

# Curso Superior em Agronomia

## Disciplina de Tratores Agrícolas

# Sistema de arrefecimento



700°C – 2000°C

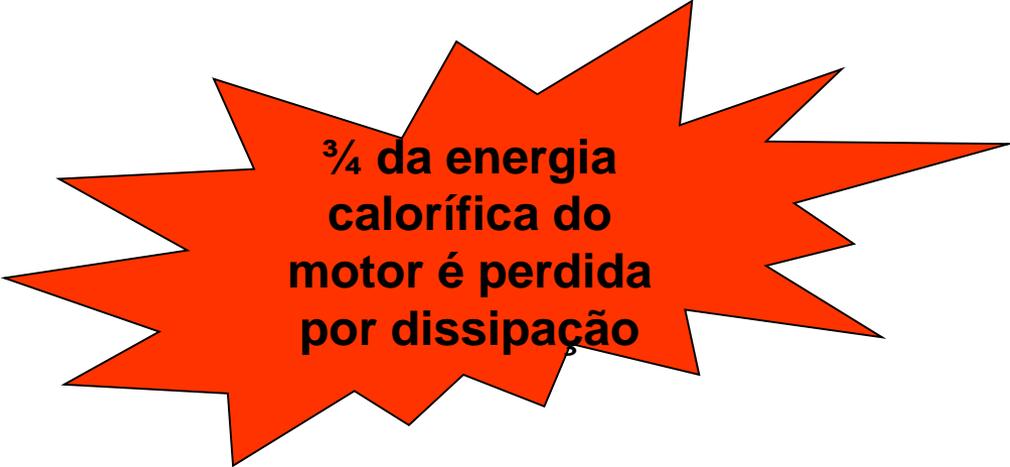
85-95°C

Temperaturas (°C)



# NOMENCLATURAS

O sistema de arrefecimento visa diminuir o calor produzido pelo motor o qual atinge temperaturas de 1200°C



**$\frac{3}{4}$  da energia  
calorífica do  
motor é perdida  
por dissipação**

**Para que arrefecer?**

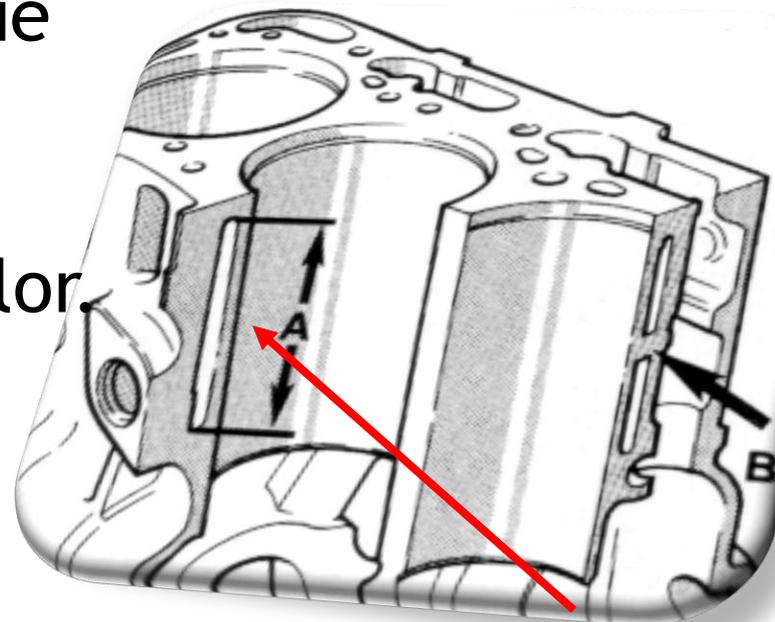
Existem três tipos de meios arrefecedores:



Água - a água é o fluído que possui maior capacidade térmica. Ou seja, grande capacidade de absorver calor

## Características

- Uniformiza a temperatura;
- Evita ocorrência de pontos superaquecidos;
- Maior calor específico;



# CUIDADOS

A água do sistema de arrefecimento do motor deve ser limpa e livre de agentes químicos corrosivos tais como cloretos, sulfatos e ácidos. A água deve ser mantida levemente alcalina, com o valor do pH em torno de 8,0 a 9,5.

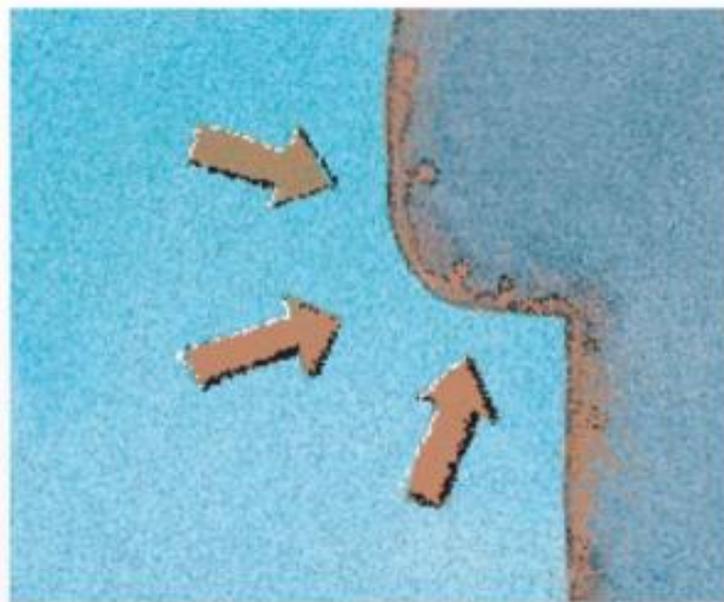


# CORROSÃO

Por que acontece????

