

Motores Térmicos

8° Semestre

4° ano

19 Sistema de Refrigeração

- ▶ Introdução
- ▶ Meios refrigerantes
- ▶ Tipos de Sistemas de Refrigeração
- ▶ Sistema de refrigeração a ar
- ▶ Sistema de refrigeração a água
- ▶ Anticongelantes

19.1 Introdução

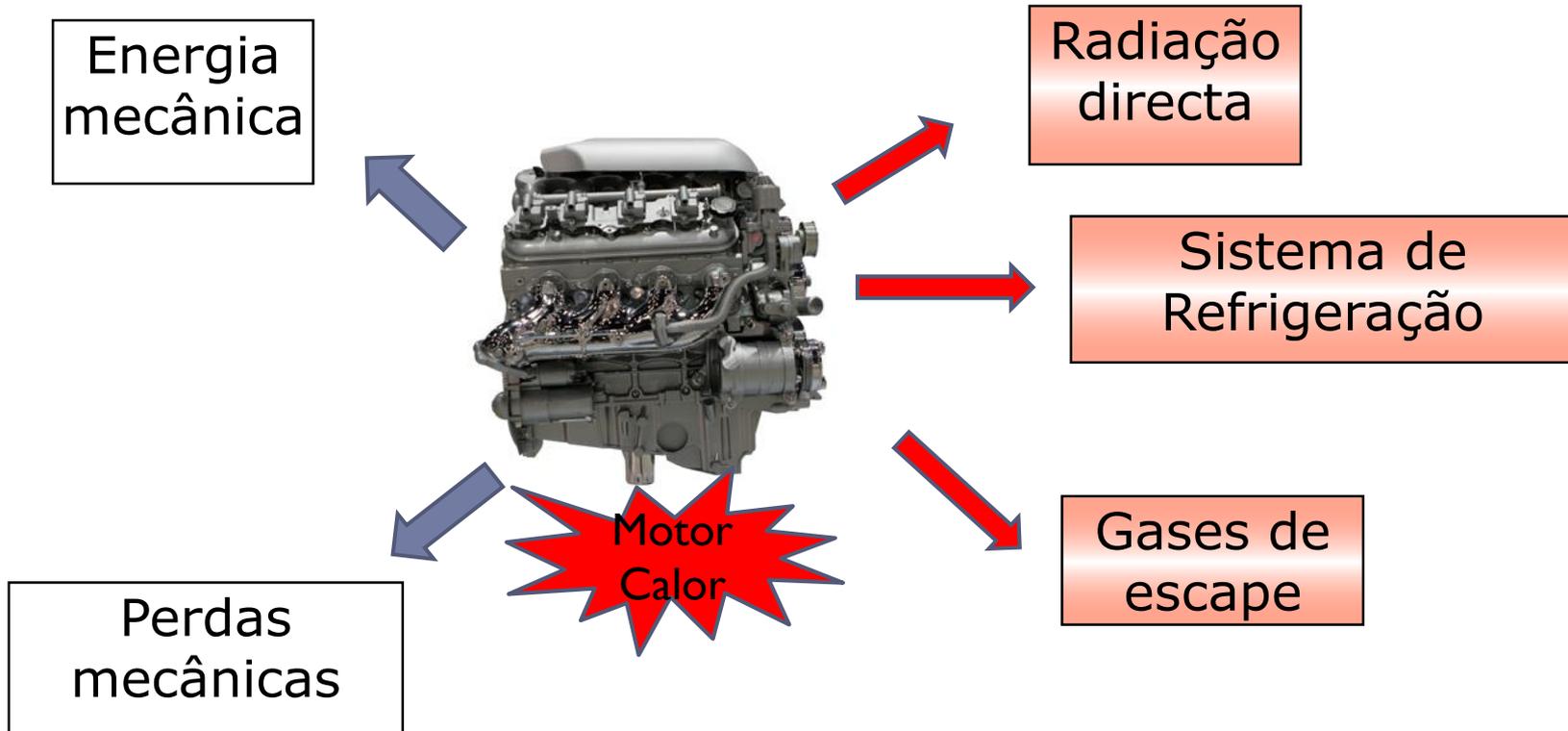
O Sistema de Refrigeração tem por objectivo dissipar calor, impedindo que os elementos mecânicos do motor atinjam temperaturas muito elevadas ao entrarem em contacto com os gases da combustão.

A manutenção da temperatura ideal de funcionamento evitando o desgaste, detonação da mistura, mantendo as folgas adequadas e a viscosidade do lubrificante é de responsabilidade do sistema de refrigeração.

Além do calor transmitido do fluido de trabalho, durante os cursos de compressão e expansão, uma parcela ponderável é transmitida à estrutura do cilindro e, conseqüentemente, ao meio refrigerante, durante o processo de escape. O atrito do pistão também constitui uma fonte de mensurável fluxo de calor. Assim, o fluxo total de calor no sistema de refrigeração é muito maior do que o fluxo de calor dos gases durante o ciclo de trabalho.

19.1 Introdução

- 25-35% do calor é transformado em energia mecânica;
- 65-75% é liberto para o meio ambiente por: radiação directa, gases do escape e sistema de refrigeração.



19.2 Meios refrigerantes

- ▶ Os meios refrigerantes usados para refrigeração dos motores de combustão são o **ar** e a **água**.
- ▶ O meio refrigerante entra em contacto com as partes quentes do motor, absorve o calor e transfere-o para o meio ambiente.

19.2.1 Meio Refrigerante Ar

Vantagens:

1. Torna mais simples o projecto e a construção do sistema;
2. É facilmente disponível e não requer reservatórios e tubulações fechadas para sua condução;
3. Não é corrosivo e não deixa incrustações;
4. Não se evapora e não se congela para as mais severas condições de funcionamento do motor.

Desvantagens:

1. Baixa densidade, havendo necessidade de um volume muito maior de ar do que de água para retirar 1 caloria do motor;
2. Baixo calor específico, isto é, baixa capacidade de transferir calor entre um sistema e sua vizinhança;
3. Temperatura não é uniforme no motor e ocorre a formação de “pontos quentes”;
4. Não existe um dispositivo para controlar a temperatura do motor nas diversas rotações.

O ar possui menor calor específico que a água

Quantidades de ar e água necessárias para retirar 1 caloria do motor

Meio arrefecedor	Calor específico, cal.°C ⁻¹	Quantidade, g
Ar	0,2380	4,2
Água	1,0043	1,0

19.3 Tipos de Sistemas de Refrigeração

1. Sistema ar de circulação livre ou forçada;
2. Sistema água de camisa aberta ou por evaporação, de circulação fechada com torre de Refrigeração ou de circulação aberta com reservatório;
3. Sistema ar e água de termossifão ou de **Circulação Forçada** (tipo comumente usado nos motores acima de 45 CV).

19.4 Sistema de Refrigeração a Ar

- ▶ Este método apresenta uma grande simplicidade de execução e de manutenção.
- ▶ Os cilindros do motor (às vezes, também, o cárter) possuem alhetas, de maneira a aumentar a superfície de contacto com o ar, permitindo uma melhor troca de calor com o meio.
- ▶ Os sistemas de refrigeração por ar podem ser de dois tipos:
 - ▶ Sistemas de ventilação natural; e
 - ▶ Sistemas de ventilação forçada.

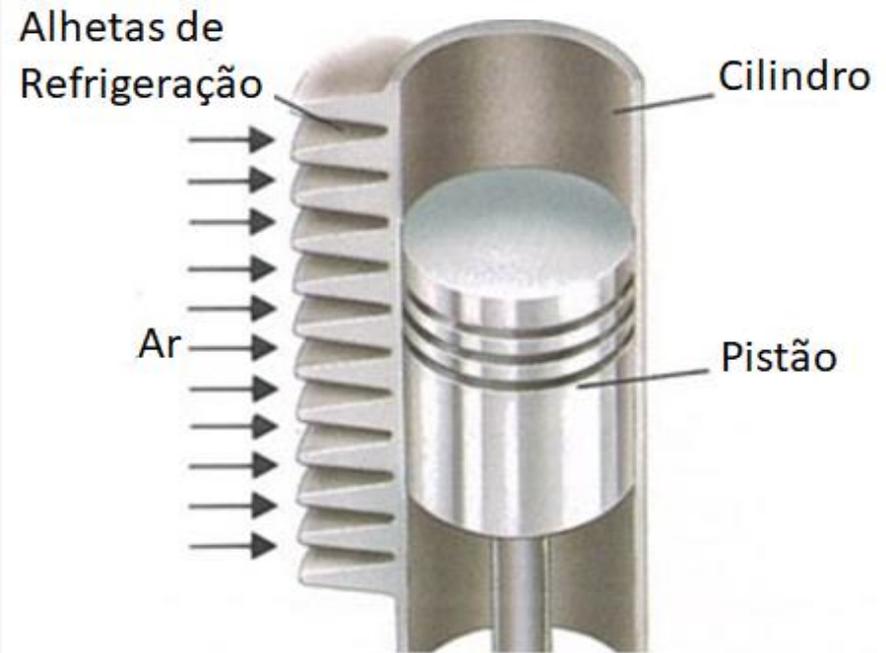
19.4 Sistema de Refrigeração a ar

Os componentes são: Alhetas, ventoinha, ductos e deflectores.

