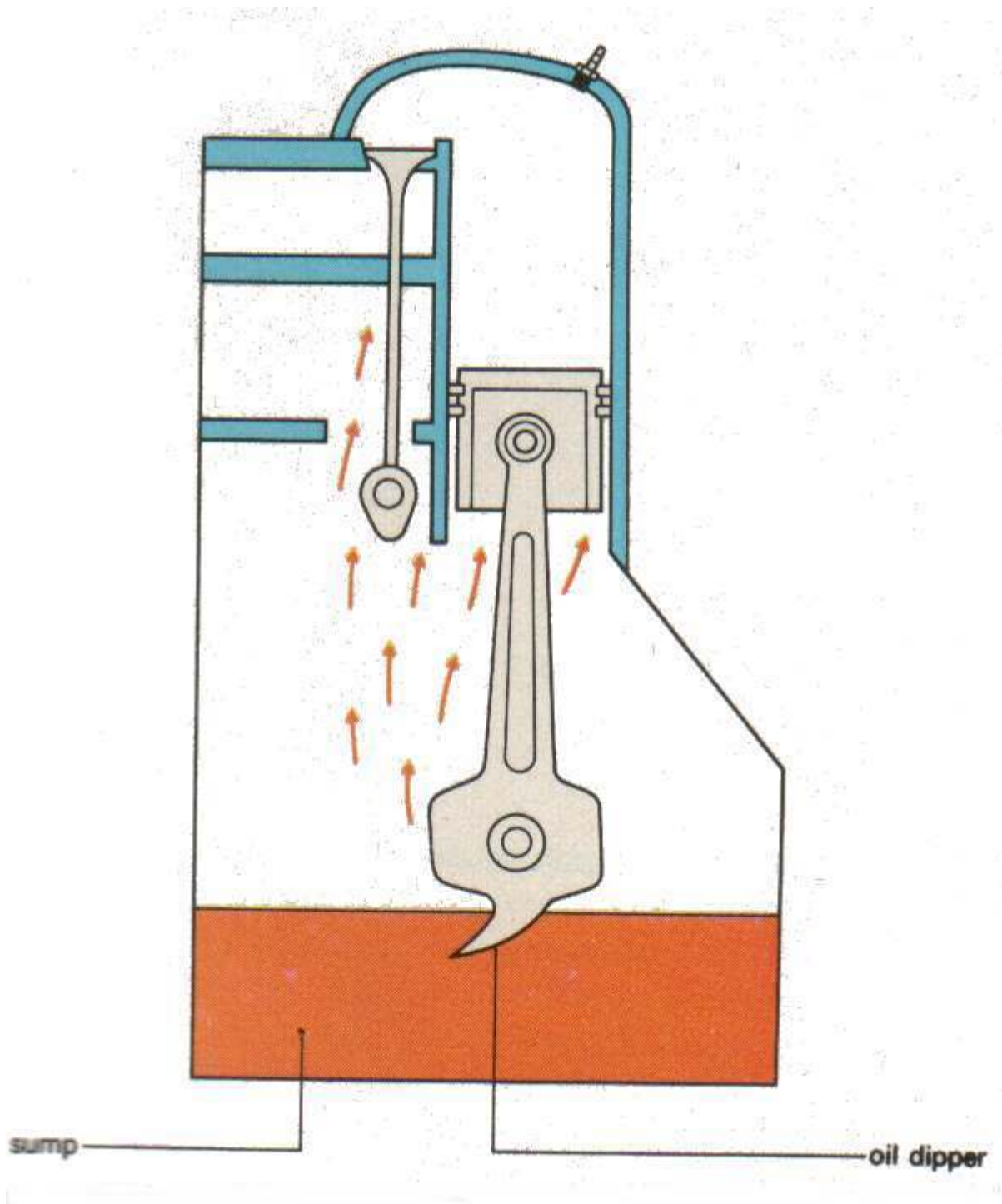
Por mais que possa parecer, as peças do motor não possuem superfícies lisas e uniformes, pelo contrário, são repletas de cristas e o contato com as outras peças gerariam um grande atrito não fosse a ação do óleo. As moléculas de óleo formam uma película entre as duas peças, preenchendo o espaço entre as cristas das duas peças. Contudo, a formação dessa película é prejudicada pela pressão exercida pelas peças, que desgasta a película de óleo entre pistão e a parede do cilindro, o contato metal-metal torna-se inevitável. A formação da película e o seu desgaste até o contato entre as peças é caracterizado pelos três níveis de atrito:

