



ESALQ

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
Universidade de São Paulo

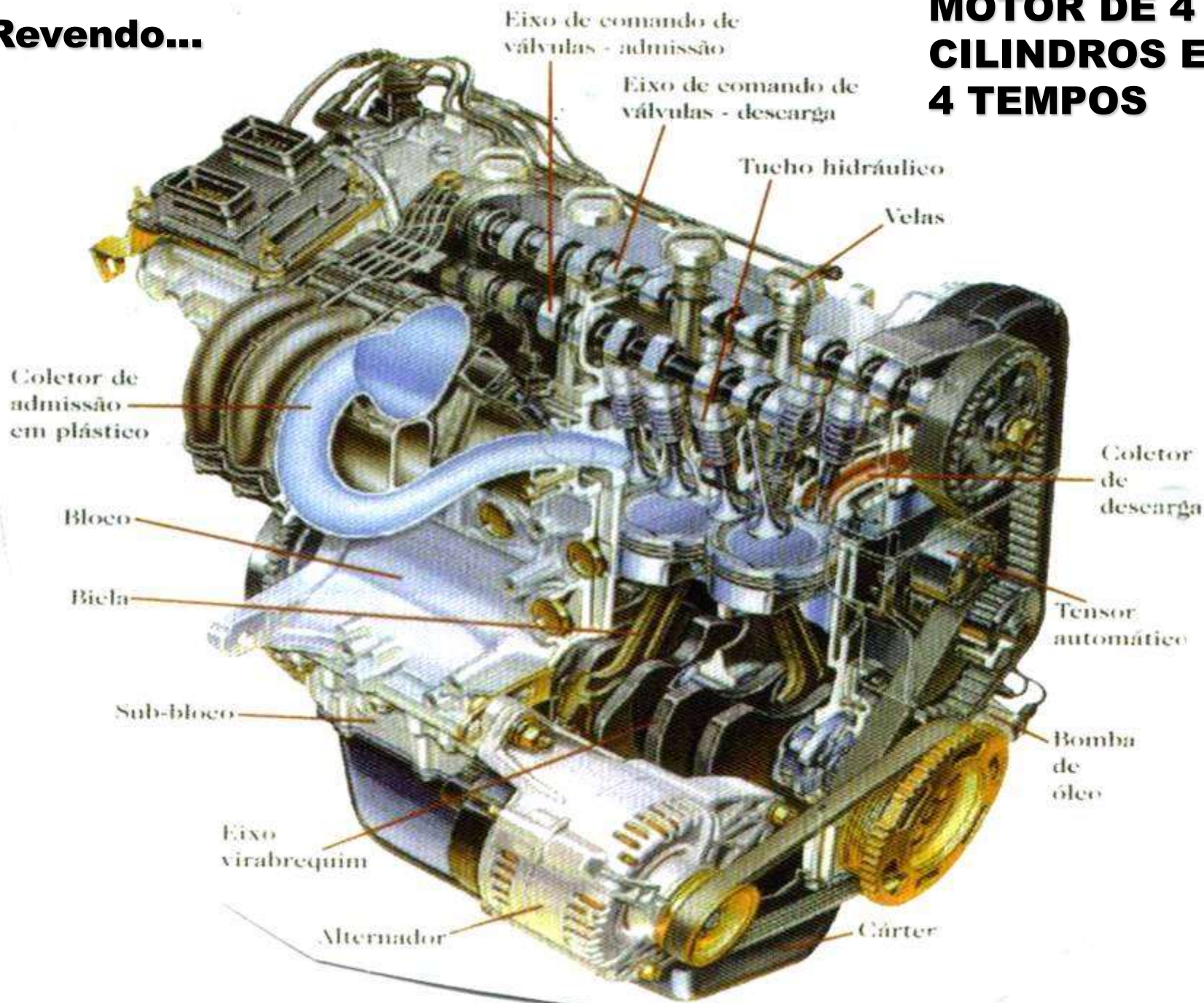
LEB 332 - MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA DE ÊMBOLOS

SISTEMAS COMPLEMENTARES

Prof. Dr. Walter F. Molina Jr
Depto de Eng. de Biossistemas
2016

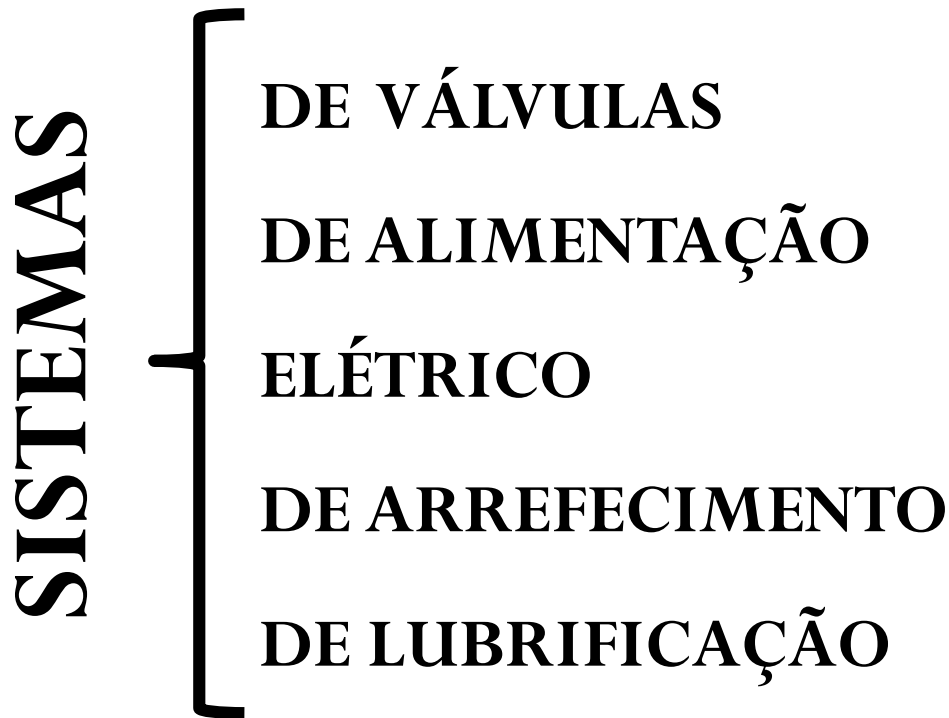
Revendo...

MOTOR DE 4 CILINDROS E DE 4 TEMPOS



SISTEMAS COMPLEMENTARES

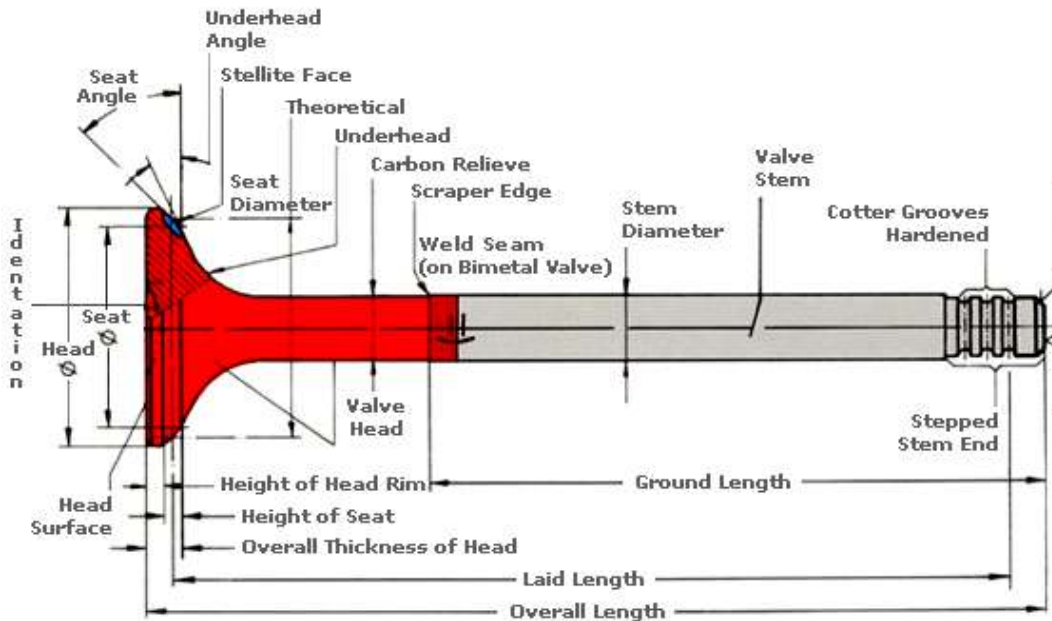
São conjuntos de mecanismos que controlam o funcionamento do MCIE



Sistema de Válvulas

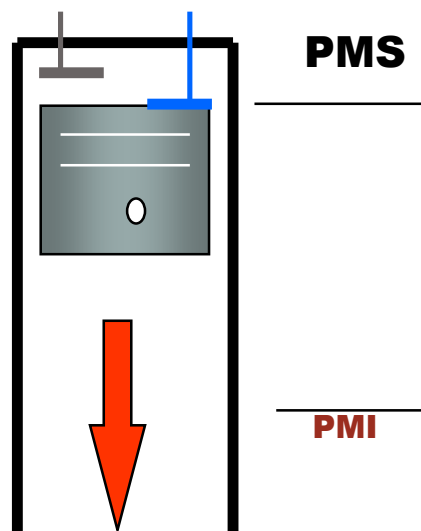
Válvulas

- O motor convencional apresenta duas válvulas por cilindro. Uma de ADMISSÃO e outra de ESCAPE;
- A válvula de admissão é maior que a válvula de escape;
- Existem motores com mais de duas válvulas por cilindro.