# PROBLEMAS COM CORROSÃO

- A corrosão não é uma questão relacionada a idade do motor, pois pode começar o processo com apenas 2.000 horas de funcionamento. (manual do motor cummins, 2010)



A corrosão afeta todas as peças metálicas, especialmente as de alumínio.



Minúsculas partículas metálicas começam a circular no sistema de arrefecimento provocando danos a quaisquer peças mecânicas

Fonte:  
[http://www.cumminsfiltration.com/pdfs/product\\_lit/emea\\_brochures/LT33020-PT.pdf](http://www.cumminsfiltration.com/pdfs/product_lit/emea_brochures/LT33020-PT.pdf)

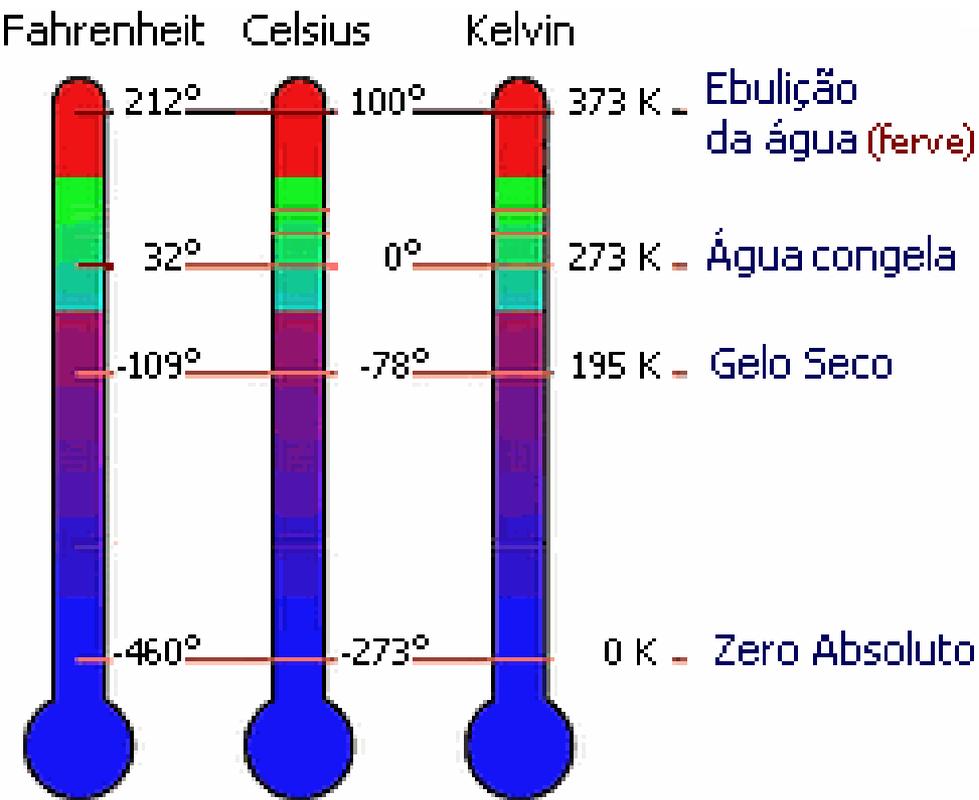
Os problemas que podem ser encontrado neste meio arrefecedor são:

- Presença de sais, argila que irão reduzir o potencial arrefecedor da água;
- Baixas temperaturas ela congela;
- Alguns metais pesados presentes podem corroer o material.

⦿ Por que cria sujeira no arrefecedor?

**Se a troca ocorrer a cada 800 a 1000 horas de trabalho (de acordo com a sua contaminação) usando água nova e limpa com o aditivo recomendado pela sua concessionária, não vai ocorrer acúmulo de sujeira e ferrugem no sistema de arrefecimento do seu motor. Com isso se preserva a vida útil do motor e de componentes como radiador, bomba de água, válvulas e dutos de arrefecimento que se encontram no bloco de motor**

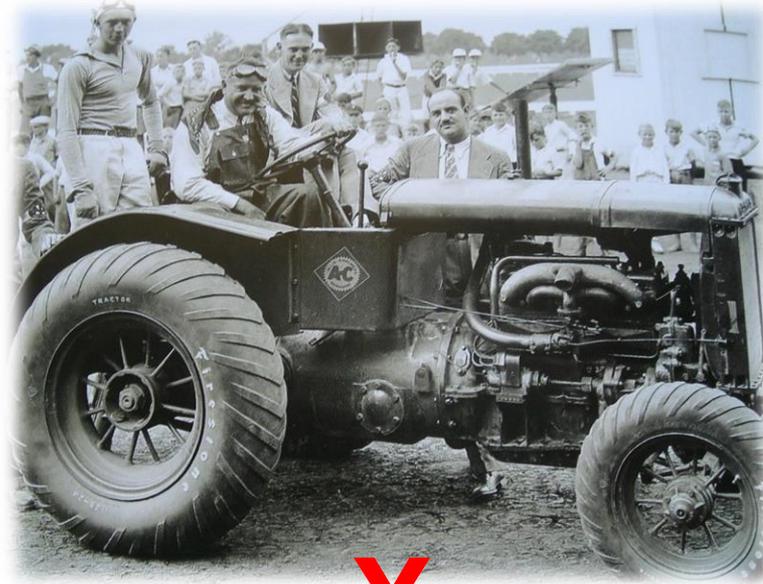
- Qualquer água potável boa para beber pode ser tratada para ser usada no motor.
- Um dos tratamentos da água consiste na adição de agentes químicos inibidores de corrosão.
- **A qualidade da água não interfere no desempenho do motor**, porém a utilização de água inadequada por longo prazo pode resultar em danos irreparáveis.
- A formação de depósitos sólidos de sais minerais, produzidos por água com elevado grau de dureza, que obstruem as passagens, provocando restrições e dificultando a troca de calor, são bastante frequentes.
- Água muito ácida pode causar corrosão eletrolítica entre materiais diferentes.