- **Atrito líquido:** O filme de óleo entre as peças se mantém íntegro impedindo o contato entre as peças durante o funcionamento do motor;
- **Atrito úmido:** O filme de óleo começa a se desgastar e em alguns pontos há contato entre a saia do pistão e a parede do cilindro;
- **Atrito seco:** O filme de óleo foi completamente retirado da parede do cilindro, deixando o motor exposto ao prejudicial contato pistão-cilindro.

Tipos de lubrificação:

O desenvolvimento do motor de combustão interna passou por diversas fases e nelas os sistemas dos motores foram sendo aperfeiçoados. Com isso alguns tipos de sistemas de lubrificação foram surgindo, seja pelo desenvolvimento, seja pelo tipo de uso do motor.

- **Sistema de lubrificação por salpico:**



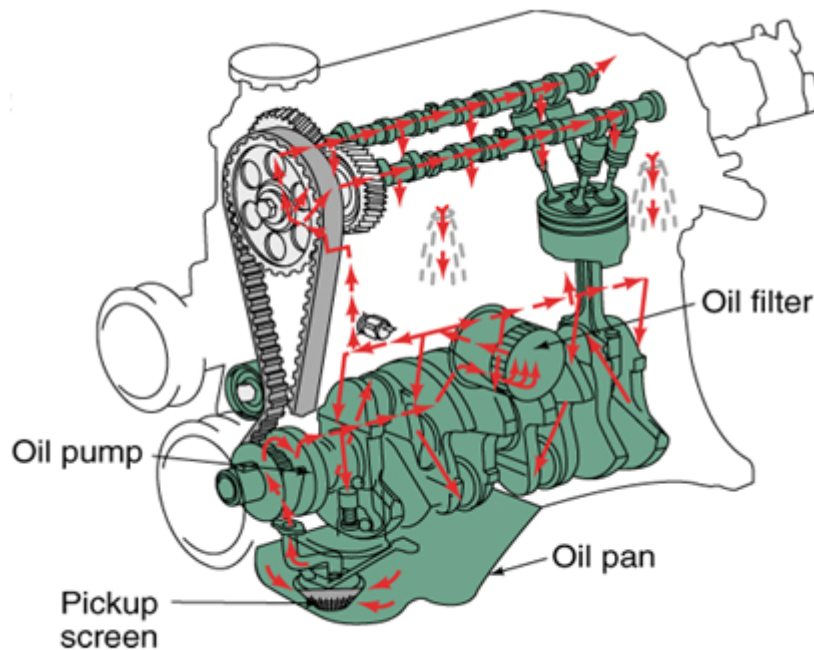
Sistema de lubrificação – tipo salpico.

Crédito foto: dansmc

Neste sistema a bomba de óleo mantém algumas cubas cheias de óleo, estas são posicionadas propositalmente próximas a passagem de cada biela. As bielas por sua vez estão munidas com uma colher, e recolhem parte do óleo durante seu movimento de vai e vem. O óleo ao penetrar nas bielas lubrifica seu respectivo moente. Este é um

sistema que requer canais de lubrificação maiores devido sua baixa pressão de funcionamento(0,1 a 0,4bar).

- **Sistema de lubrificação por pressão:**



Sistema de lubrificação por pressão, ou forçado.

Crédito foto: schoolworkhelper

Este bem sucedido sistema de lubrificação utiliza a pressão da bomba(1 a 3bar) para alcançar as diversas canalizações de óleo do motor. Munhões e moentes do virabrequim possuem furos de lubrificação por onde o óleo sobre pressão atinge as bielas. Canalizações de óleo também dirigem o óleo até as peças do cabeçote(comando de válvulas, eixo de balancins, tuchos...). As bielas possuem uma canalização interna, que se estende da cabeça até o pé da biela chegando ao pino do pistão. Para então despejar jatos de óleo que refrigeram o pistão. Neste sistema também é muito frequente o uso jateadores de óleo, que despejam jatos de óleo em direção aos pistões ou cilindros.