1. Alhetas: localizadas na cabeça e nas partes externas dos cilindros com a finalidade de aumentar a superfície de contacto entre o motor e o meio refrigerante, o ar;
2. Ventoinha: produção de corrente de ar entre o meio ambiente e o motor;
3. Ductos e deflectores: condução e orientação da corrente de ar na direcção das alhetas de refrigeração.

19.4.1 Sistemas de ventilação natural

Nos sistemas de ventilação natural, o deslocamento do veículo é que provoca a circulação de ar em volta dos cilindros (motocicletas). A eficácia da refrigeração depende, portanto, da velocidade do mesmo. A ventilação é suficiente à velocidades normais e altas, porém insuficiente quando parado ou a plena potência em relação de transmissão baixas.



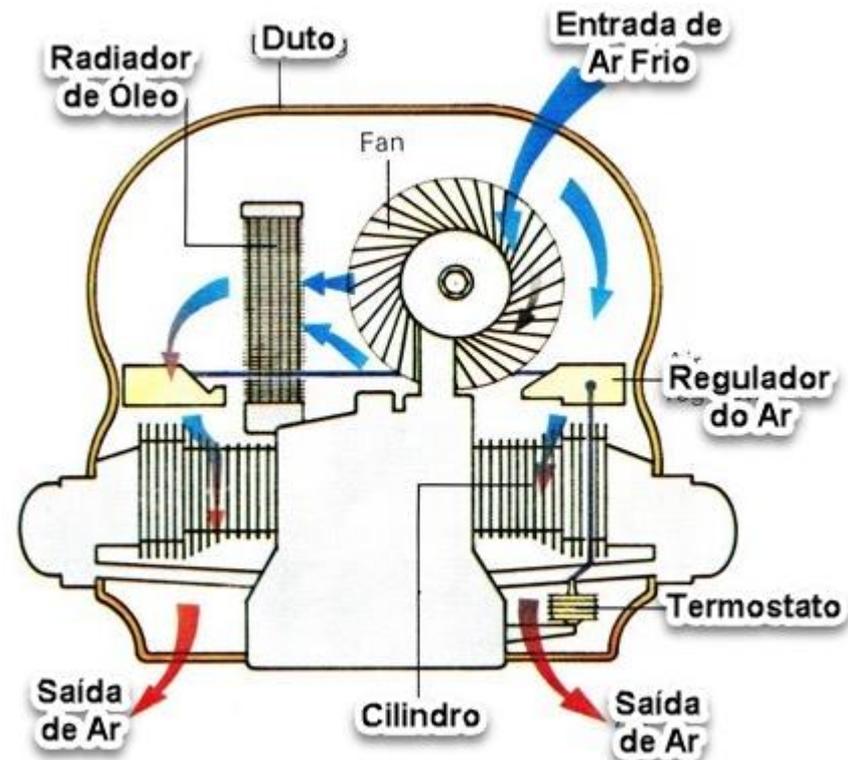
19.4.2 Sistemas de ventilação forçada

A ventilação forçada permite uma refrigeração suficiente em todas as condições de funcionamento do motor. Contudo, em condições climática desfavoráveis (frio) a ventilação é excessiva, e a refrigeração tende a levar o motor a funcionar a uma temperatura muito baixa.

Corrige-se este defeito com o emprego de um obturador que limita a quantidade de ar aspirado. Este obturador pode ser accionado por um comando manual ou por um dispositivo termostático situado na corrente de ar quente que sai do motor.

19.4.2 Sistemas de ventilação forçada

Os sistemas de ventilação forçada são compostos por um ventilador ou por uma turbina acionada pelo motor. Esta solução é necessária sempre que os cilindros do motor estejam no interior do veículo. O ar recalcado pelo ventilador é conduzido por tubulações de chapa até às proximidades dos cilindros e das cabeças. Em seguida, o ar sai para a atmosfera.



19.4.3 Vantagens e desvantagens do sistema de refrigeração a ar

Vantagens:

1. Construção Simples;
2. Menor peso por Potência;
3. Manutenção simples.

Desvantagens:

1. Difícil controle de temperatura;
2. Não uniformidade da temperatura do motor;
3. São facilmente susceptíveis de superaquecimento;
4. Exigem constante limpeza das alhetas, principalmente em trabalhos agrícolas.

19.5 Sistema de Refrigeração ar-água

A água é utilizada como condutor de calor entre o motor e o ar atmosférico. O forte calor específico da água permite obter uma excelente refrigeração pelo simples contacto com o exterior dos cilindros e da cabeça. Deste facto, resulta uma maior estabilização da temperatura do motor e, conseqüentemente, condições de funcionamento mais regulares.

19.5 Sistema de Refrigeração ar-água

- ▶ Este sistema de refrigeração usa AR e ÁGUA como meios refrigerantes. A água absorve o calor dos cilindros e o transfere para o ar através de um radiador (termopermutador de calor).
- ▶ Existem os seguintes tipos de sistemas ar-água:
 1. Termossifão;
 2. Circulação forçada.

19.5.1 Sistema de refrigeração por Termo-sifão

Este sistema não possui bomba, é um sistema obsoleto.

A circulação de água efectua-se naturalmente pela diferença de densidade entre a água fria (mais densa) do motor e a água quente (menos densa) do radiador. É a chamada circulação por termossifão. Nesse caso, os tubos e passagens de água têm grande secção.

A circulação por termossifão tem as seguintes particularidades:

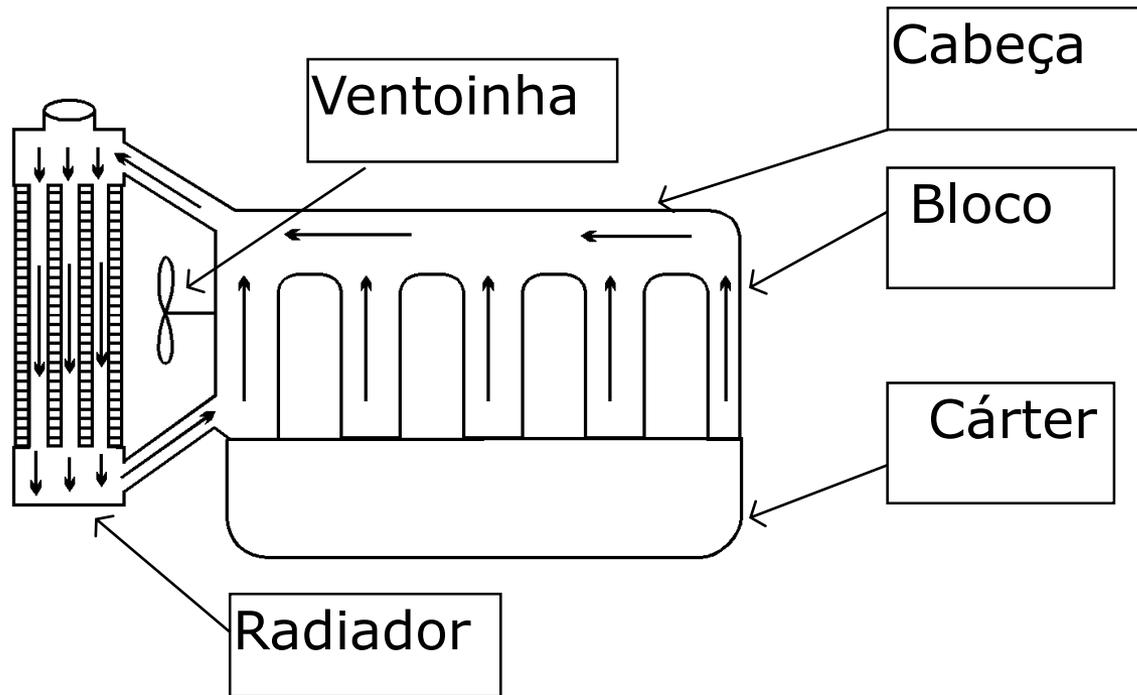
Aquecimento rápido do motor quando este está frio, porque a água só circula depois de ter sido aquecida;

Circulação proporcional ao calor desprendido pelo motor;