TEMPOS	DESLOCAMENTOS DOS ÊMBOLOS	GIROS ADM(º)	VÁLVULAS	
			ADMISSÃO	ESCAPE
ADMISSÃO	PMS p/ PMI	0-180	ABERTA	FECHADA

FECHADA ABERTA



ADMISSÃO

SISTEMA DE VÁLVULAS

Responsável pelo fechamento e abertura das válvulas nos motores de 4 tempos



Árvore de Comando
de Válvulas ou

Eixo de Cames

TIPOS DE SISTEMAS DE VÁLVULAS

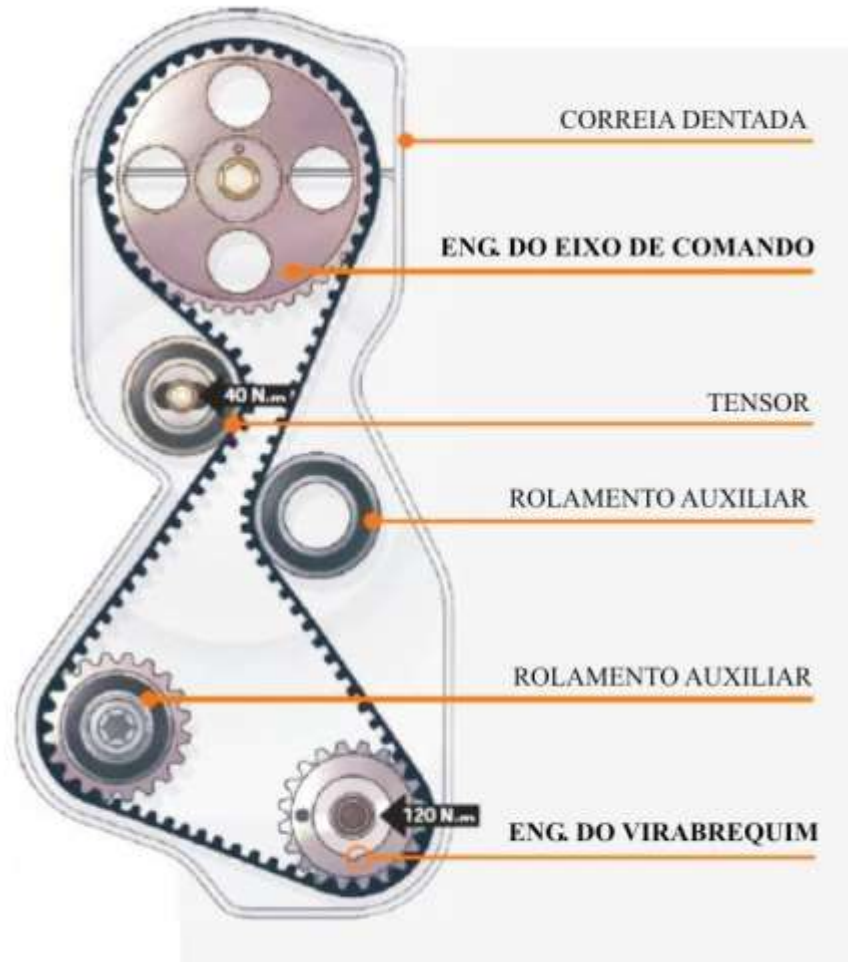
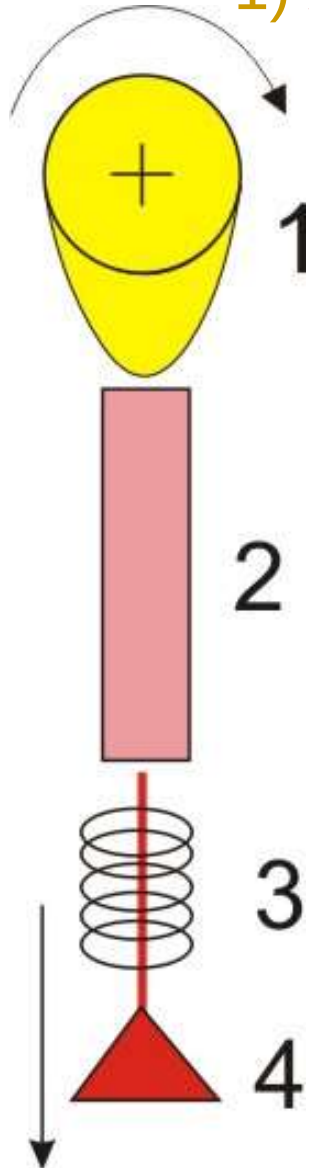
— Guia da
válvula —