Aditivo a base de álcool, como etilenoglicol ou o propilenoglicol, glicerina, cloreto de magnésio e derivados do petróleo

**Dicas:**  
 Trocar a água do radiador anualmente e adicionar inibidores anti-corrosivos

**Qual a temperatura  
que trabalhava os  
antigos  
motores????**



**X**

**Qual a temperatura  
que trabalhava os  
novos  
motores????**



**Two problems!!**

Nos motores antigos a temperatura da água girava em torno de 80°C contra os 95°C atuais dos motores modernos.

Estas temperaturas ficam muito próximas do ponto de ebulição da água que é de 100°C, além deste fator, temos também a **corrosão** do sistema e o congelamento da água em algumas regiões mais frias.

### Solução

Por estes motivos é que o sistema de arrefecimento necessita de aditivo em sua água, tornando-se assim líquido de arrefecimento.



Ar - O ar pode ser usado em casos de baixa geração de calor.



## Características:

- Não requer reservatório e tubulações fechadas para sua condução;
- Não é corrosivo;
- Não evapora;

## Desvantagens

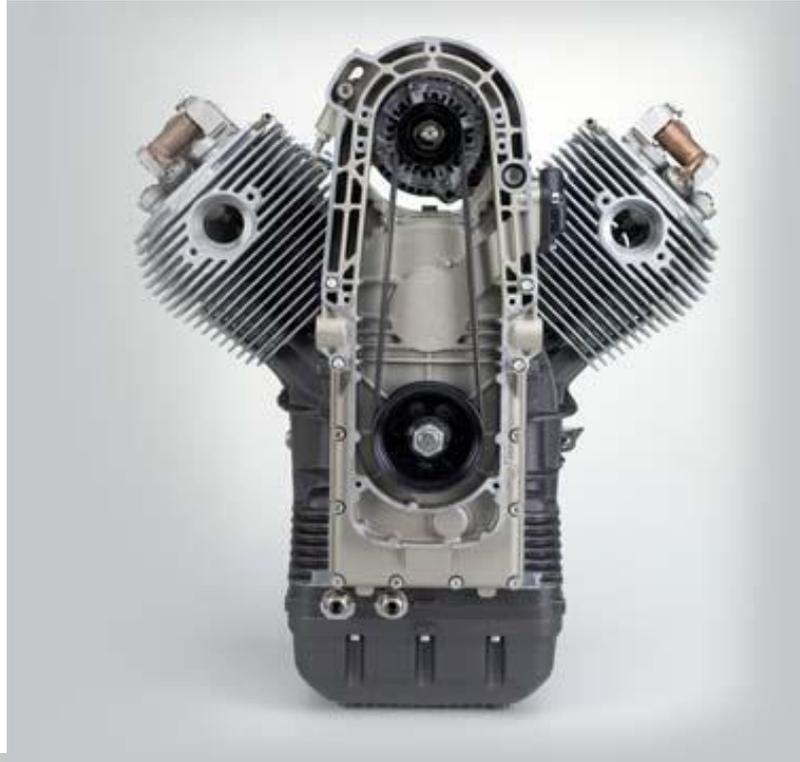
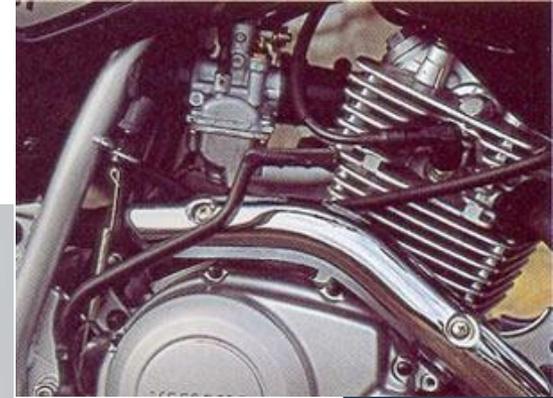
Baixo calor específico

## Existem dois tipos básicos:

- Circulação livre - motocicleta,, alguns veículos;

- Circulação forçada - motores de veículos, motores estacionários. A temperatura de funcionamento é mais elevada que a dos motores arrefecidos a água.

# ARREFECEDOR A AR



[www.motoguzzi-us.com/Nuovi\\_modelli/breva1100/...](http://www.motoguzzi-us.com/Nuovi_modelli/breva1100/...)



**Cuidados: manter as aletas limpas;**  
**- Evitar pinturas nas aletas;**  
**Vantagens: construção simples;**  
**- menor peso por cv;**  
**- manutenção simples;**  
**- o ar não evapora-se, não congela e não é corrosivo**

TECNICAS



Sistema de refrigeração a ar, através de aleta incorporado ao próprio volante, dimensionado especialmente para as elevadas temperaturas das regiões tropicais.