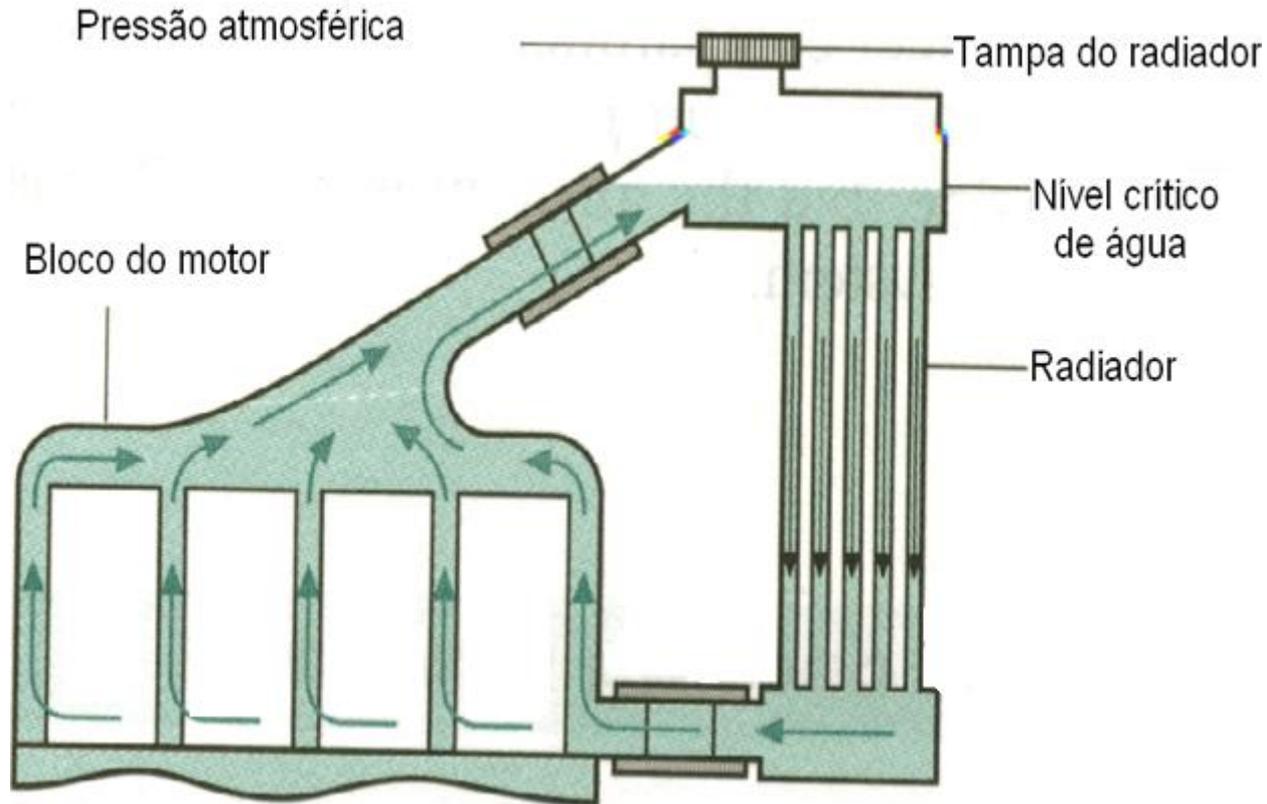
Grande diferença de temperatura entre as partes superior e inferior do radiador, daí o perigo de congelamento no inverno;

Necessidade de manter sempre o volume completo da circulação para permitir a circulação natural.

19.5.1 Sistema de refrigeração por Termo-sifão



19.5.1 Sistema de refrigeração por Termo-sifão



19.5.1 Sistema de refrigeração por Termo-sifão

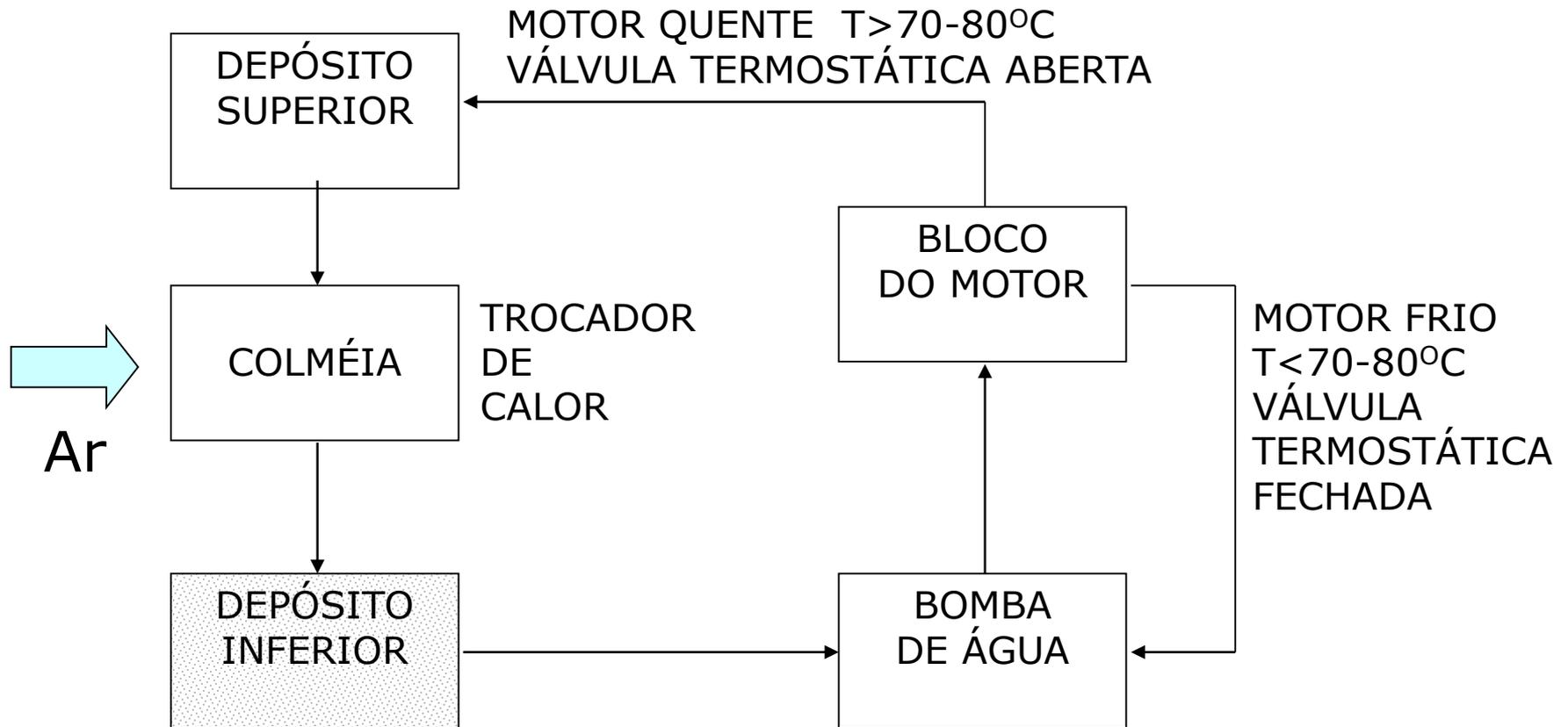
- ▶ **A vantagem do termo-sifão é a simplicidade.**
- ▶ **As desvantagens são:**
 - ▶ Exige camisas e tubulações mais amplas para facilitar a circulação da água;
 - ▶ Se a água se encontrar abaixo do nível normal haverá formação de bolsões de ar acarretando superaquecimento.

19.5.2 Sistema de circulação forçada

A circulação por bomba é mais rápida, o que resulta numa menor diferença de temperatura nas extremidades do radiador e menos riscos de congelamento no inverno. Contudo, quando se acciona o motor, a água fria entra imediatamente em circulação, e o aquecimento do motor é mais lento.

A utilização neste caso de um termostato diminui e mesmo interrompe a circulação de água se a sua temperatura não for superior a 353 °K (80 °C). O termóstato é, frequentemente, completado por uma passagem auxiliar que, no caso de este estar fechado, permite que a água que sai do motor volte ao bloco de cilindros sem ter que passar pelo radiador. Assim, o aquecimento do motor é acelerado.