Parafuso de
regulagem

— Tucho —

Comando direto

1) Árvore de Comando; 2) tucho; 3) mola; 4) válvula



VÁLVULA

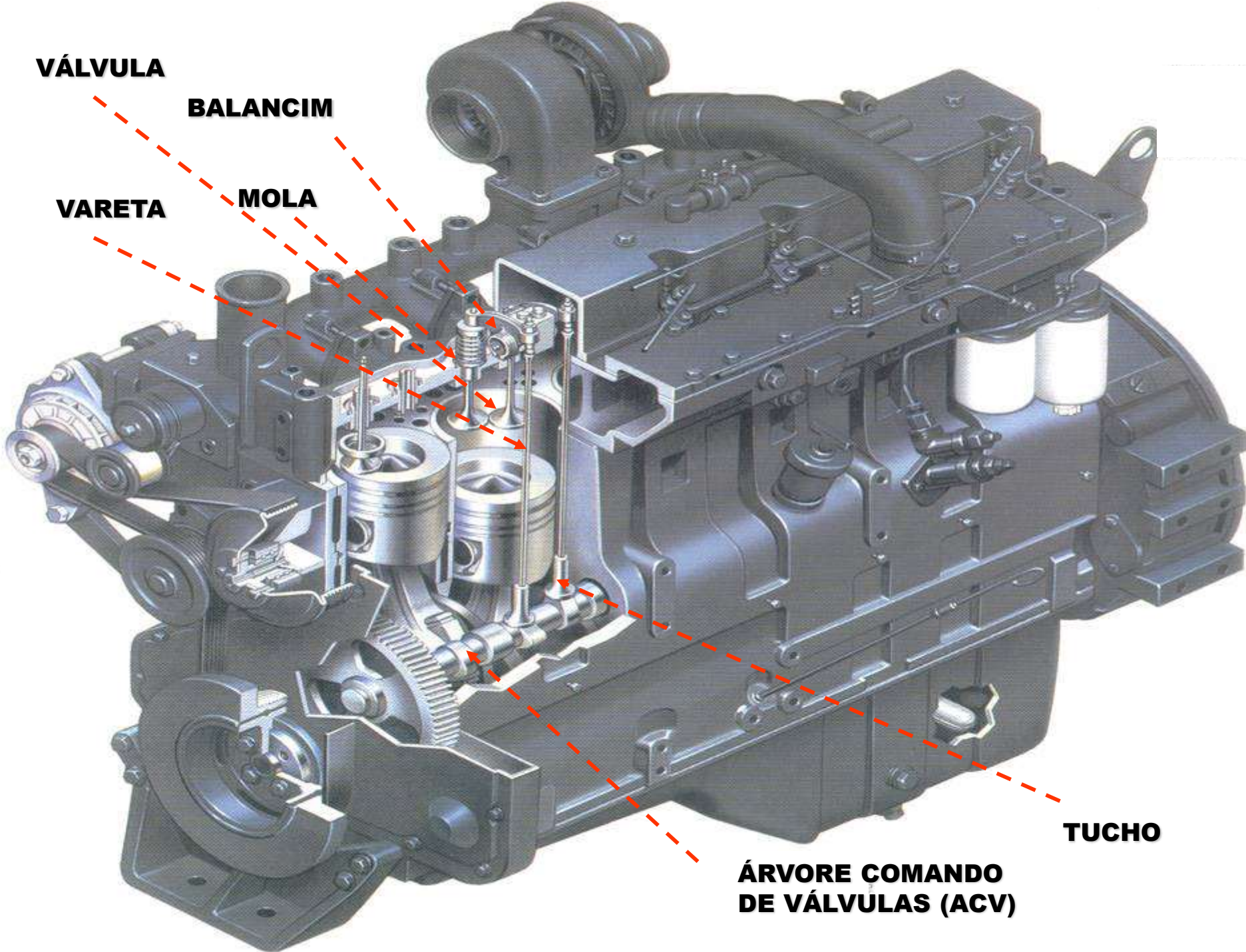
BALANCIM

VARETA

MOLA

TUCHO

**ÁRVORE COMANDO
DE VÁLVULAS (ACV)**



Sistema de Alimentação

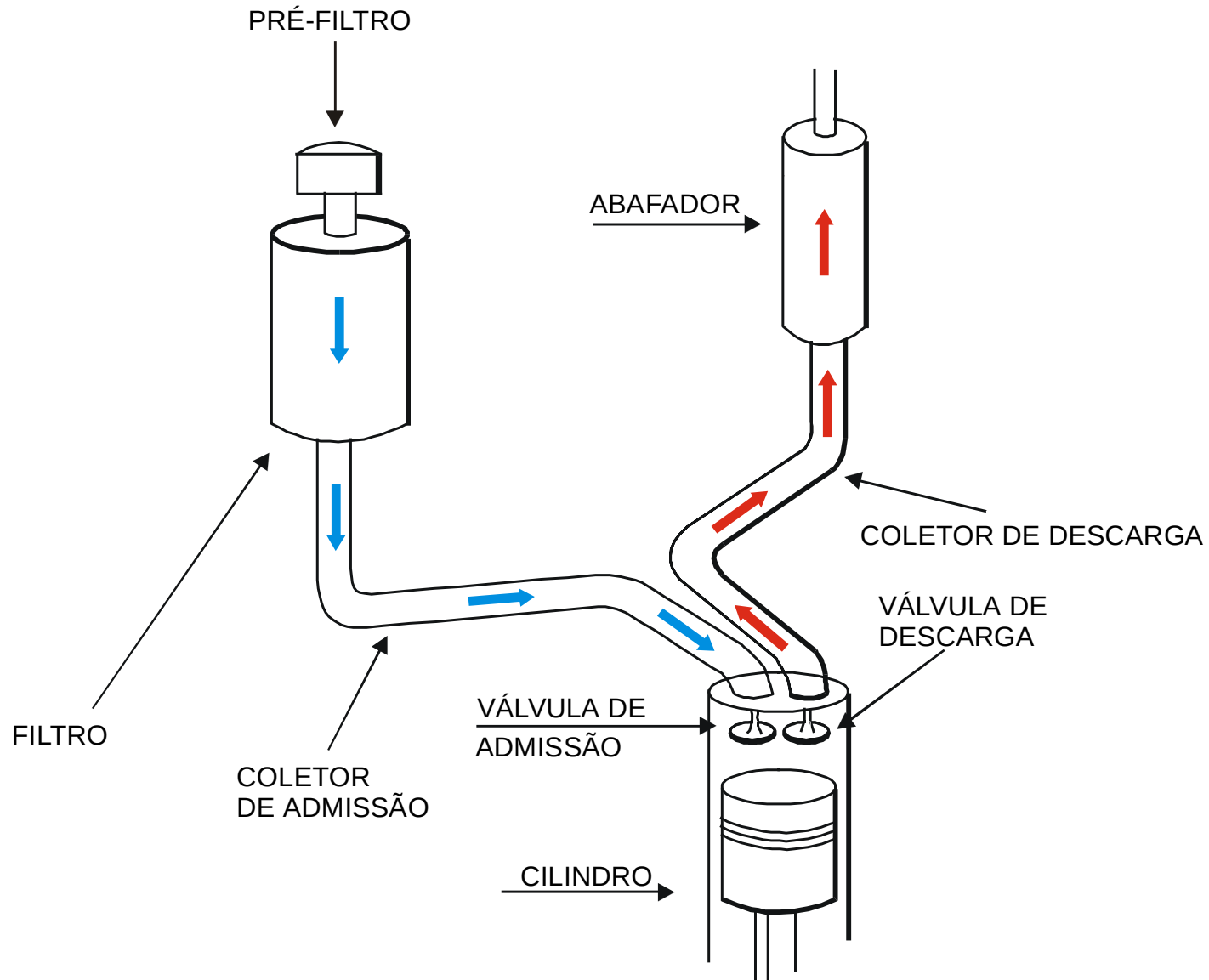
Sistema de alimentação

1. Circuito de ar (GASES)
2. Circuito de combustível

2. Sistema de alimentação

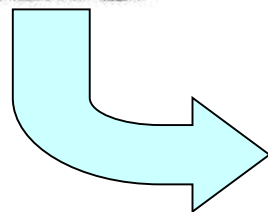
- Conjunto de mecanismos cujas funções são:
 - 1) suprir a quantidade correta de COMBUSTÍVEL e AR ao motor em função da rotação e carga aplicada.

Circuito de Ar (GASES)



Pré-filtro de ar

- Localizado antes do filtro de ar
- Tem como função reter partículas grandes contidas no ar.



Filtro de ar

Filtro de ar

- Tem como função reter partículas pequenas contidas no ar

Podem ser de dois tipos:

- ✓ em banho de óleo
- ✓ de papel

Filtro de ar de papel (seco)

- Apresenta dois elementos filtrantes descartáveis:
 - 1) filtro primário de papel
 - 2) filtro secundário de feltro

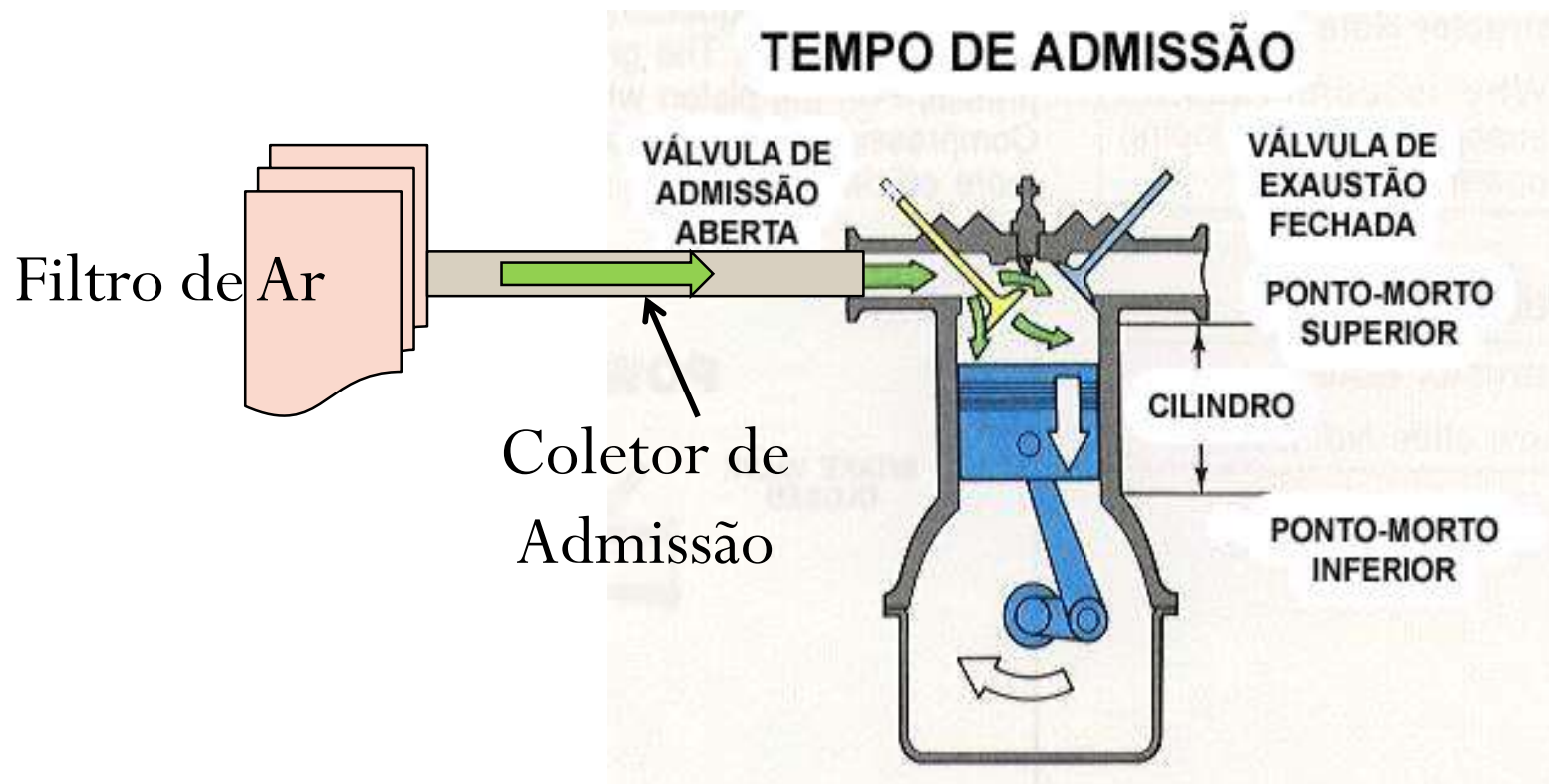


Coletor de admissão

Admissão do ar

- 1) por meio do vácuo criado pelo movimento descendente do pistão: **motor aspirado**
- 2) sob pressão: **motor turbinado**