**Tem 3,4HP**



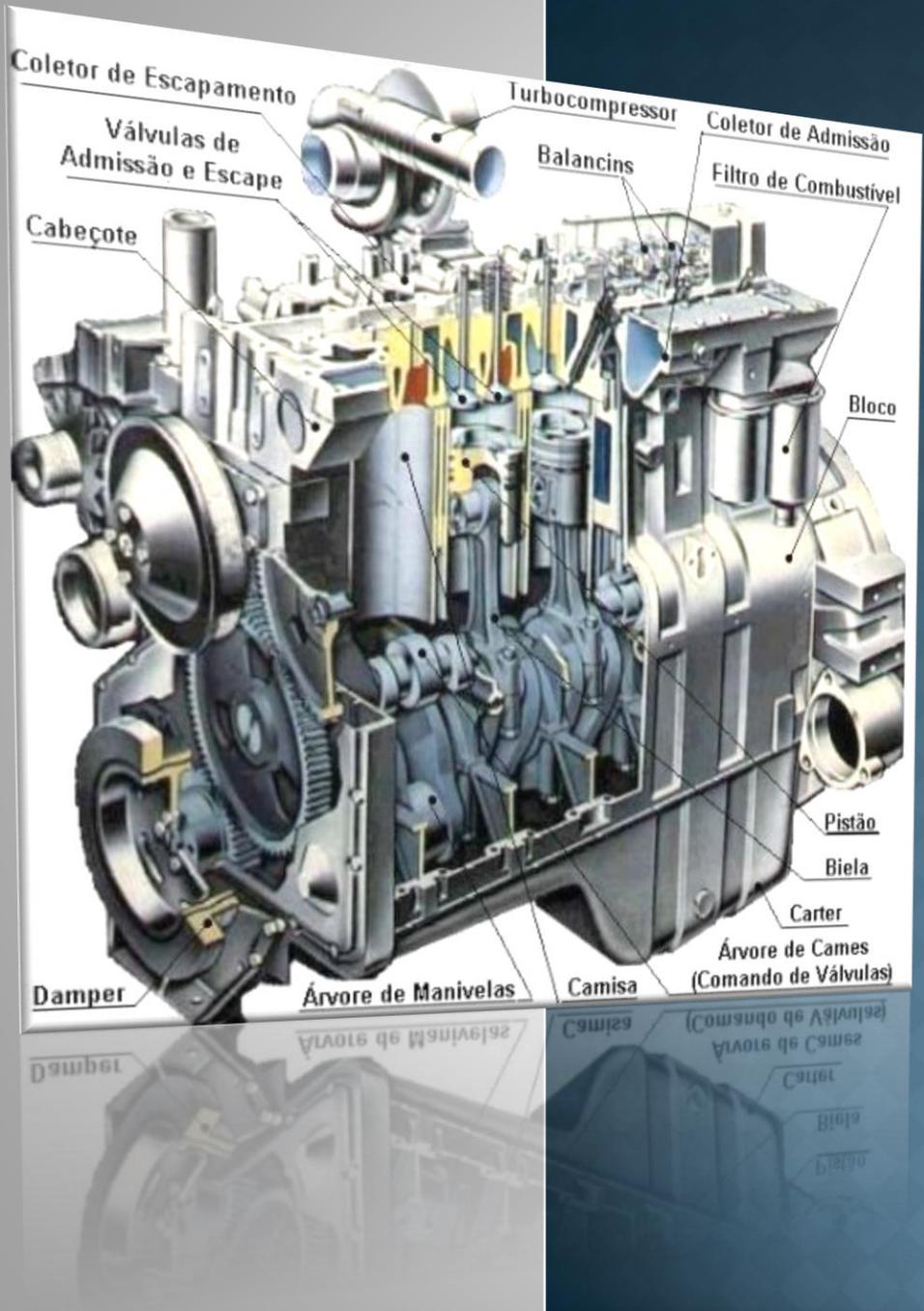


# Comparação

Meio arrefecedor	Calor específico, cal.°C <sup>-1</sup>	Quantidade, g
Ar	0,2380	4,2
Água	1,0043	1,0