- **Sistema de lubrificação por projeção:**

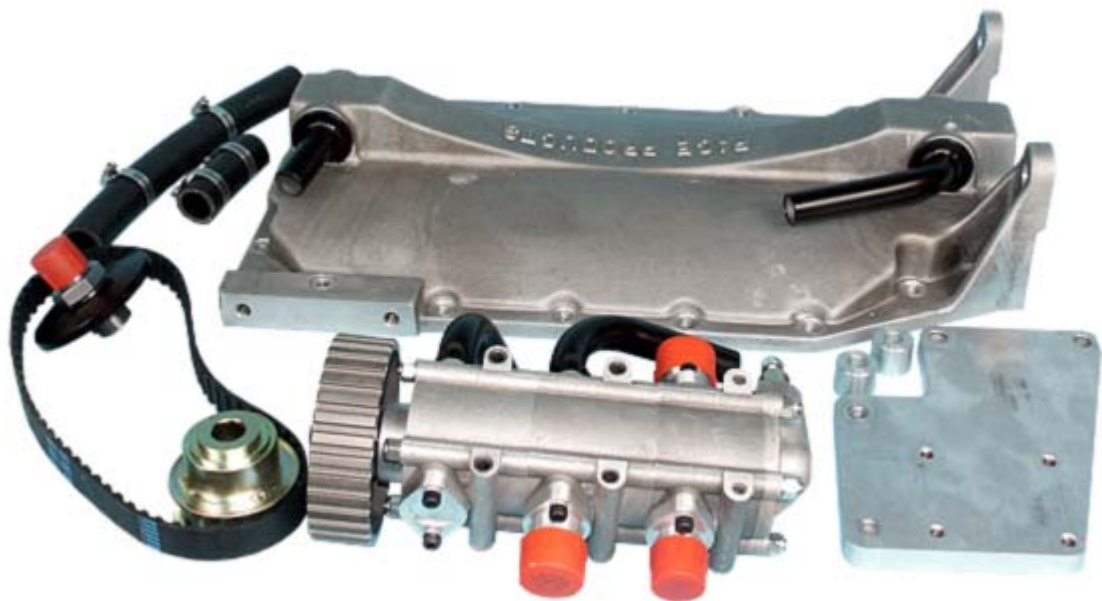
Esta é uma variação do sistema de lubrificação sobre pressão. Neste mancais e virabrequim são lubrificados por pressão, enquanto que as bielas são lubrificadas por projeção de um jato de óleo. Um canal de óleo sobre pressão despeja jatos de óleo sobre a biela, que munida de uma colher consegue canalizar esses jatos internamente promovendo a lubrificação do conjunto pino-pistão bem como boa parte desse óleo

atinge a cabeça da biela, promovendo sua refrigeração. A pressão de trabalho nesse sistema varia de 1 a 3bar.

- **Sistema de lubrificação por mistura:**

Pouco eficiente e obsoleto. Este sistema de lubrificação utiliza o óleo lubrificante proporcionalmente misturado ao combustível, e foi largamente utilizado em motores dois tempos. A proporção de óleo não pode ser exagerada, o que prejudica o desempenho da combustão(logo a potência) além de contaminar câmara de combustão e a janela de escape. Atualmente este sistema figura em pequenos motores dois tempos de karts e pequenos carros radio-controlados.

- **Sistema de lubrificação por cárter seco:**



Kit para conversão de sistema de lubrificação normal, para cárter seco. Crédito foto: paceproducts

Este é o mais bem sucedido e eficiente sistema de lubrificação. Possui duas bombas de óleo que trabalham, uma retirando o óleo do cárter e enviando para um reservatório externo, e outra enviando o óleo desse reservatório para o motor. Destinado para carros de alto desempenho e de competição, sua maior vantagem é poder trabalhar com o óleo em menor temperatura, além de possibilitar a montagem de um cárter menor, consequentemente possibilitando colocar o motor mais baixo na carroceria.