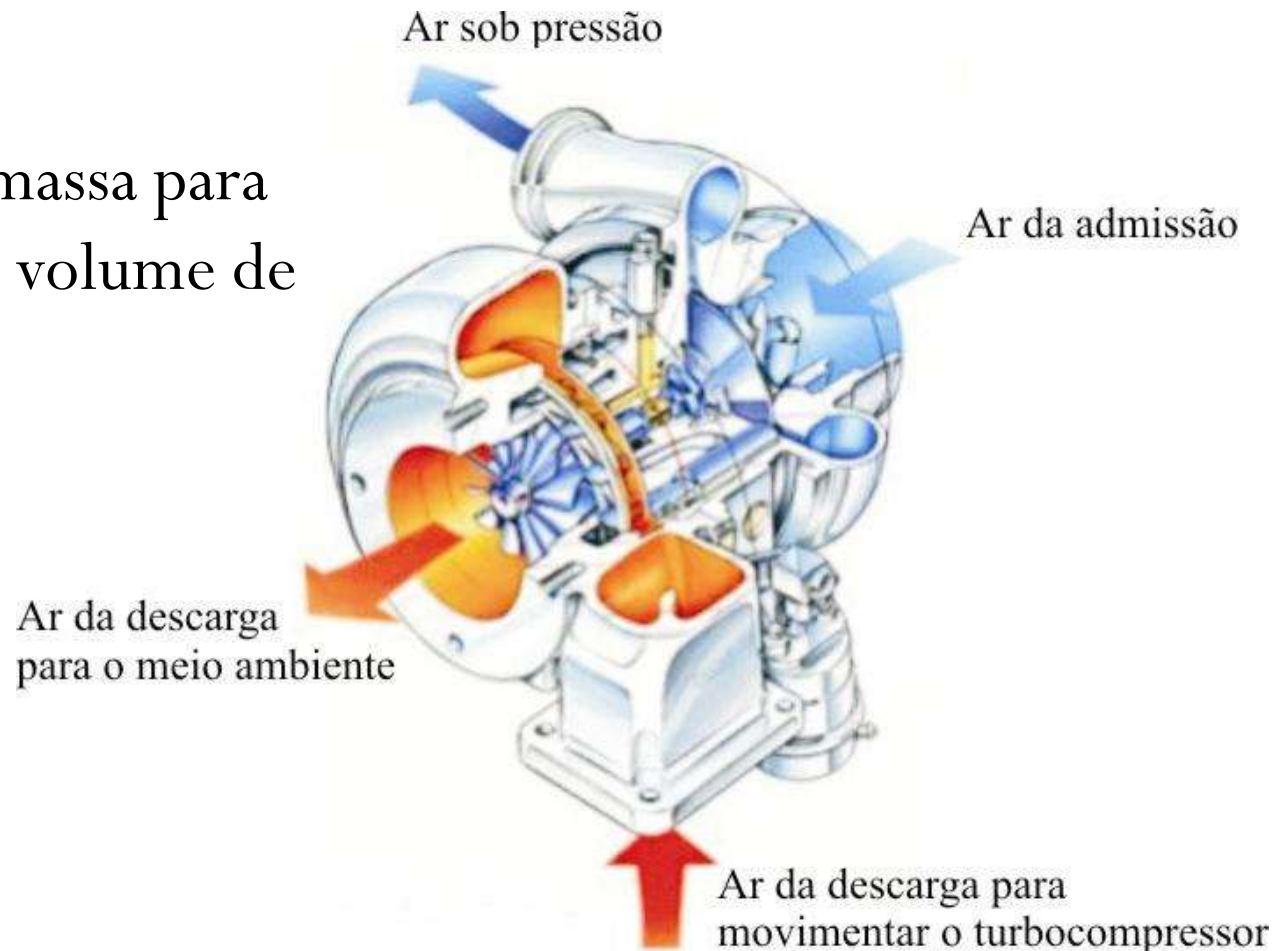
Motor Aspirado



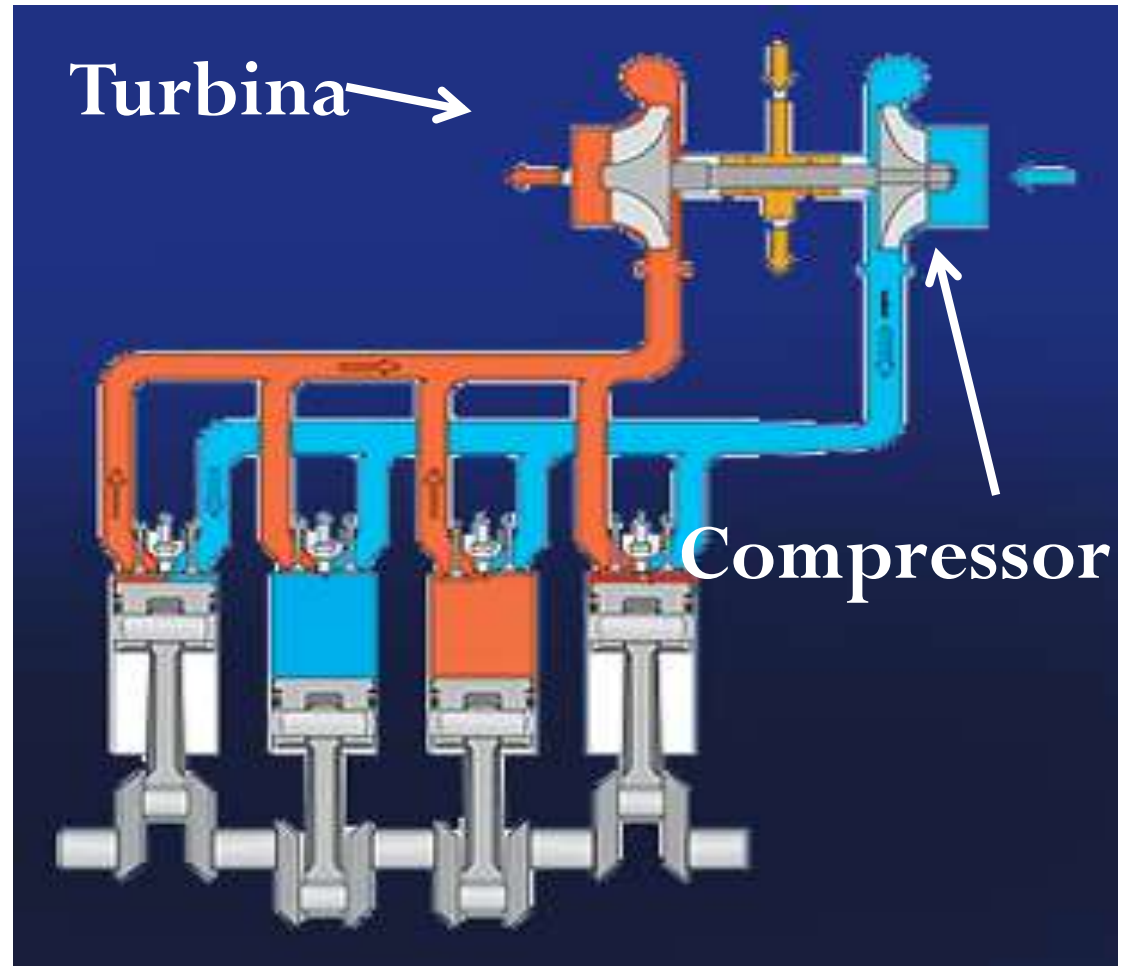
Turbocompressor: o ar é admitido sob pressão. Mesma cilindrada com maior potência

- turbocharger, turboalimentador ou turbo

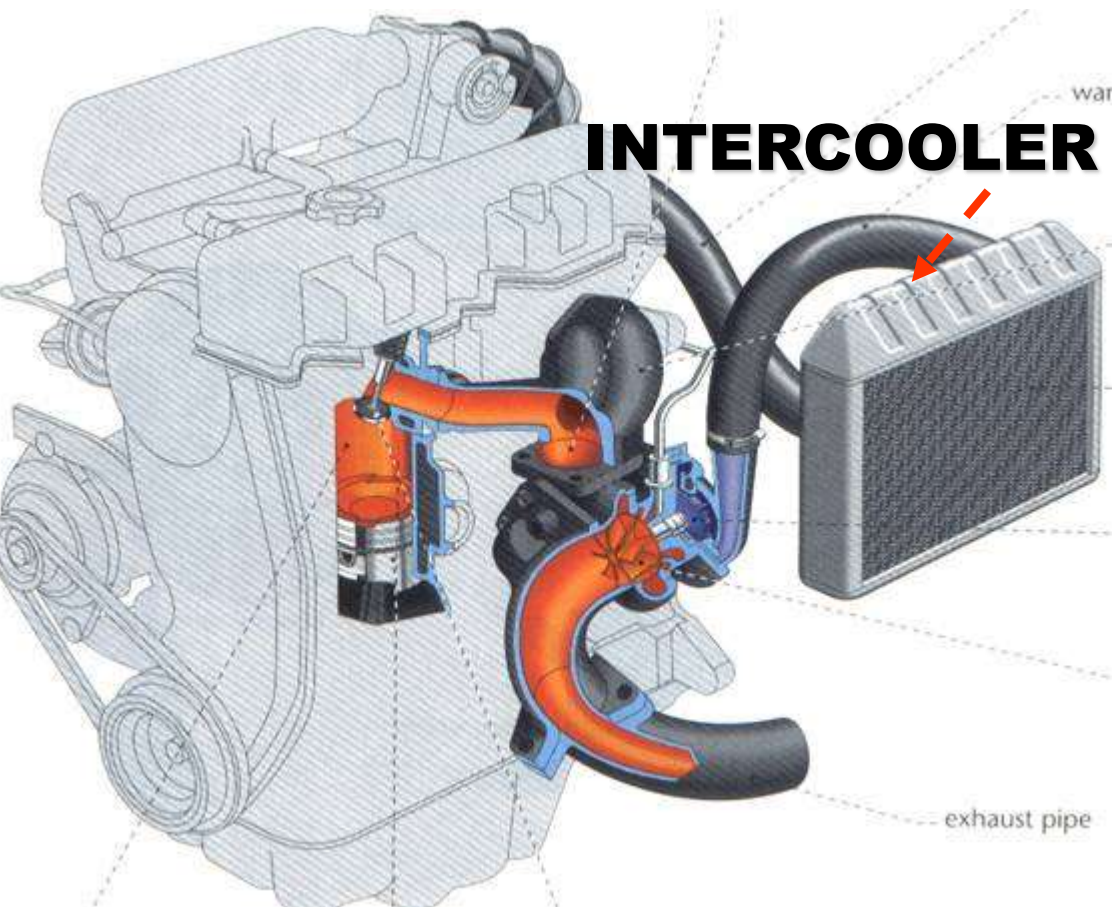
- Maior massa para mesmo volume de ar



Motor “Turbo”