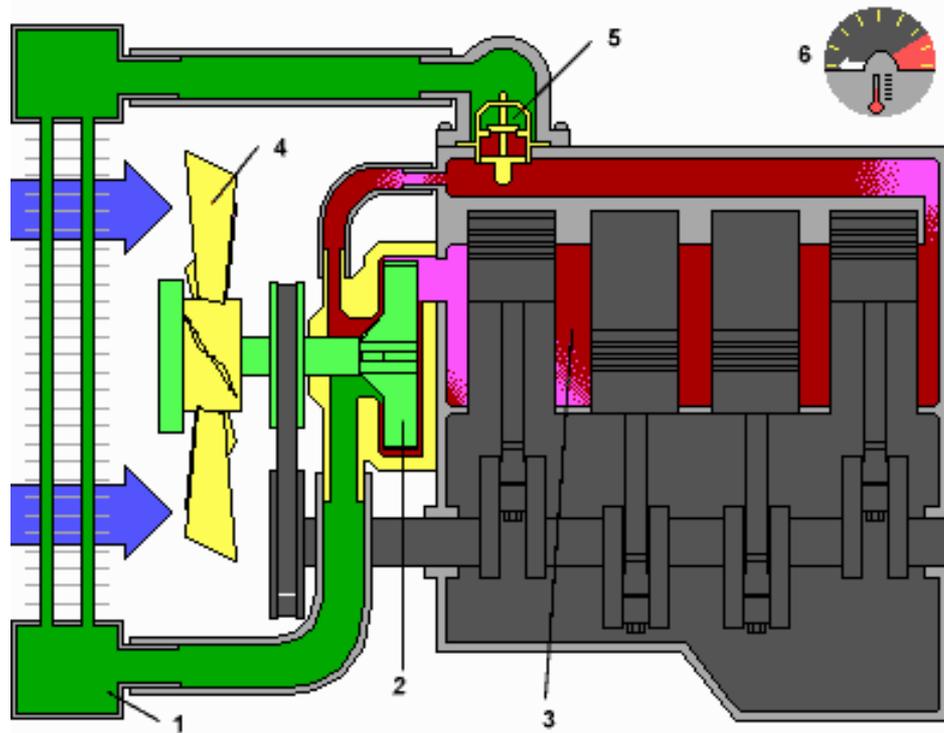
19.5.2 Sistema de circulação forçada



19.5.2 Sistema de circulação forçada



19.5.2 Sistema de circulação forçada



1- Radiador

2- Bomba de água

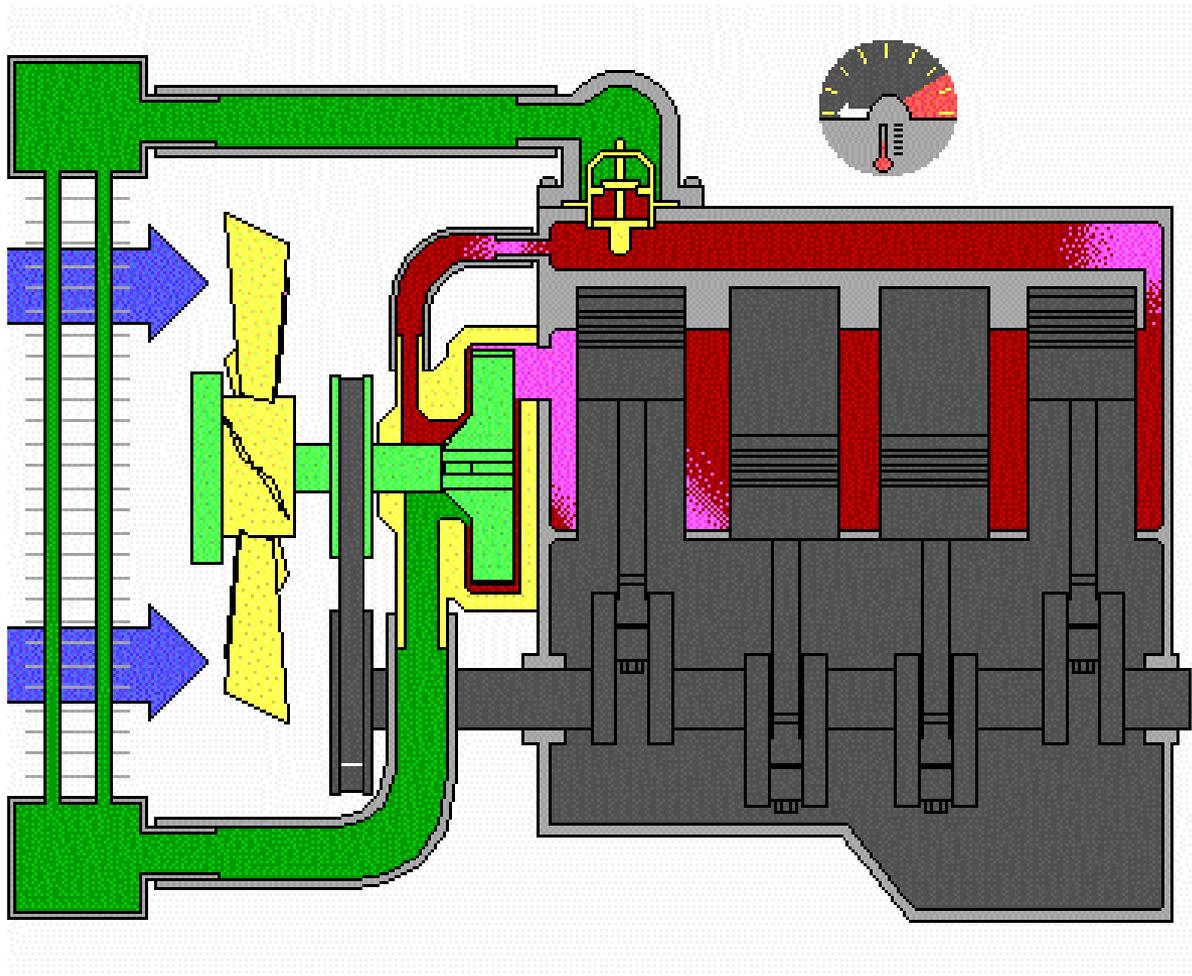
3- Galerias

4- Ventilador

5- Termostato

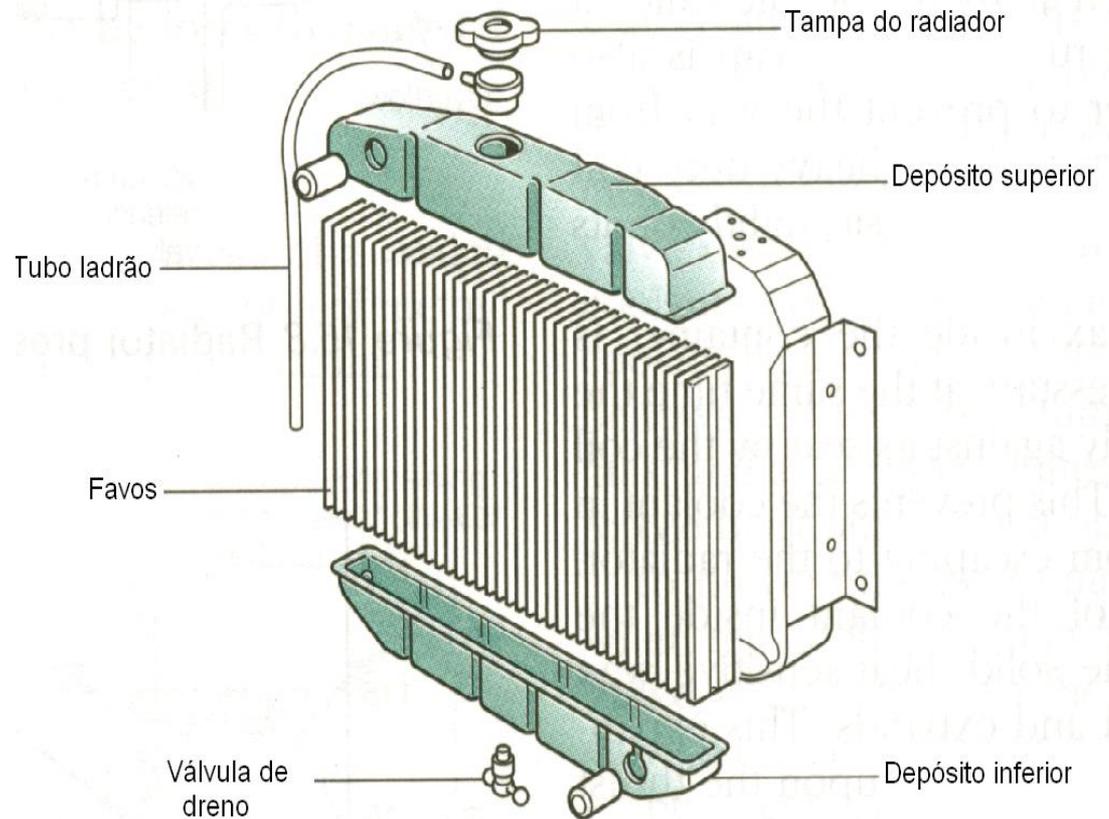
6- Indicador de temperatura