# SIST. DE ARREFECIMENTO ÁGUA





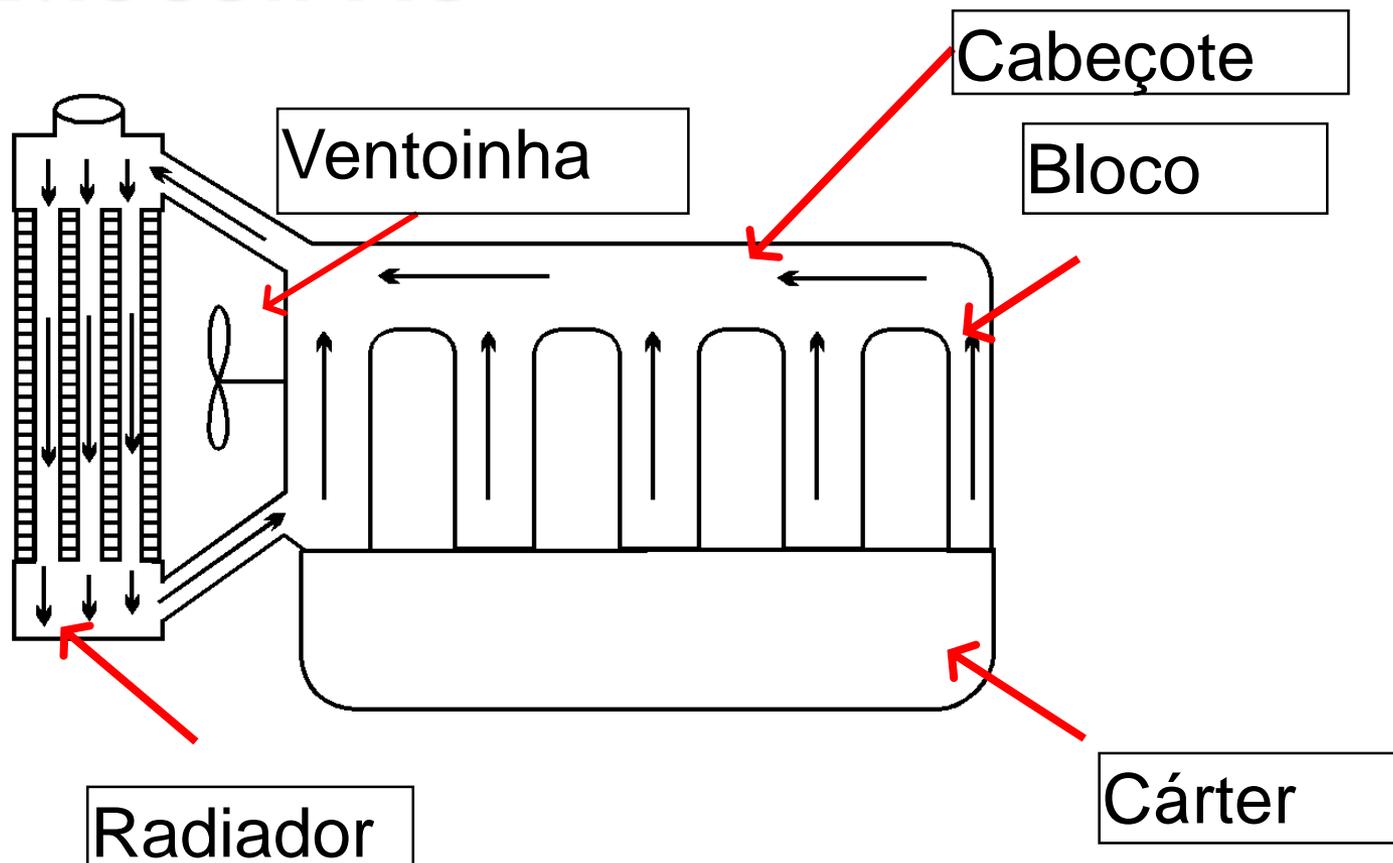
# SIST. DE ARREFECIMENTO ÁGUA E AR

Utiliza-se os dois juntos, a água absorve calor do meio (bloco) e o ar resfria a água.

Existem dois tipos de sistemas:

- Termossifão
- Circulação forçada

# TERMOSSIFÃO



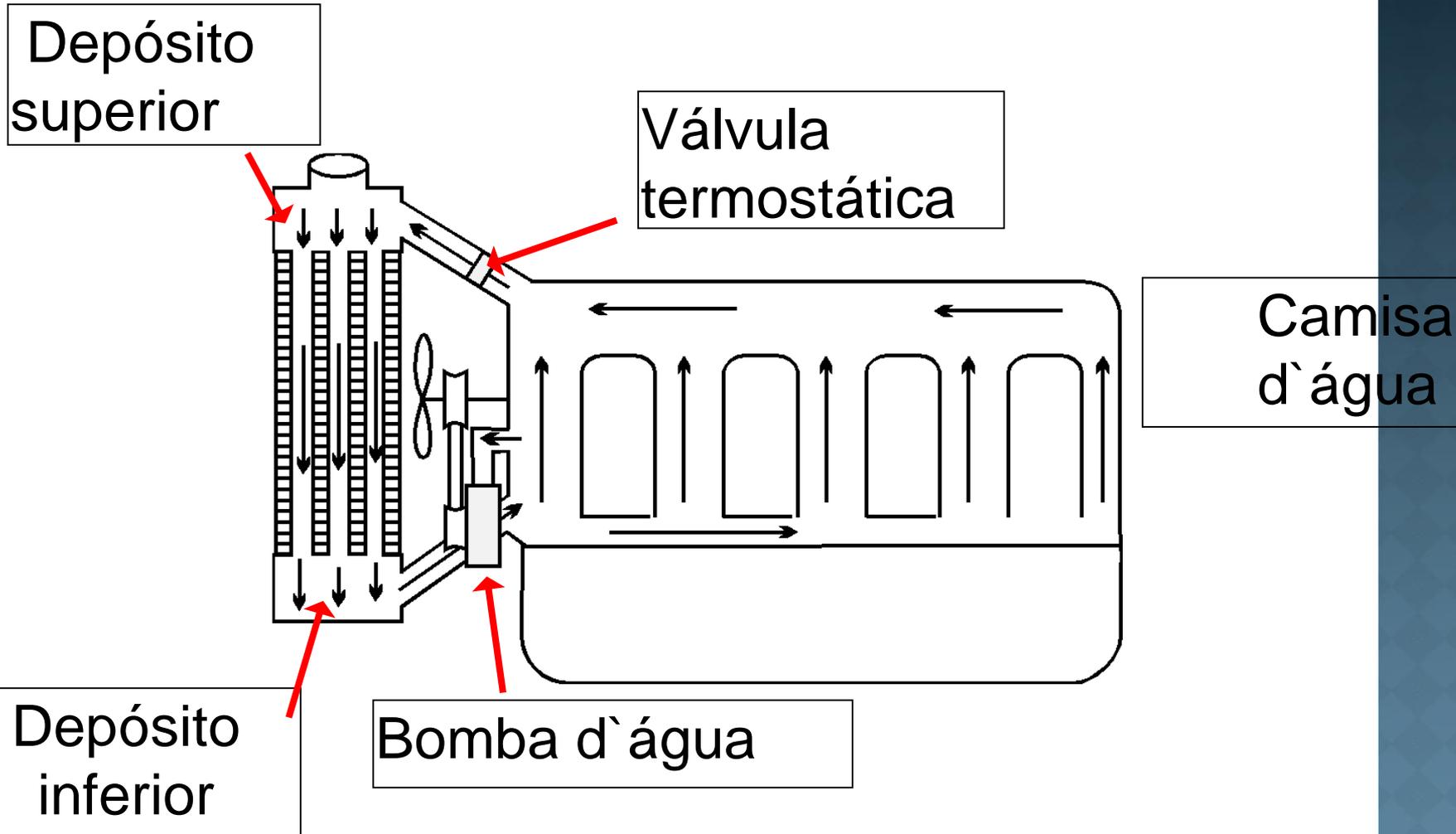
A vantagem do termossifão é a simplicidade.