Motor “Turbo-Cooler”

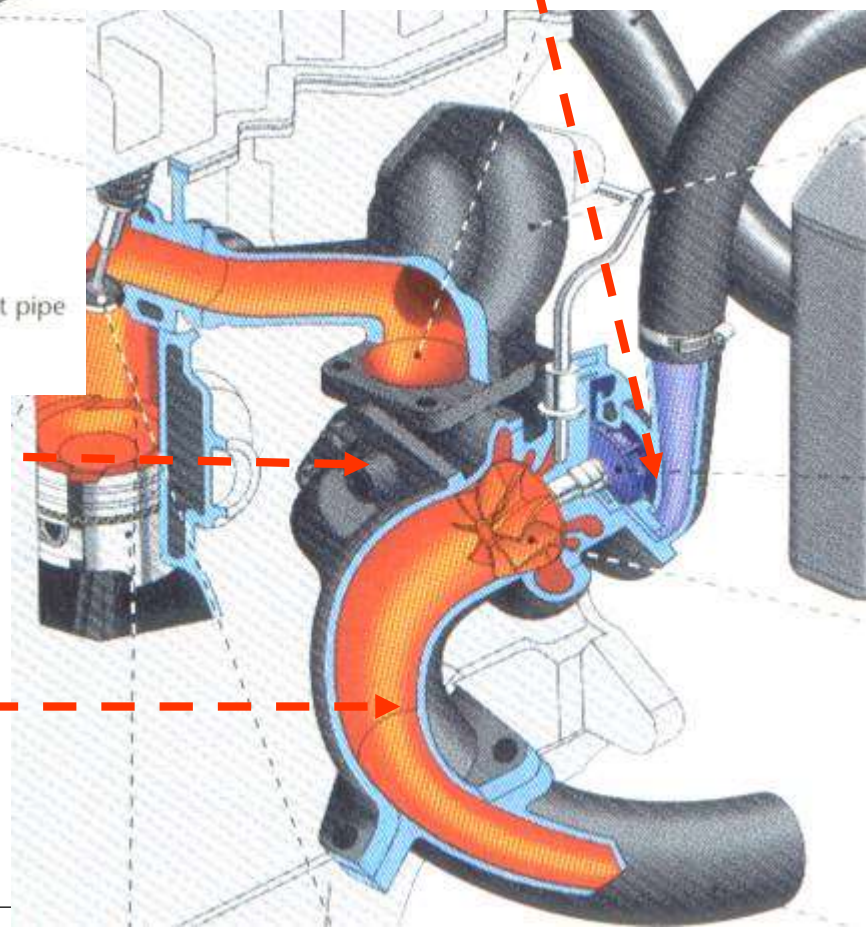


! IMPORTANTE

- AO DAR A PARTIDA NO MOTOR NÃO ACELERE ESPERE UM MINUTO PARA QUE SE ESTABELEÇA O FLUXO NORMAL DE ÓLEO PARA TURBINA.
- ANTES DE DESLIGAR O MOTOR DEIXE-O FUNCIONANDO POR UM MINUTO EM MARCHA LENTA.