19.5.2 Sistema de circulação forçada

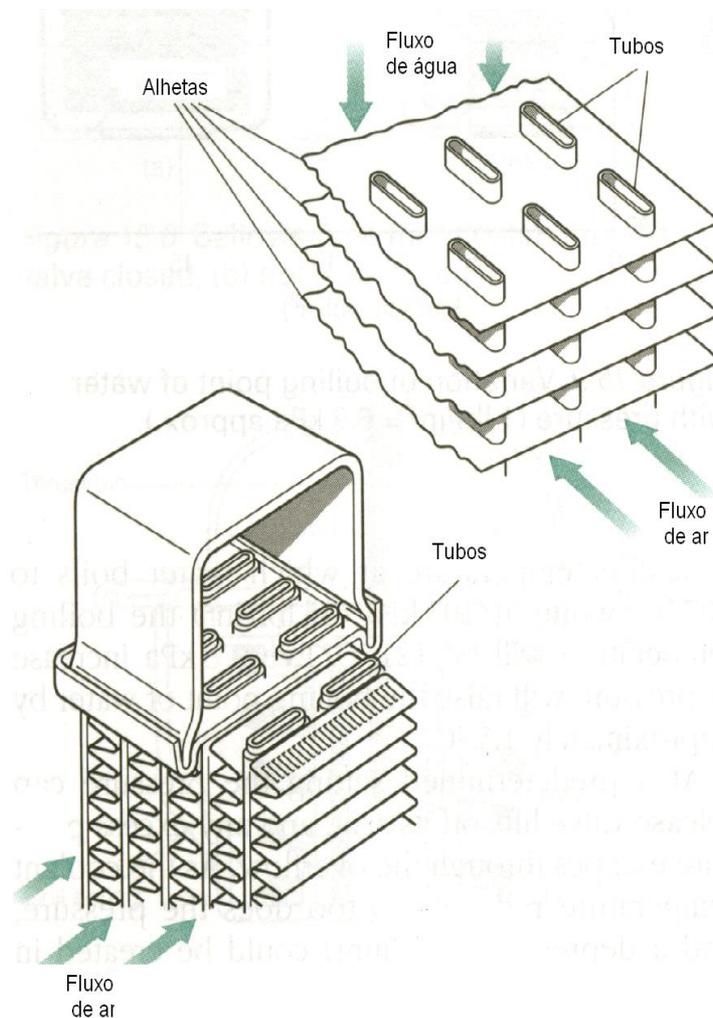


19.5.2 Sistema de circulação forçada- Radiador

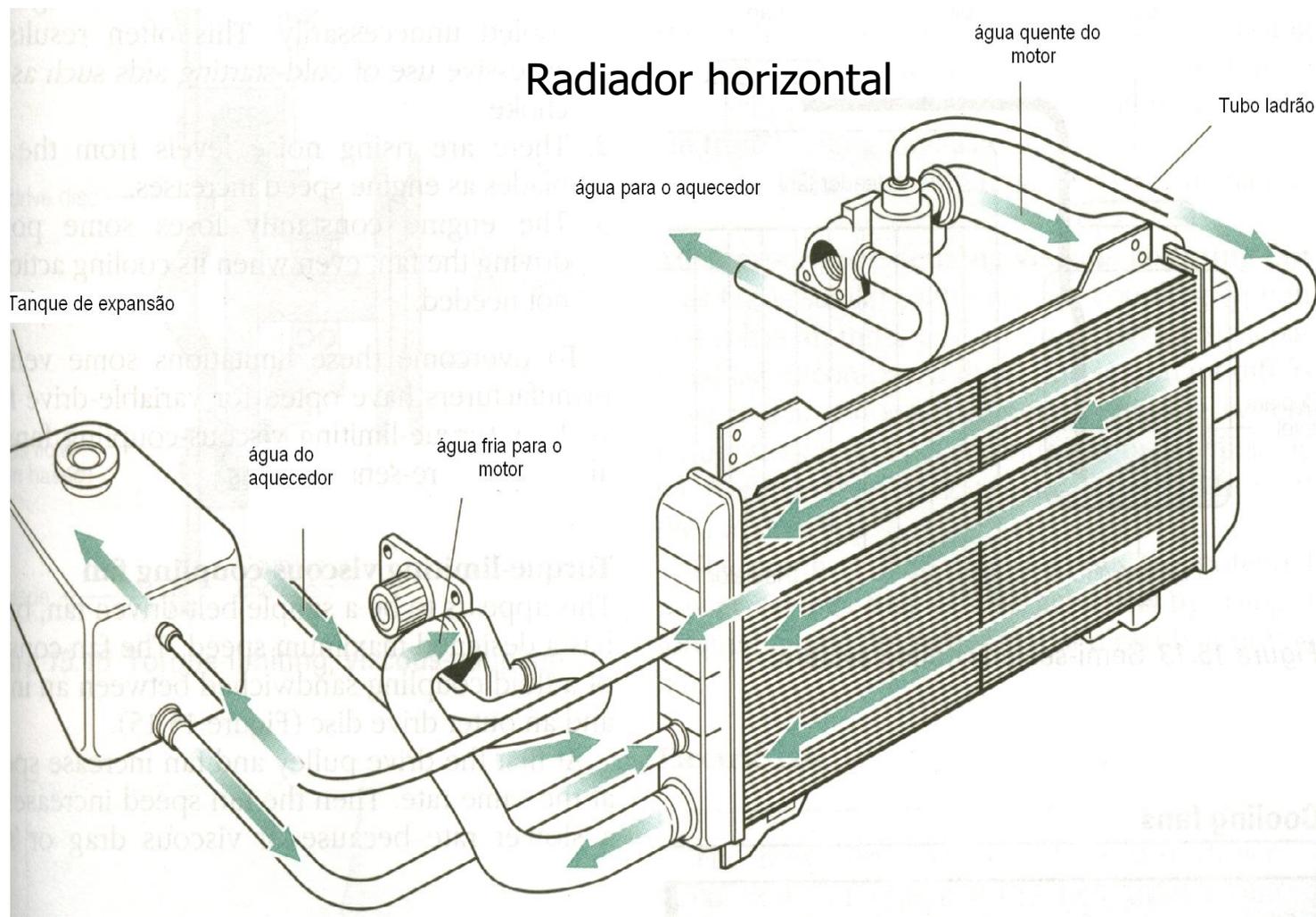
O propósito do radiador é o de providenciar meios para reduzir rapidamente a temperatura do líquido refrigerante e assim prevenir o sobreaquecimento do motor.