Funcionamento:

Ao por o veículo em funcionamento, a força do motor também faz girar a bomba de óleo, que está acoplada a polia do virabrequim através de uma correia. A bomba fornece óleo pressurizado por todas as canalizações de lubrificação existentes no motor. Os canais de lubrificação direcionam o óleo para os mancais da árvore de manivelas e eixo do comando de válvulas, e caso possua eixo dos balancins, também. Essa lubrificação é tão crítica quando importante, pois quando o eixo gira, as moléculas do óleo também giram, e sugam

o óleo da canalização para o mancal, conforme a velocidade do eixo cresce, a sucção de óleo também cresce. Então ocorre o fenômeno da cunha de óleo, que é quando em torno do eixo forma-se uma zona de maior pressão, que empurra o eixo do mancal e assim o eixo gira sobre a película de óleo que se forma. Embora isto garanta a lubrificação de peças móveis, as paredes dos cilindros possuem lubrificação garantida pelo salpico ou projeção de óleo sobre estas seja qual for o tipo de sistema de lubrificação. Isso ocorre devido a deficiência de lubrificação nos primeiros minutos de funcionamento do motor. Dentro de todo esse trabalho, o óleo fornece a capacidade de lubrificação e refrigeração das peças internas do motor, podendo atingir até 120c quando sai das bielas. Nas paredes dos cilindros o óleo pode chegar a atingir sua temperatura limite de 150c, partindo dos 80c quando contido no cárter. Dependendo do projeto do motor, pode ser necessária a montagem de um radiador de óleo para melhor refrigeração do lubrificante.

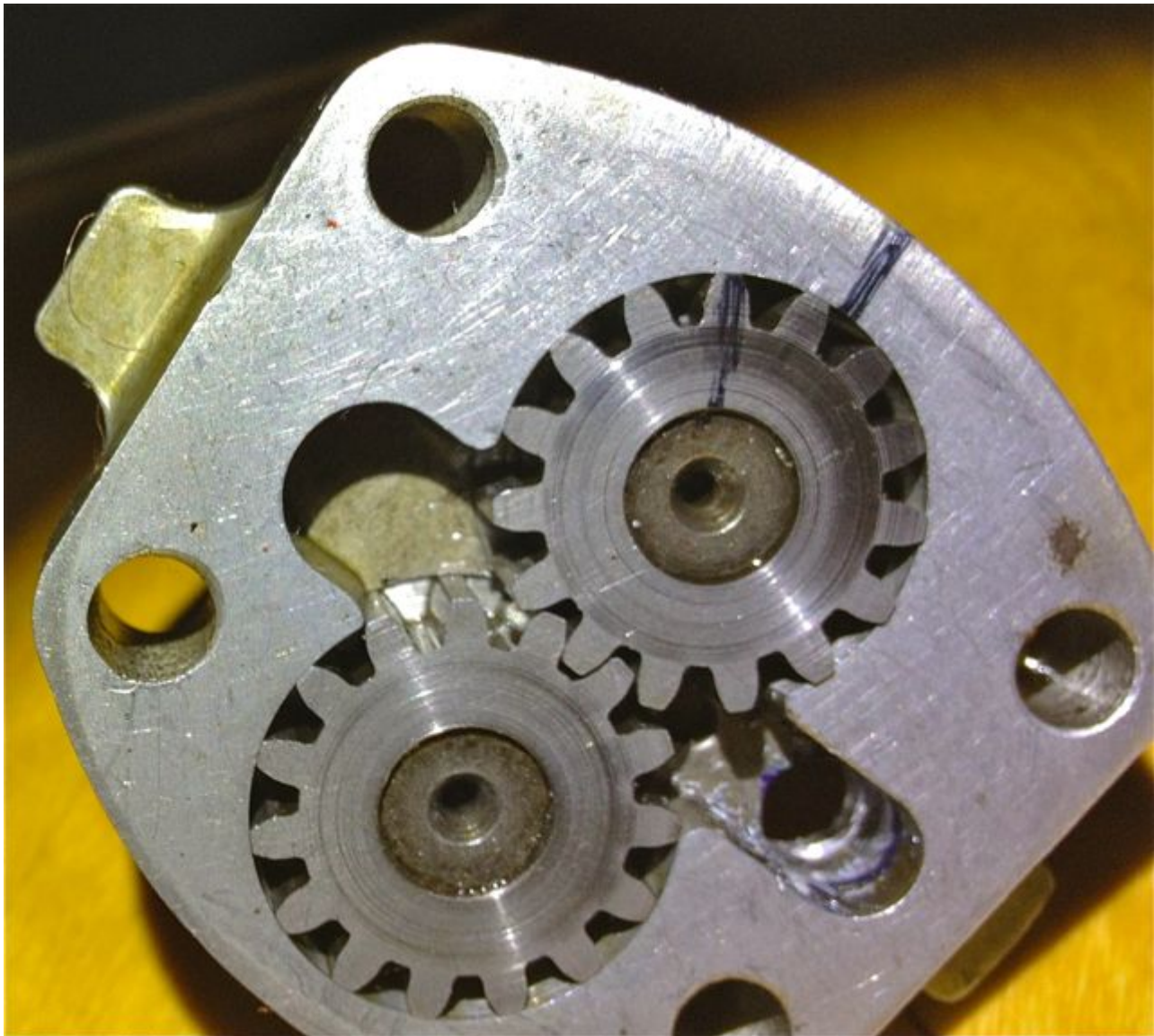
Componentes:

O sistema de lubrificação é constituído pelos seguintes componentes:

- Bomba;
- Filtro de óleo;
- Pescador de óleo;
- Cárter;
- Radiador de óleo;
- Vareta do nível do óleo;
- Óleo([Leia mais](#)).

Bomba de óleo: Acionada pelo virabrequim. O óleo é sugado do cárter pela bomba através do pescador de óleo, e então é enviado para os canais de lubrificação do motor, e retorna ao cárter por gravidade. Existem diversos tipos de bombas de óleo, as mais comuns são as bombas de engrenagens e de rotor.

Bomba de óleo – engrenagens:



Este tipo de bomba é composto por duas engrenagens contidas em um invólucro com folga mínima. Acionadas pela cambota ou pela árvore de cames, as engrenagens ao girarem preenchem sua folga de óleo, que após o engrenamento do dentes é impulsionado com pressão(geralmente 3bar) para todos os canais de lubrificação do motor.

1. Bomba de óleo – rotor:



Bomba de óleo, tipo rotor.

Esta bomba é constituída por dois rotores concêntricos, sendo um externo e outro interno. Os rotores ficam contidos dentro de um cilindro, giram e o espaço entre eles é preenchido com óleo. O rotor externo possui um ressalto a mais que o rotor interno, este ao girar, por um lado suga o óleo, e por outro impele o óleo sobre pressão para os canais de lubrificação.

Filtro de óleo: Após quilômetros de funcionamento, é normal que o óleo dissolva e disperse uma certa quantidade de impurezas. Para evitar que essas impurezas venham a entupir ou ocasionar desgaste prematuro em componentes nos quais o óleo trabalha sobre pressão, utiliza-se o filtro de óleo.



Este componente geralmente é posicionado logo antes do óleo alcançar a bomba de óleo. É composto por um invólucro metálico que contém um papel impregnado de resina. O óleo é dirigido ao filtro de óleo por derivação, ou filtração total. No primeiro caso, apenas parte do óleo é destinado ao filtro de óleo(10%), enquanto que a outra parte desce para o cárter. No segundo caso, todo o óleo passa pelo filtro de óleo.

Ao entrar no filtro de óleo, o óleo segue uma trajetória circular em alta velocidade dentro do filtro, o papel impregnado de resina retém as impurezas do óleo. Caso a quantidade de

impurezas seja excessiva ao ponto de entupir o filtro, o mesmo possui uma válvula que desvia o óleo do filtro quando a pressão interna atinge determinado valor, evitando o entupimento do sistema. Esta válvula é conhecida como válvula de derivação, e também age durante a partida a frio devido ao óleo estar mais espesso.