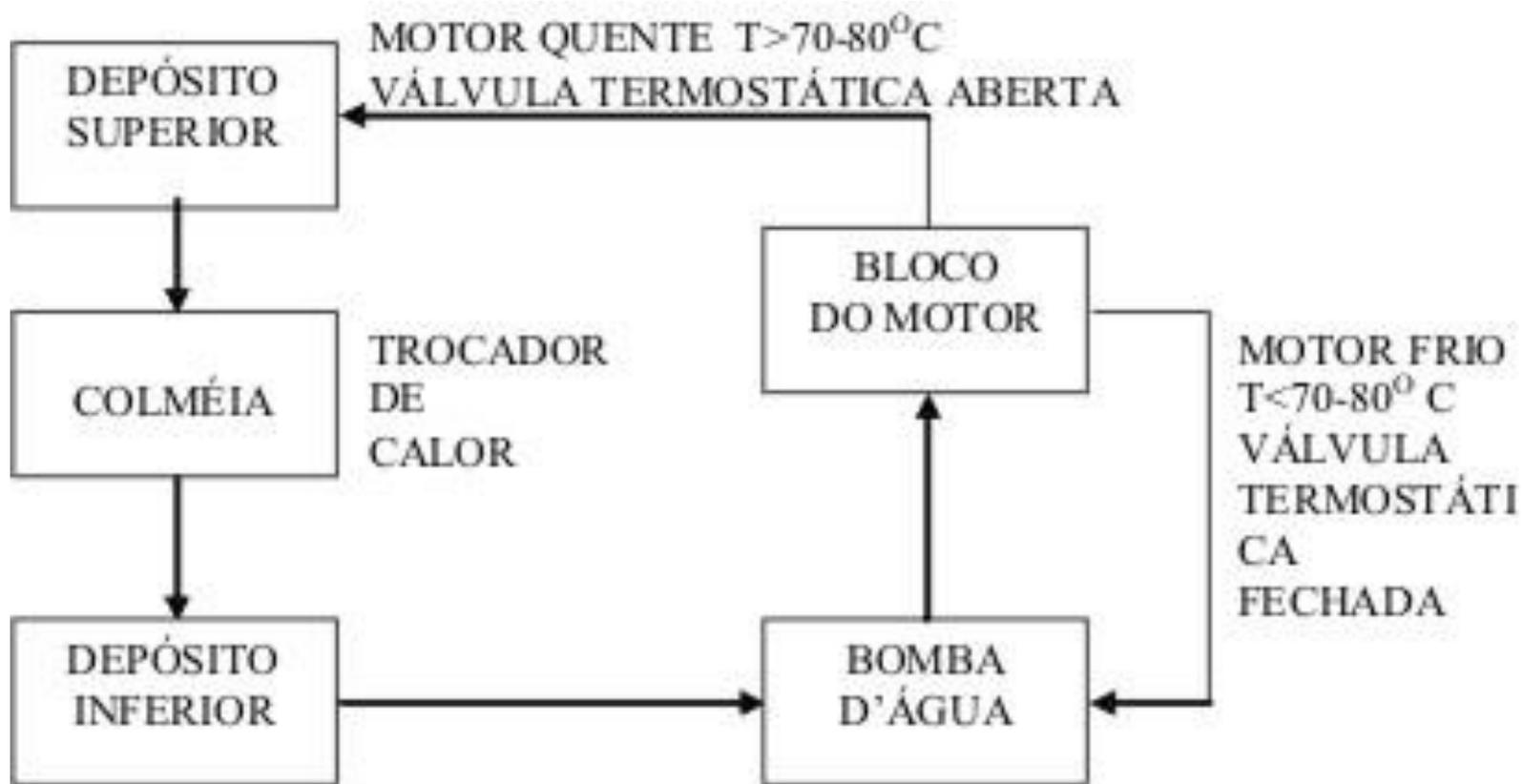
As desvantagens são:

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.