3585 962 M1-Z

ADMISSÃO DE AR

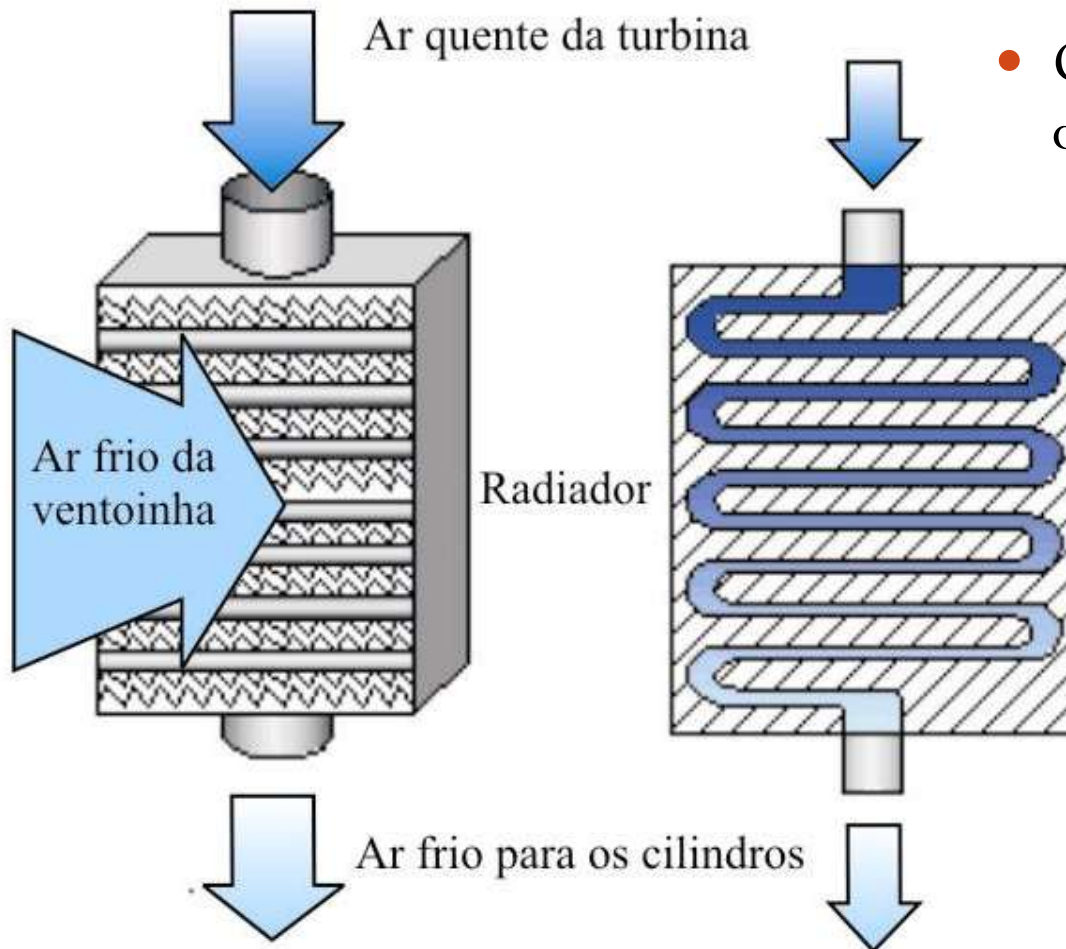


TURBOCOMPRESSOR

GASES DE ESCAPE

Intercooler: sistema de resfriamento de ar para motores turbinados

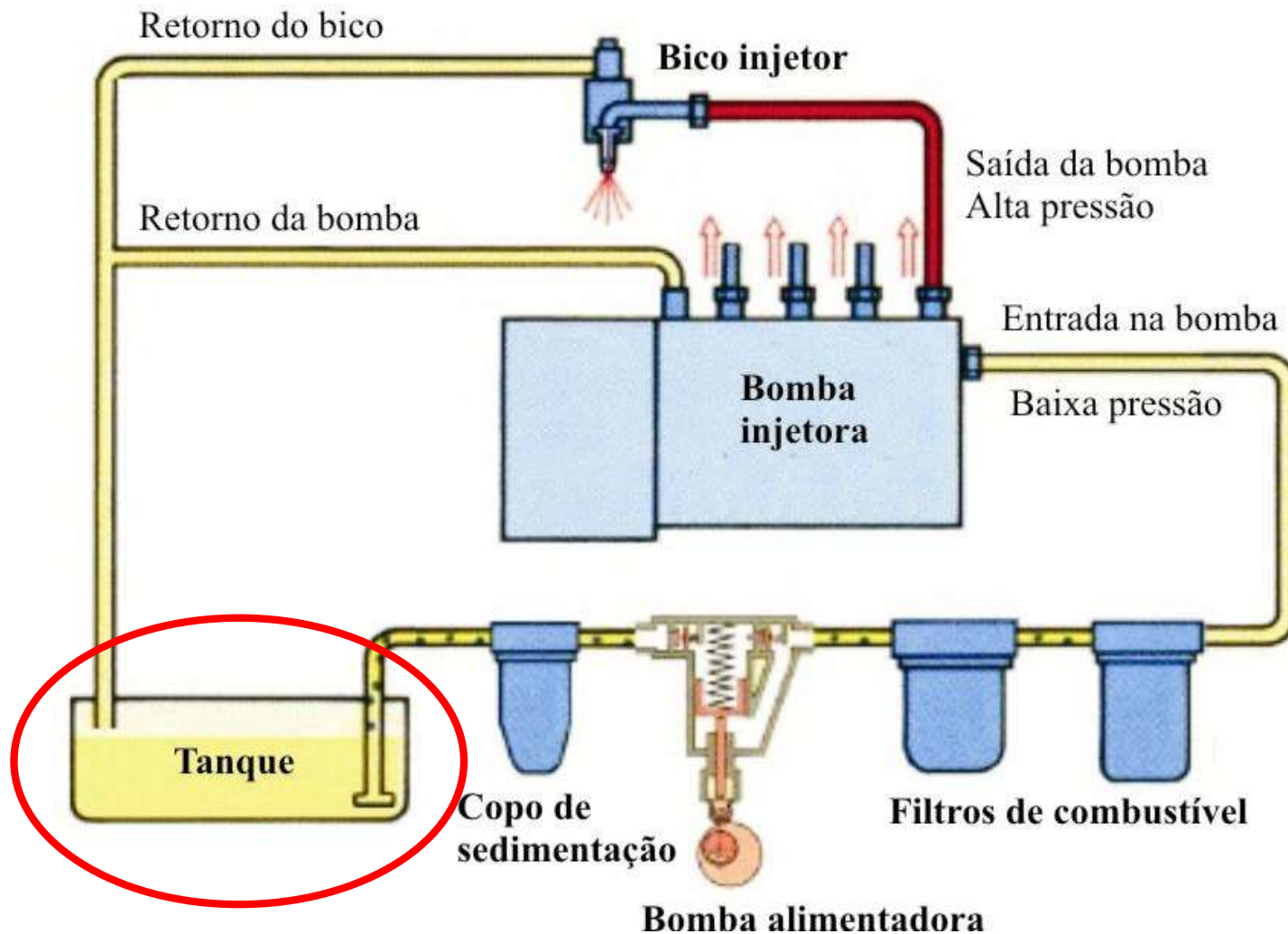
- Localizado entre a turbina e os cilindros;
- Contribui para aumentar a massa de ar do volume de admissão.



2. Sistema de alimentação

- Conjunto de mecanismos cujas funções são:
 - 1) suprir a quantidade correta de COMBUSTÍVEL e AR ao motor em função da rotação e carga aplicada.
 - 2) fazer com que o combustível seja colocado na câmara de combustão, atomizado.
 - 3) permitir injeção no momento exato do ciclo.
- Otto: injeção eletrônica ou carburador
- Diesel: bomba e bico injetor

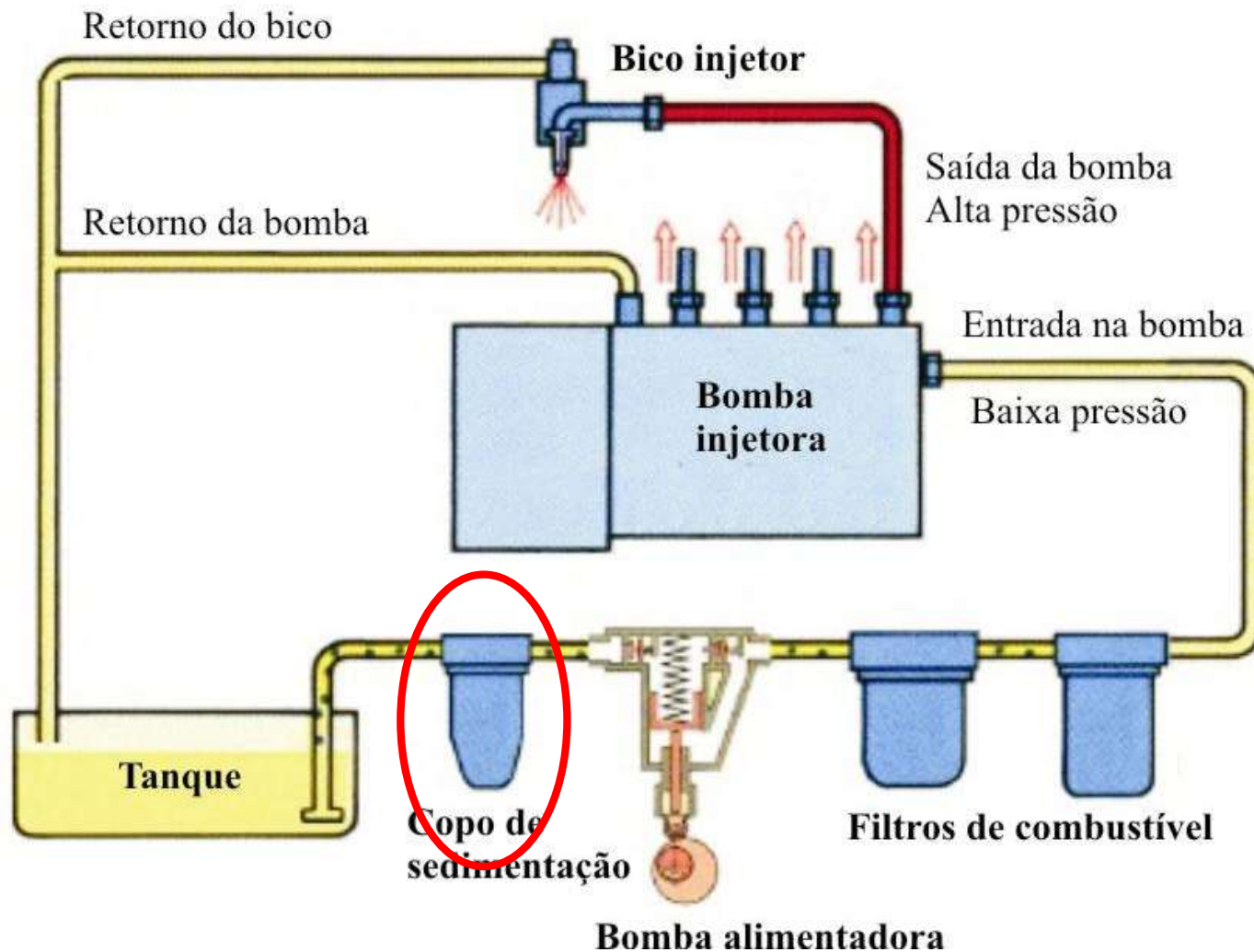
Componentes do sistema



Tanque de combustível

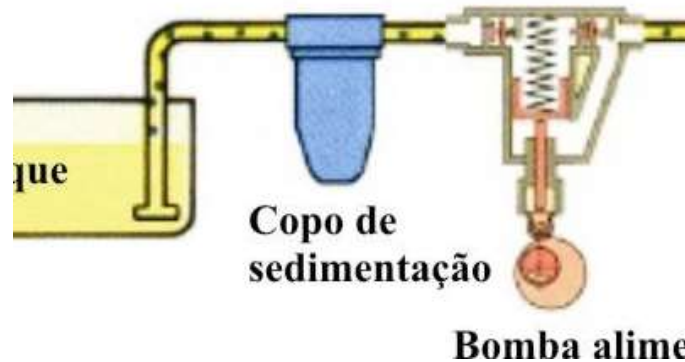
- O tanque de combustível é fabricado de polietileno de alta densidade;
- Deve apresentar capacidade suficiente para autonomia de uma jornada de trabalho;