19.5.2 Sistema de circulação forçada- Radiador

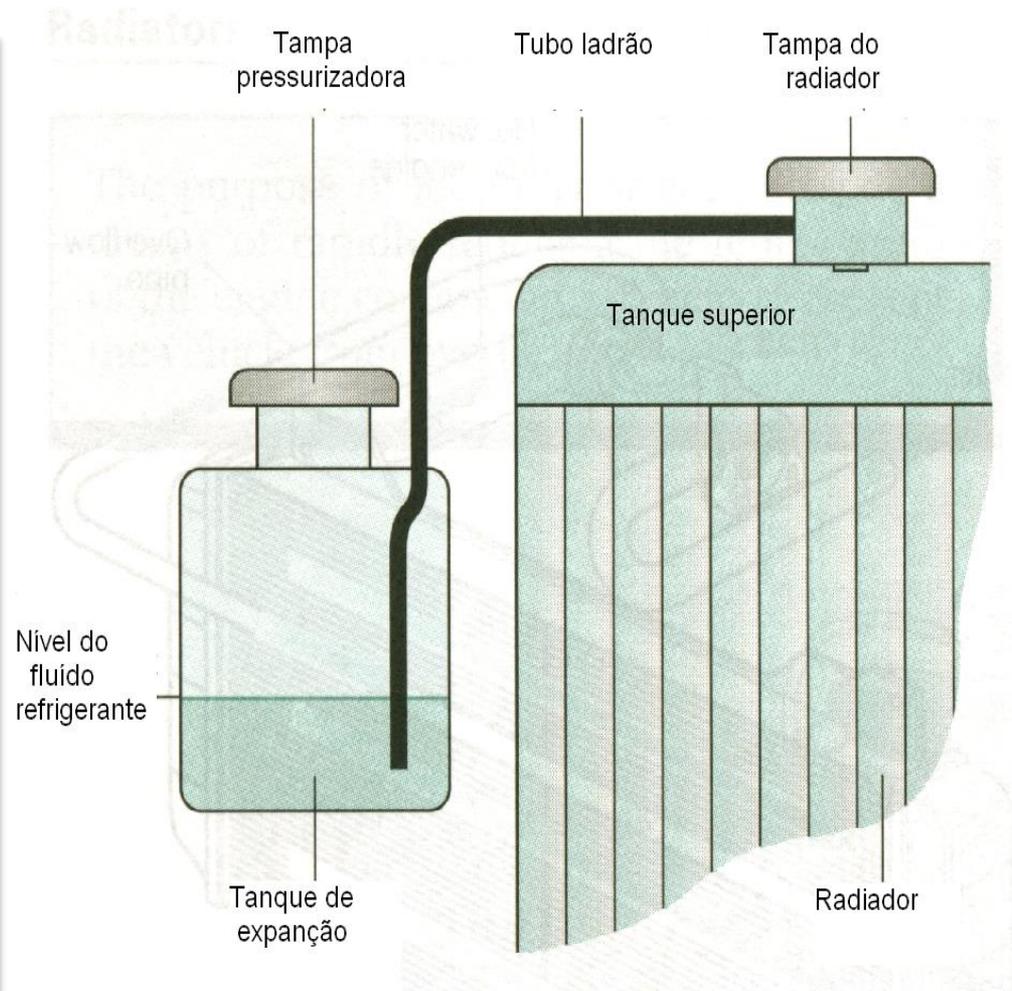


19.5.2 Sistema de circulação forçada- Radiador

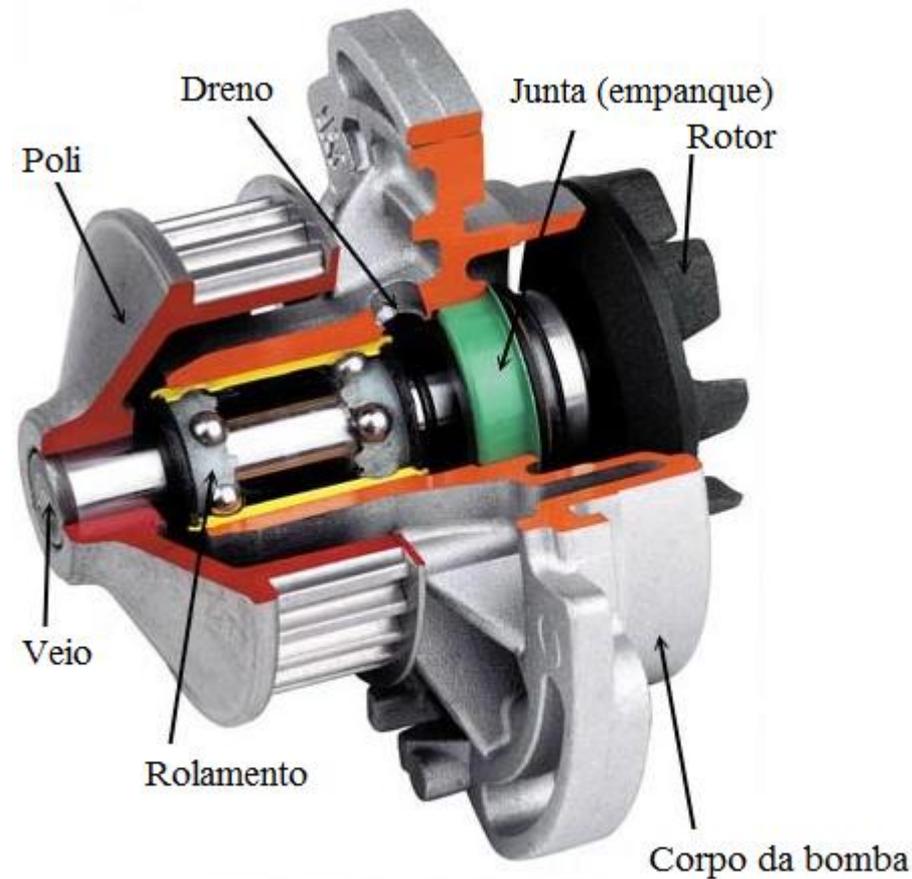


19.5.2 Sistema de circulação forçada- Radiador

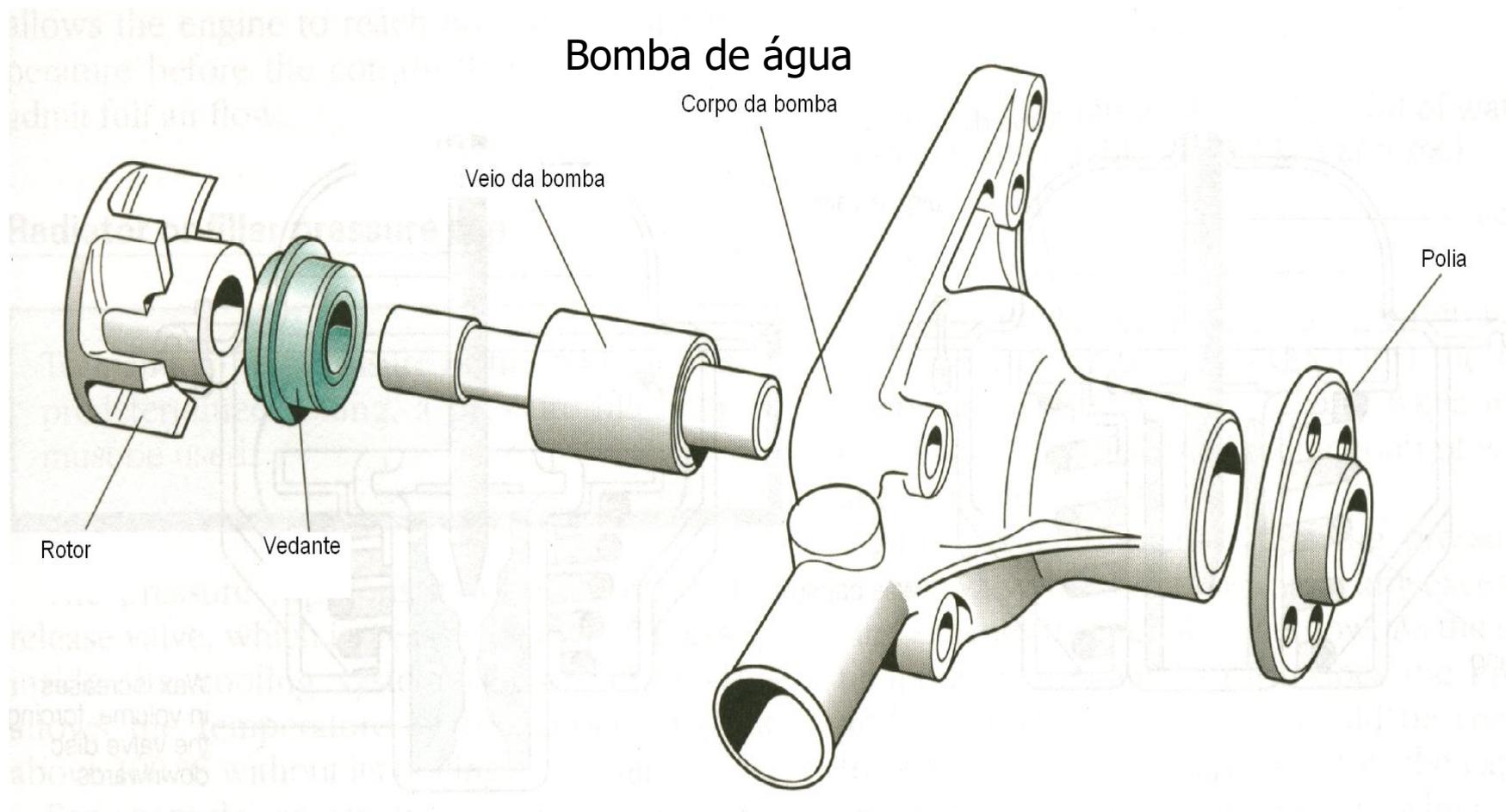
No sistema de refrigeração semi-herméticos é introduzido um tanque de expansão que está ligado ao tubo ladrão. Este minimiza as perdas de líquido refrigerante durante a expansão do mesmo.



19.5.2 Sistema de circulação forçada - Bomba de água



19.5.2 Sistema de circulação forçada - Bomba de água



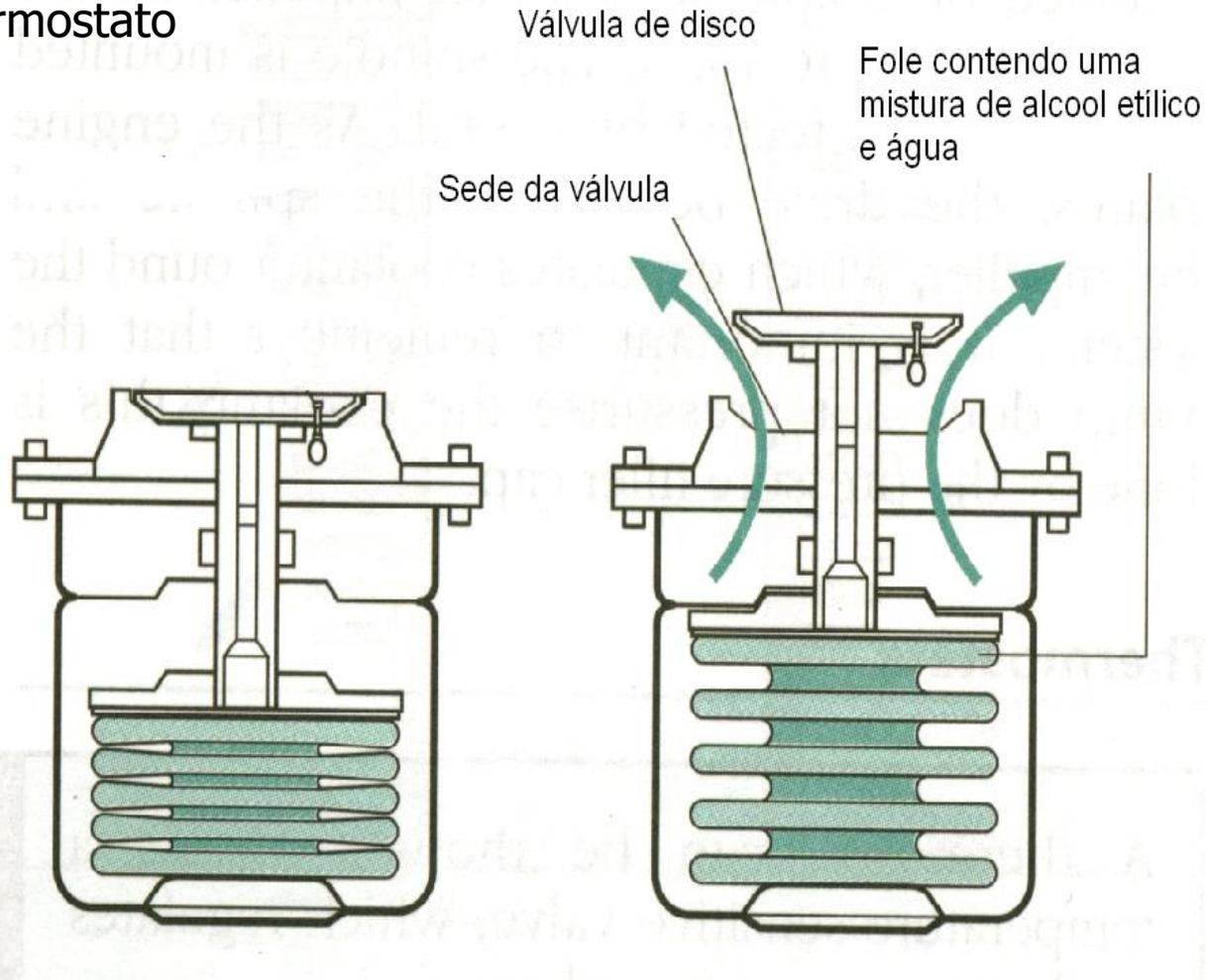
19.5.2 Sistema de circulação forçada - Válvula Termostato

O termostato é uma válvula termosensível que regula a temperatura do líquido refrigerante e a sua circulação.