# CIRCULAÇÃO FORÇADA



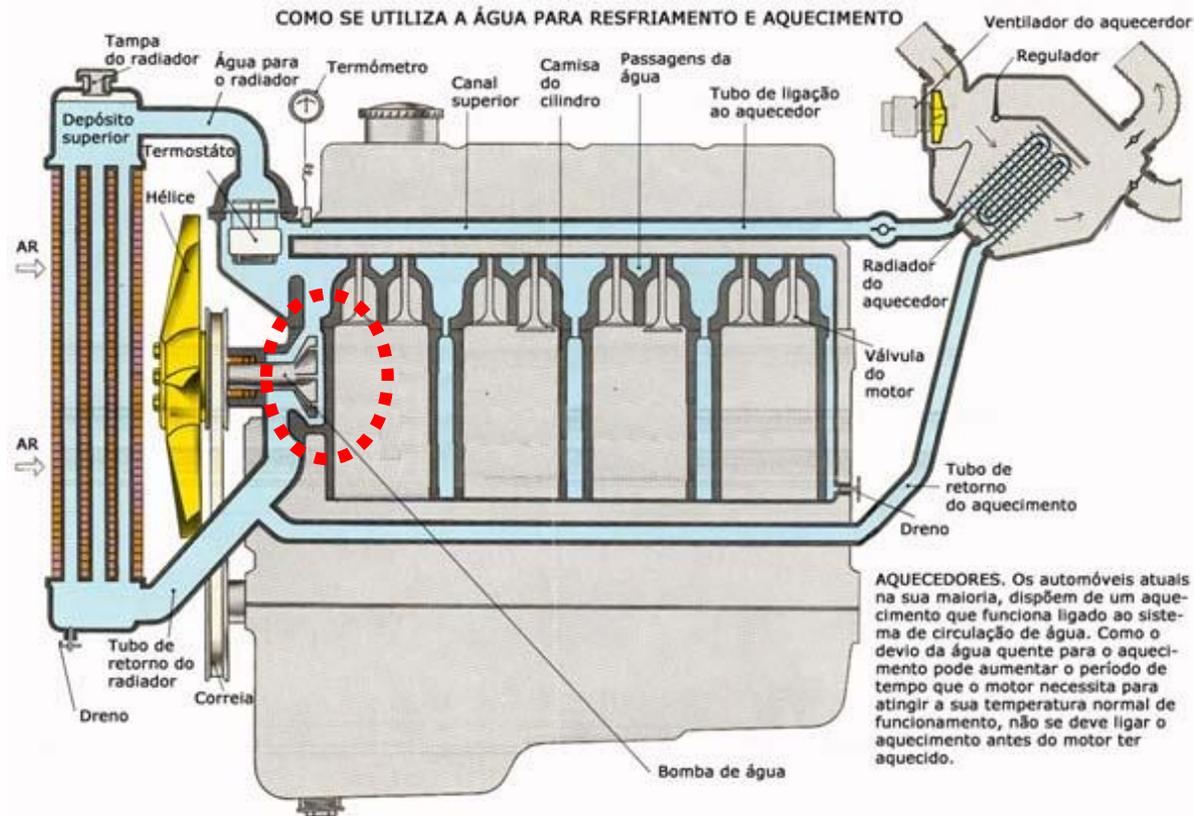


Fonte: Varella, 2008

Sistema utilizado nos motores de tratores agrícolas. Semelhante ao sistema do tipo termossifão.

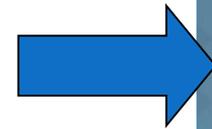
A **diferença** é que possui bomba centrífuga que promove a circulação forçada do meio arrefecedor.

Possui **válvula termostática** entre o cabeçote do motor e o radiador para o controle da temperatura. A quantidade de água do sistema pode ser reduzida consideravelmente, pois neste sistema a água está sob pressão e circula com maior velocidade que no termossifão.



[www.oficinaecia.com.br/bibliadocarro/biblia.a...](http://www.oficinaecia.com.br/bibliadocarro/biblia.a...)

Menos de uma quarta parte de energia calorífica desenvolvida num motor de explosão é convertida em trabalho útil. O calor restante deve ser dissipado para que nenhum dos componentes do motor aqueça a ponto de deixar de funcionar.

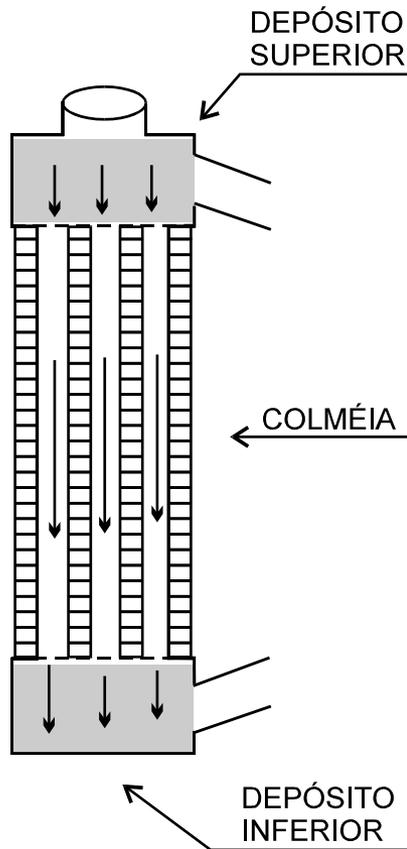


# SISTEMA DE ARREFECIMENTO A ÁGUA

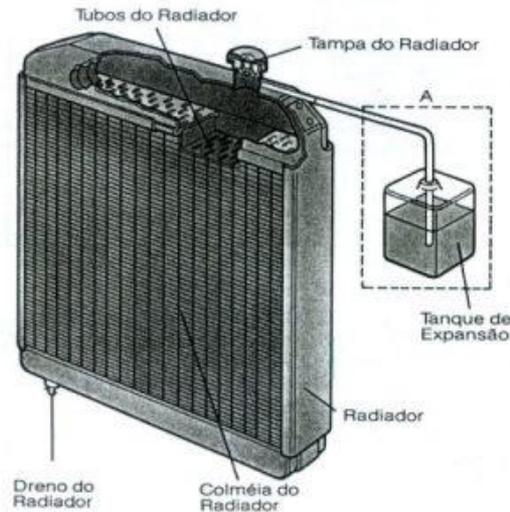
CAMISA ABERTA



Trocador de calor entre a água e o ar.



Radiador e Tanque de Expansão



Se o nível tiver baixo, forma bolsões de vapor que impedem a passagem de água.

Promove a circulação forçada da água. Fica acoplada no eixo da ventoinha.

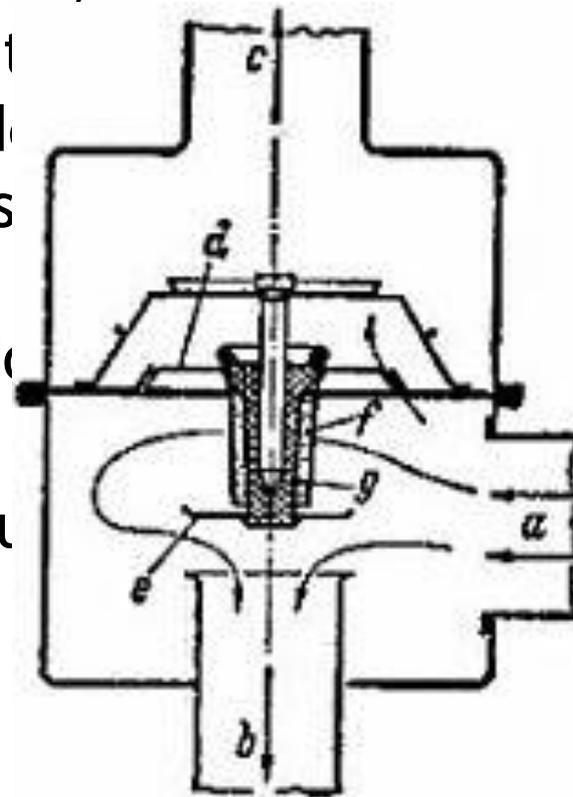


Succiona água do depósito inferior para o interior do motor.