Componentes do sistema

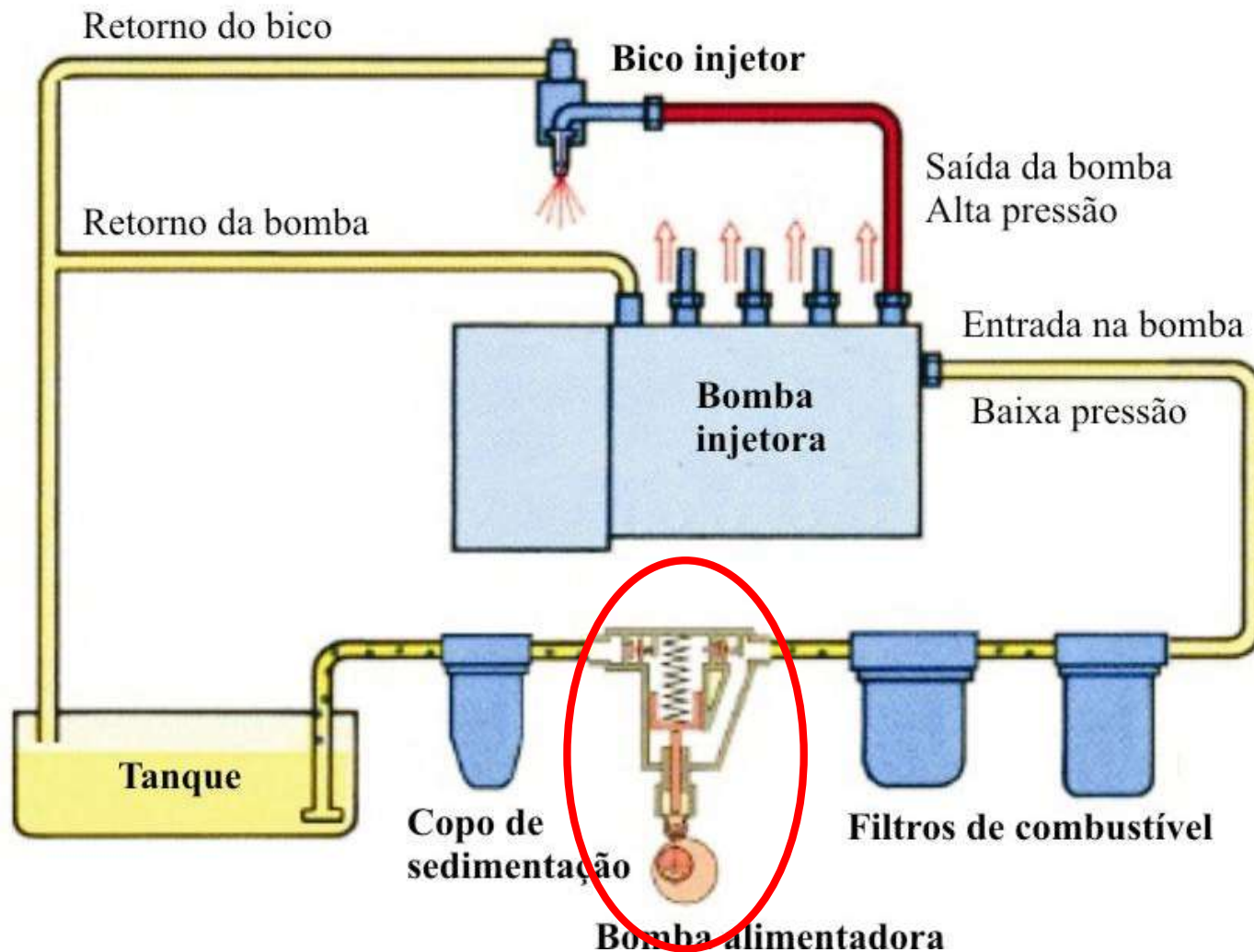


Copo de sedimentação

- Está localizado antes da bomba alimentadora;
- Decanta a água contida no combustível;
- Apresenta na parte inferior um parafuso para drenagem.



Componentes do sistema

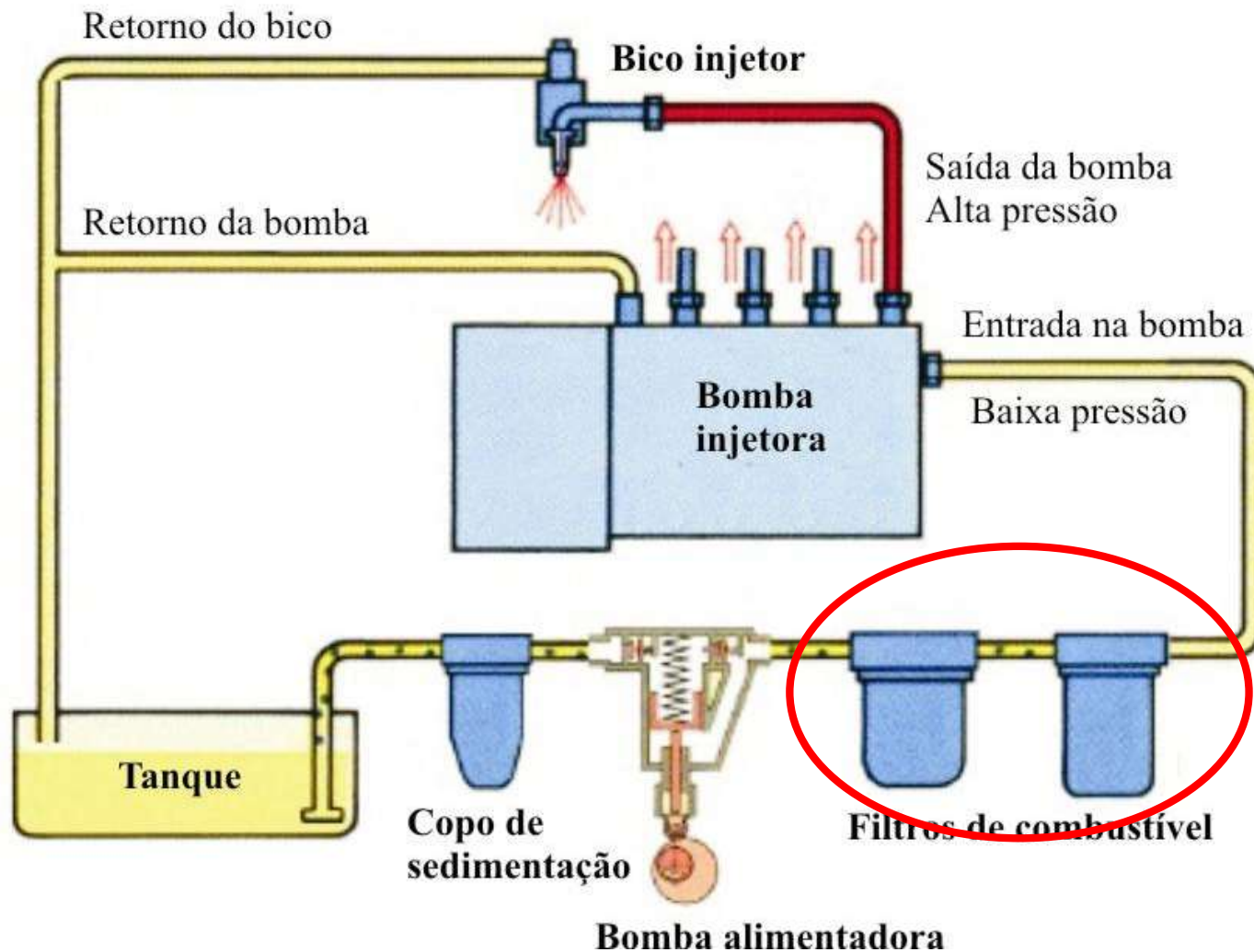


Bomba alimentadora

- Bomba alimentadora: baixa pressão – bombeamento do combustível do tanque até a bomba injetora