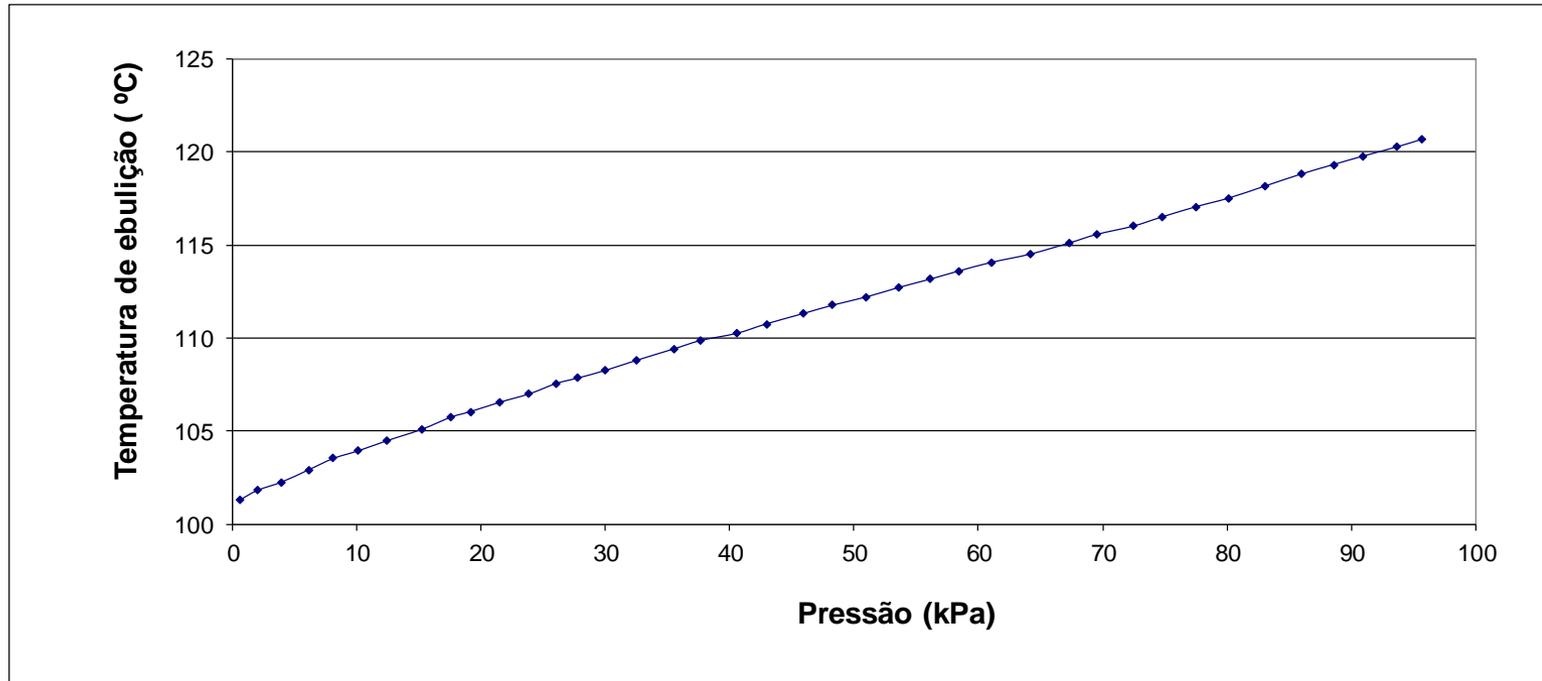


19.5.2 Sistema de circulação forçada - Válvula Termostato

Termostato

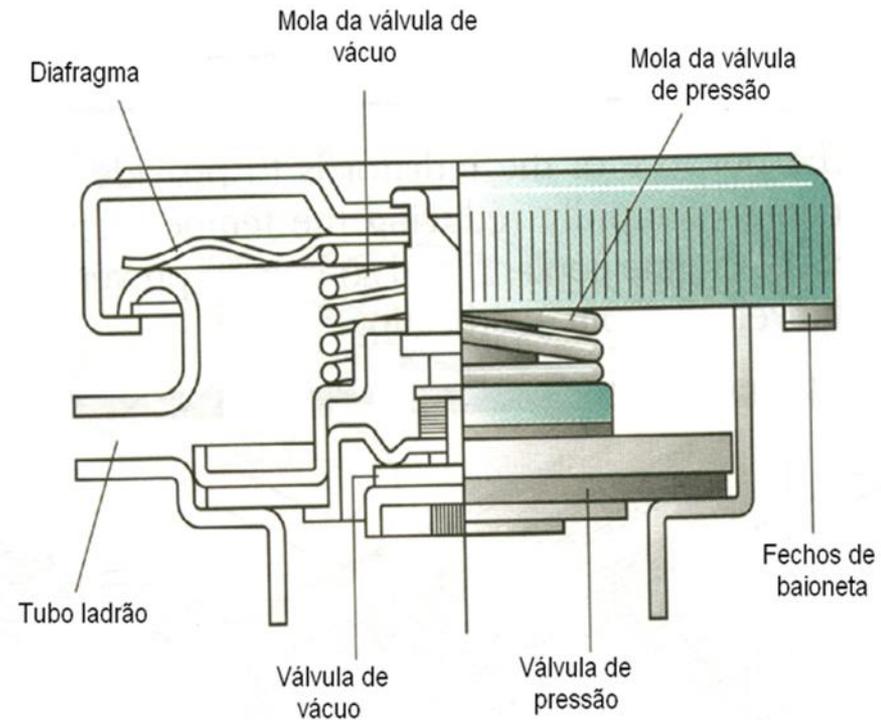


19.5.2 Sistema de circulação forçada – Relação Pressão - Temperatura



19.5.2 Sistema de circulação forçada – Tampa do Radiador

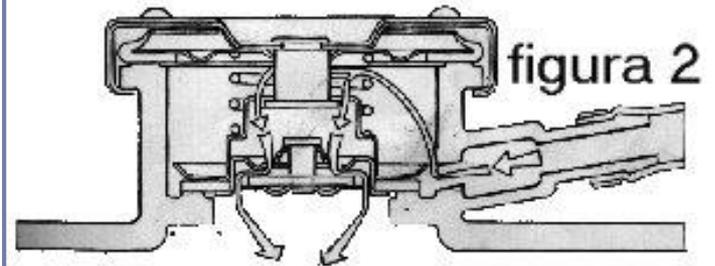
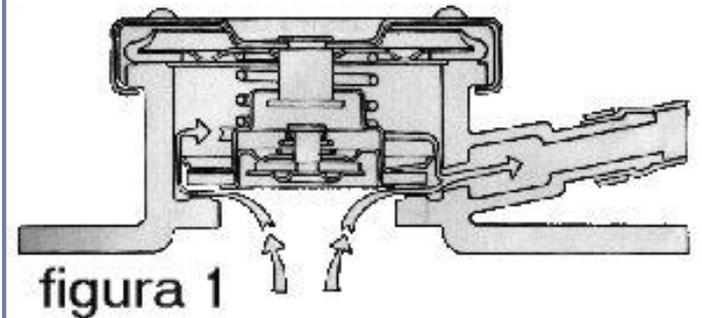
No sistema de refrigeração para se manter a temperatura do líquido refrigerante à temperatura pré-determinada usa-se uma tampa do radiador pressurizada.



19.5.2 Sistema de circulação forçada – Tampa do Radiador

A tampa de um radiador é uma válvula de duas vias, projectada para aliviar pressão (num valor específico) e eliminar o vácuo. Ela isola o radiador da atmosfera, permitindo que a pressão aumente automaticamente a medida que o fluido é aquecido.. Quando a pressão atinge um certo valor determinado especificamente para cada tipo de radiador pelo fabricante do motor a tampa do radiador actua como válvula de alívio e expulsa o excesso de pressão . Este ponto de expulsão, é (figura 1, parte 1).

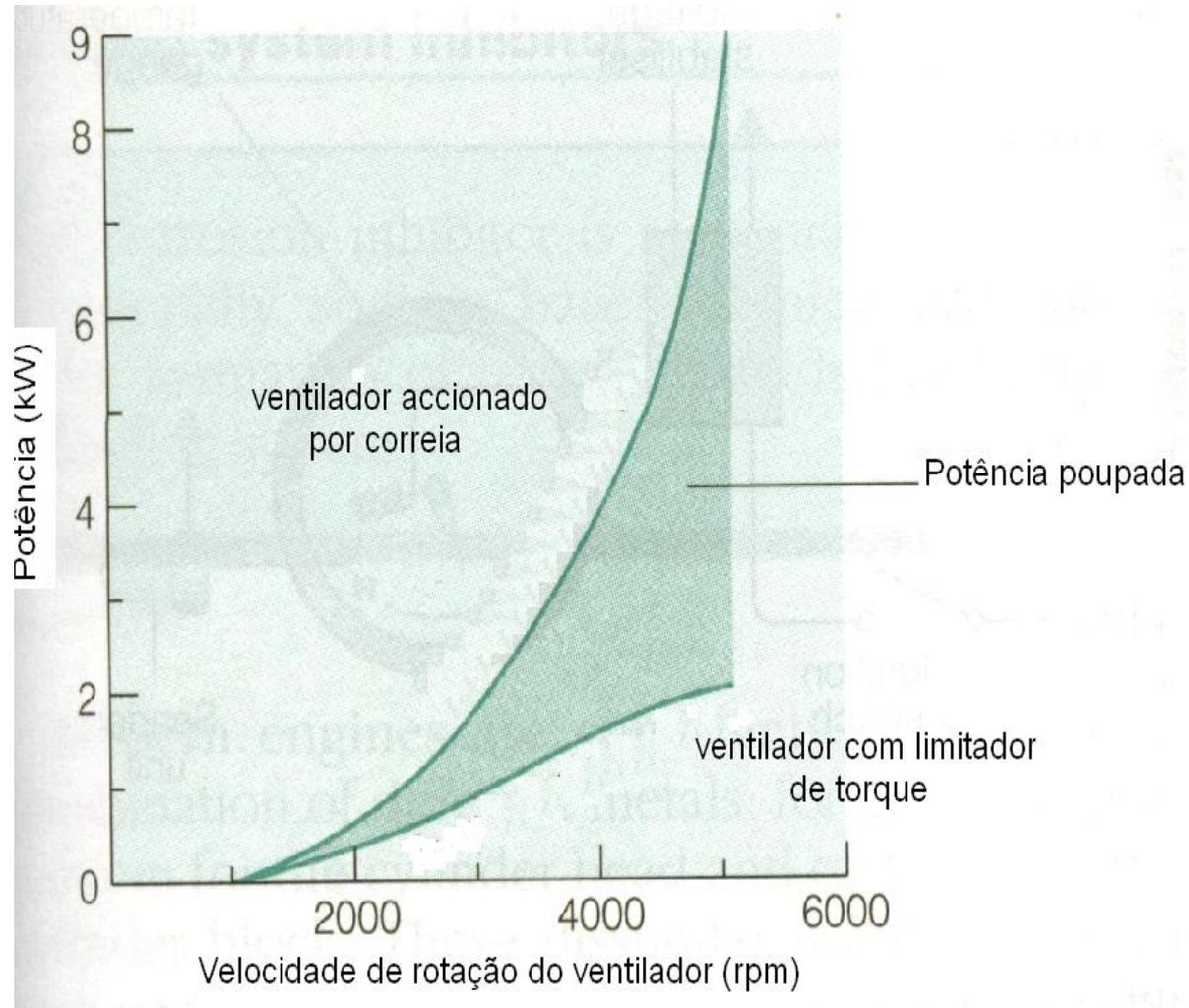
As tampas dos radiadores são também válvulas de alívio de vácuo permitindo que o ar atmosférico entre no sistema a partir do momento que ele começa a se esfriar. Isto impede a formação de vácuo, evitando a contracção das mangueiras e do radiador (figura 1, parte 2)