Bloqueia ou desvia o ciclo do líquido, para não passar pelo radiador enquanto o motor não estiver há temperatura de trabalho. Quando o motor estiver na temperatura de trabalho a válvula se abre permitindo a passagem do líquido para o radiador.

A válvula termostática antiga possui acionamento mecânico e em alguns automóveis já estão sendo fabricados com válvula termostática elétrica controlada pela central de injeção eletrônica.



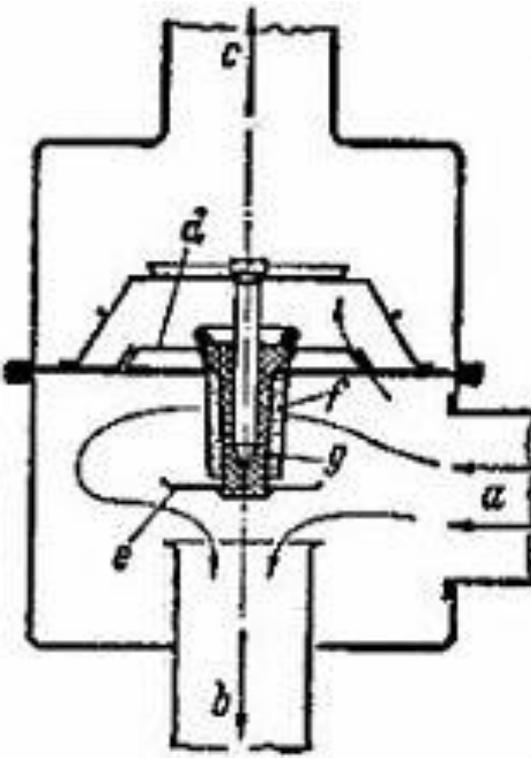
Controla a temperatura através do fluxo de água do motor para o radiador. Começa a 70-80°C.

# CURIOSIDADE E CUIDADO

É falsa a idéia de que a eliminação da válvula termostática melhora as condições de arrefecimento do motor.

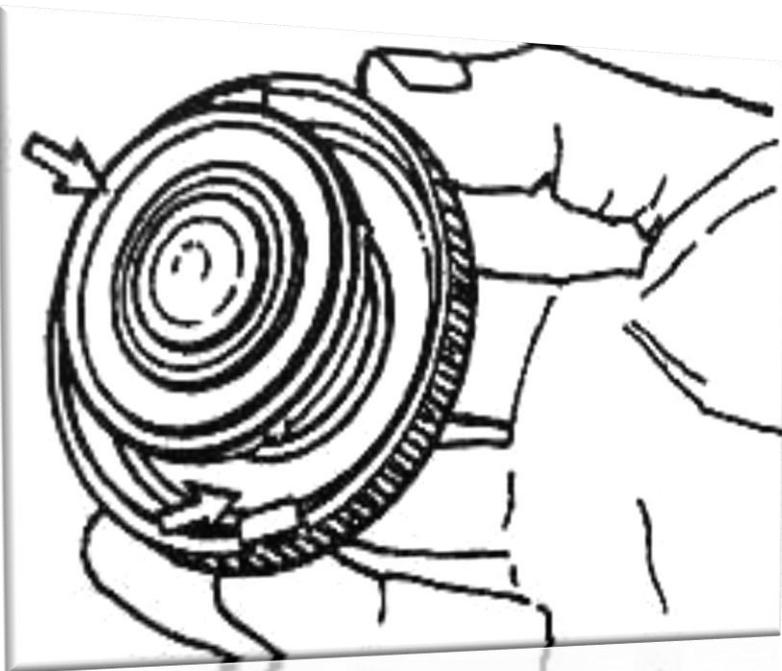
Muitos mecânicos, ao se verem diante de problemas de superaquecimento do motor, eliminam a válvula termostática, permitindo que o motor trabalhe abaixo da temperaturas ideal em condições de pouca solicitação.





## VÁLVULA TERMOSTÁTICA PARA CONTROLE DO FLUXO DE ÁGUA DE ARREFECIMENTO

***a* = afluxo; *b* = saída fria; *c* = saída quente; *d* = prato da válvula do lado quente com frestas de vedação para deixar escapar o ar durante o abastecimento; *e* = prato da válvula lado frio; *f* = enchimento de cera; *g* = vedação de borracha; o curso da válvula depende da variação de volume do material elástico (cera) durante a fusão ou solidificação.**



A pressão interna do sistema é controlada pela válvula existente na tampa do radiador (ou do tanque de expansão) que, em geral, é menor que 1,0 atm. É recomendado manter a pressurização adequada do sistema de arrefecimento de acordo com as recomendações do fabricante do motor.

## ***Ventoinha***

Força a passagem do fluxo de ar através do radiador.

## ***Mangueiras***

Condução da água do radiador até a bomba d'água e do motor para o radiador.

## ***Camisas d'água***

Superfície externa a parede dos cilindros, a qual forma galerias por onde a água circula retirando calor excedente do motor.

# REFERÊNCIAS

Varella, C. Motores e Tratores - Sistemas auxiliares dos motores de combustão interna. Apostila de mecanização da UFRRJ. 34p. 2006.

[http://www.cumminsfiltration.com/pdfs/product\\_lit/emea\\_brochures/LT33020-PT.pdf](http://www.cumminsfiltration.com/pdfs/product_lit/emea_brochures/LT33020-PT.pdf)