Pescador de óleo:



Este componente consiste de um tubo de material metálico ou plástico, com uma extremidade aparafusada no bloco do motor, e a outra extremidade mergulhada no óleo contido no cárter. Esta extremidade possui uma pequena rede metálica que age como filtro, evitando que impurezas macroscópicas atinjam canais importantes de lubrificação, causando desgaste ou entupimento.

Cárter:



Geralmente feito em liga de alumínio, o cárter é o reservatório de óleo do motor. Todo o óleo do motor fica retido no cárter. Além disso o cárter também ajuda na refrigeração do óleo ao receber o contato com o ar externo durante o movimento do motor. O cárter é fixado com parafusos que possuem torque e sequência de aperto especificado.

Radiador de óleo:



Posicionado próximo ao radiador do motor, a função do radiador de óleo é promover o rápido aquecimento do óleo em funcionamento a frio, e evitar que o mesmo atinja temperaturas que excedam o seu limite de trabalho (150°C). Como o óleo possui uma temperatura ideal de trabalho, o radiador de óleo objetiva normalizar essa temperatura. Pode ser montado de em série ou por derivação, neste último o sistema possui uma segunda bomba que impele o óleo para o radiador. Embora seja utilizado de acordo com a necessidade do motor, o radiador de óleo foi bastante utilizado em motores arrefecidos a ar (leia mais), pois nestes a ação refrigerante do óleo era fundamental.

***Permutador de calor água e óleo:** Uma solução eficiente para manter o óleo em sua temperatura ideal, chama-se permutador de calor óleo-água. Similar ao radiador de óleo – que é do tipo óleo-ar – o permutador possui canais de circulação de fluído de arrefecimento e óleo em contato. Isso facilita o óleo a atingir a temperatura ideal de funcionamento, pois quando o fluído aquece, troca de calor com o óleo. E este quando sua temperatura aumenta em excesso, é refrigerado pelo fluído de arrefecimento mantendo-se na temperatura ideal de trabalho.

Vareta do nível de óleo:



Trata-se de uma vareta de metal, graduada, geralmente marcada com as informações MAX e MIN. Entre as marcações citadas há um espaço graduado. A vareta mede o nível de óleo do motor, que deve estar na marcação MAX, ou entre a marcação MAX e MIN, nunca deve estar em MIN ou abaixo disso sob o risco de comprometer a lubrificação do motor.

Manutenção do sistema de lubrificação:

A principal manutenção do sistema de lubrificação é a troca de óleo. Trata-se de uma manutenção preventiva, que quando negligenciada acaba prejudicando a vida útil do motor. Detalhadamente um óleo usado apresenta um grande nível de impurezas e instabilidade de seus aditivos, essas impurezas são o carbono, combustível, matérias betuminosas e partículas metálicas, além da acidez. O carbono provém da queima do próprio óleo, contaminando toda a câmara de combustão e podendo dispersar no óleo. A presença de combustível no óleo se dá em virtude da mistura rica utilizada na partida a frio e durante a fase de aquecimento do motor, pois partículas de combustível podem condensar e alcançar o lubrificante. As matéria betuminosas surgem do contato do óleo com o ar interno do motor, que gera oxidação do óleo. Motores muito desgastados podem soltar partículas metálicas que são carregadas pelo óleo, sendo muito prejudicial para o motor caso atinja um ponto em que a linha de óleo seja exposta a muita pressão. Quanto mais se posterga a troca do óleo, mais este fica ácido, a qualidade do óleo também tem influência nesse nível de acidez.

Outro componente que deve ser trocado a cada substituição do óleo, é o filtro de óleo. Uma vez utilizado, o filtro não pode ser reutilizado. O elemento filtrante com resina não é lavável, e o uso contínuo de um filtro de óleo no sistema de lubrificação comprometerá toda a eficiência do sistema. Mesmo que o óleo seja novo, o filtro de óleo deve ser trocado, caso contrário, ao invés de manter o sistema limpo, ele irá contaminar o óleo novo e com possibilidade de calço hidráulico, pois cerca de 300ml de óleo sujo fica retido no filtro de óleo.