19.5.2 Sistema de circulação forçada - Ventilador

- ▶ No sistema de refrigeração o ventilador accionado por correia tem as seguintes desvantagens:
- ▶ Durante o arranque a frio o sistema é refrigerado desnecessariamente;
- ▶ Surge um grande ruído quando a velocidade do motor aumenta;
- ▶ Há perda de potência mesmo quando não se necessita de arrefecer o motor.

19.5.2 Sistema de circulação forçada - Ventilador



19.5.2 Sistema de circulação forçada - Ventilador

Em motores mais antigos, era comum que o ventilador funcionasse sempre que o motor estivesse a funcionar, e claro, à mesma velocidade. Esta configuração apresenta problemas quando o motor está a funcionar baixo ou alto demais, ou o ventilador arrefece em excesso o fluído causando uma queda na eficiência do motor.

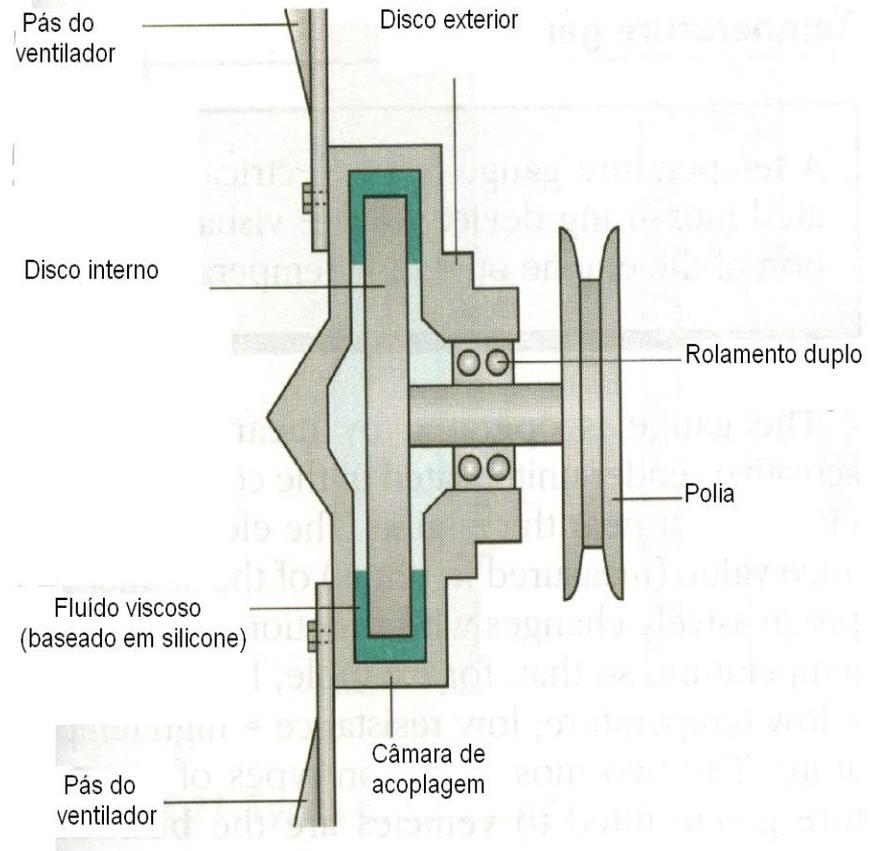
Então foi desenvolvido o chamado Ventilador com Accionamento Viscoso, que nada mais é do que um sistema que utiliza uma embraiagem viscosa. Os principais componentes desse sistema são:

Disco exterior;

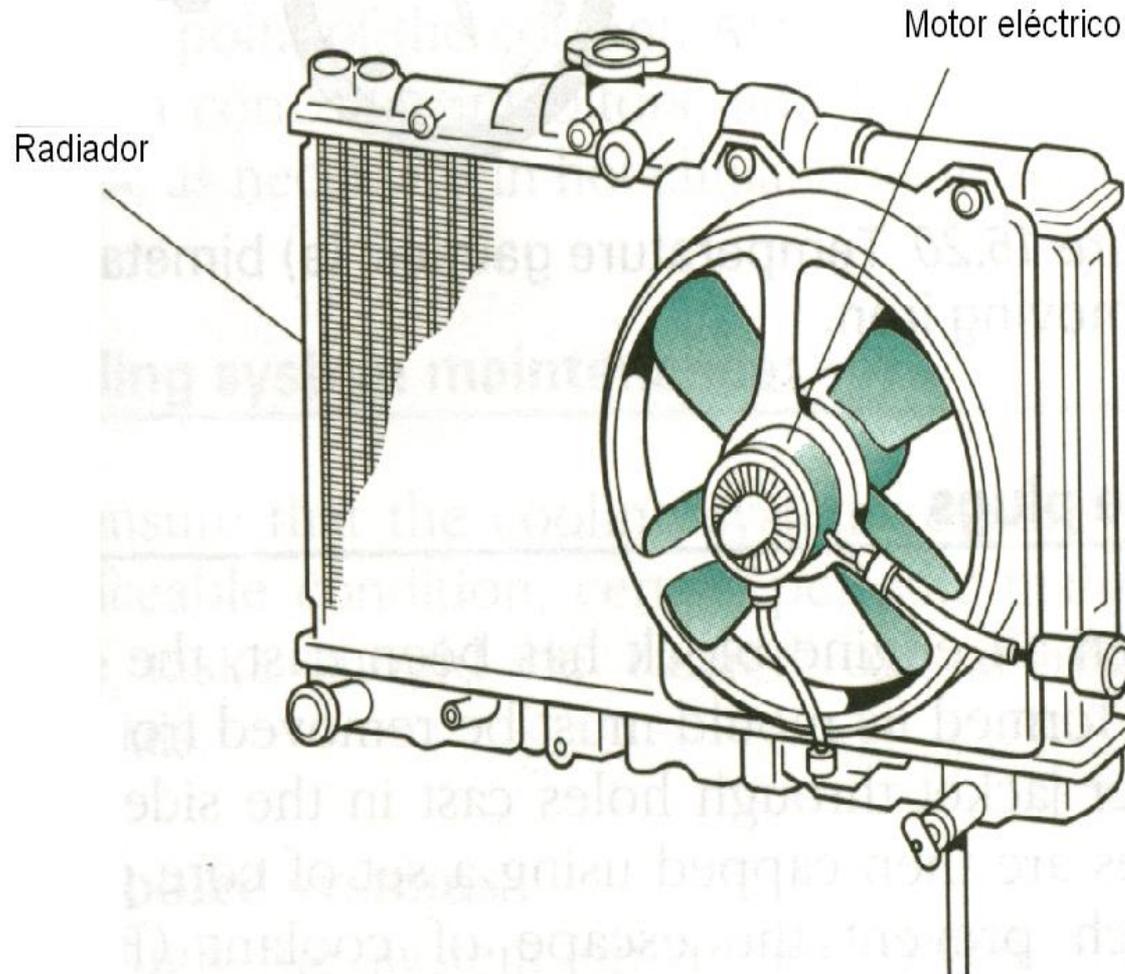
Disco interno;

Fluído de serviço(óleo de silicone); e

Câmara de acoplagem.



19.5.2 Sistema de circulação forçada - Ventilador



19.6 Anticongelantes

Um anticongelante **serve para:**

- ▶ Proteger o motor de altas e baixas temperaturas para que esteja sempre em sua temperatura ideal;
- ▶ Proteger o sistema de arrefecimento do motor contra ferrugem ou corrosão;
- ▶ Evitar a formação de espuma;
- ▶ Reduzir a temperatura da água no motor e evitar que ela evapore muito rapidamente.