Componentes do sistema



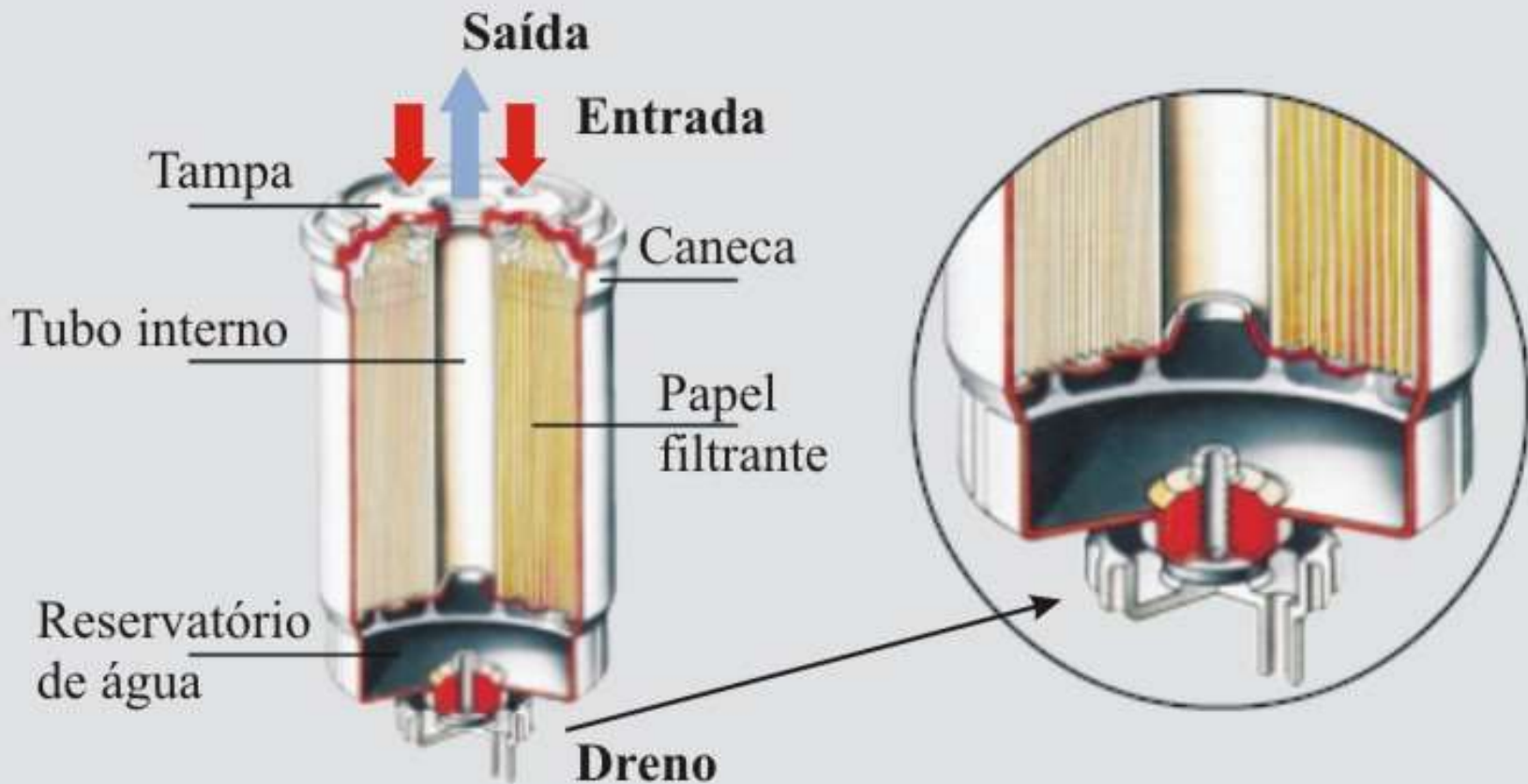
Filtro de combustível

- Evita que partículas contidas no combustível atinjam a bomba injetora



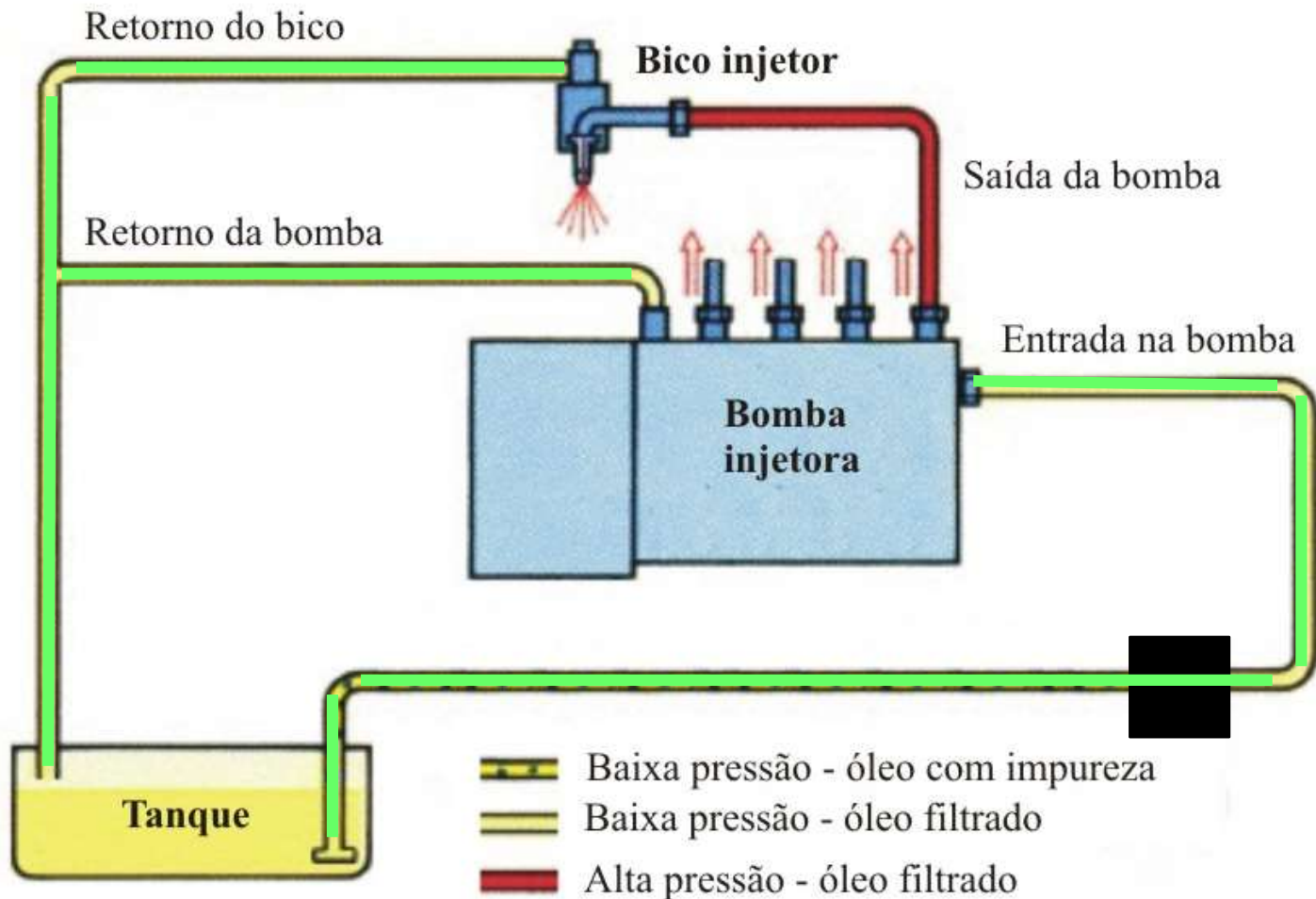
Filtro de combustível com sedimentador

- Filtra combustível e decanta água



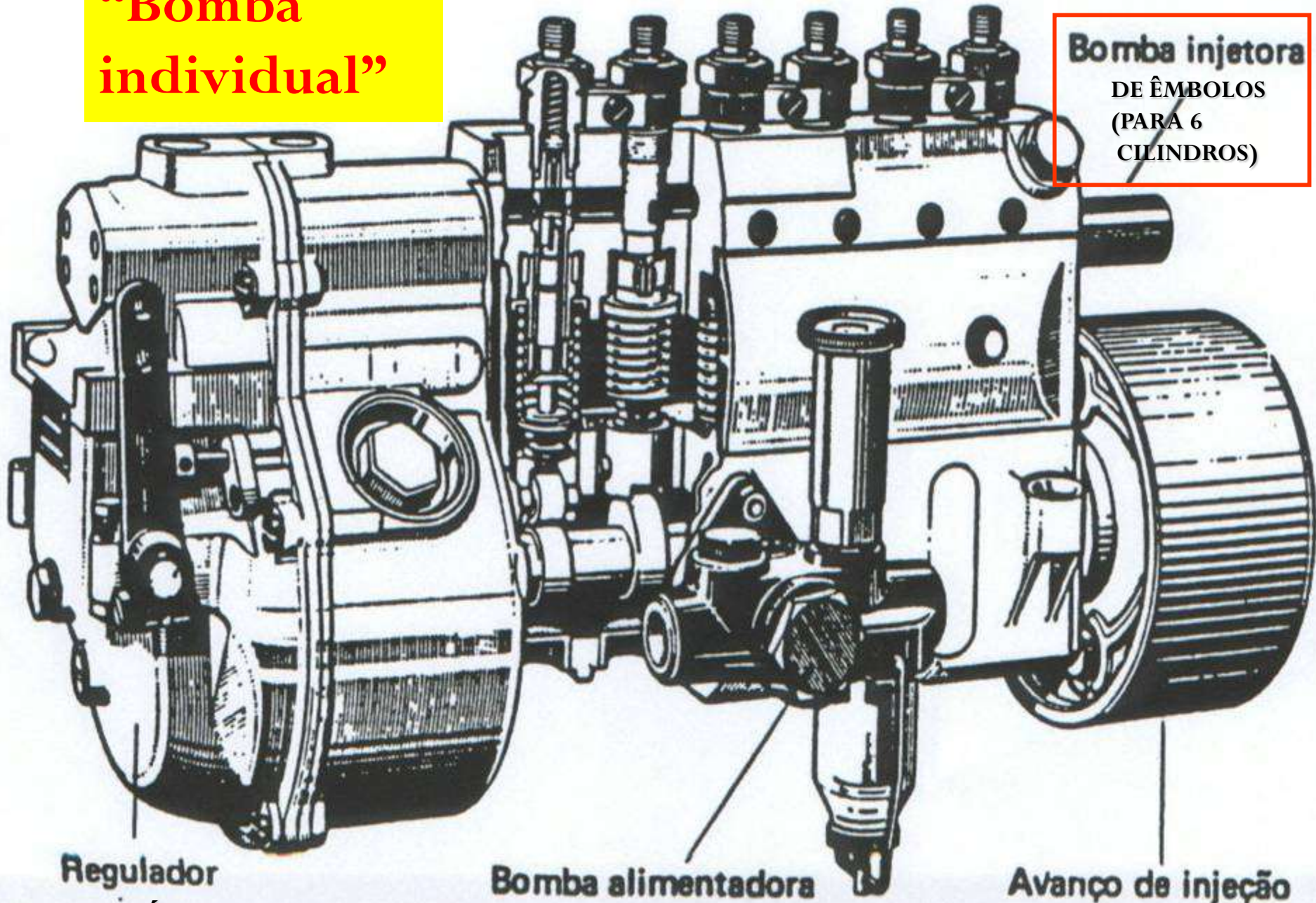
Tubulações

- Baixa pressão: entre o tanque e a bomba injetora
- Alta pressão: entre a bomba injetora e os bicos injetores



“Bomba individual”

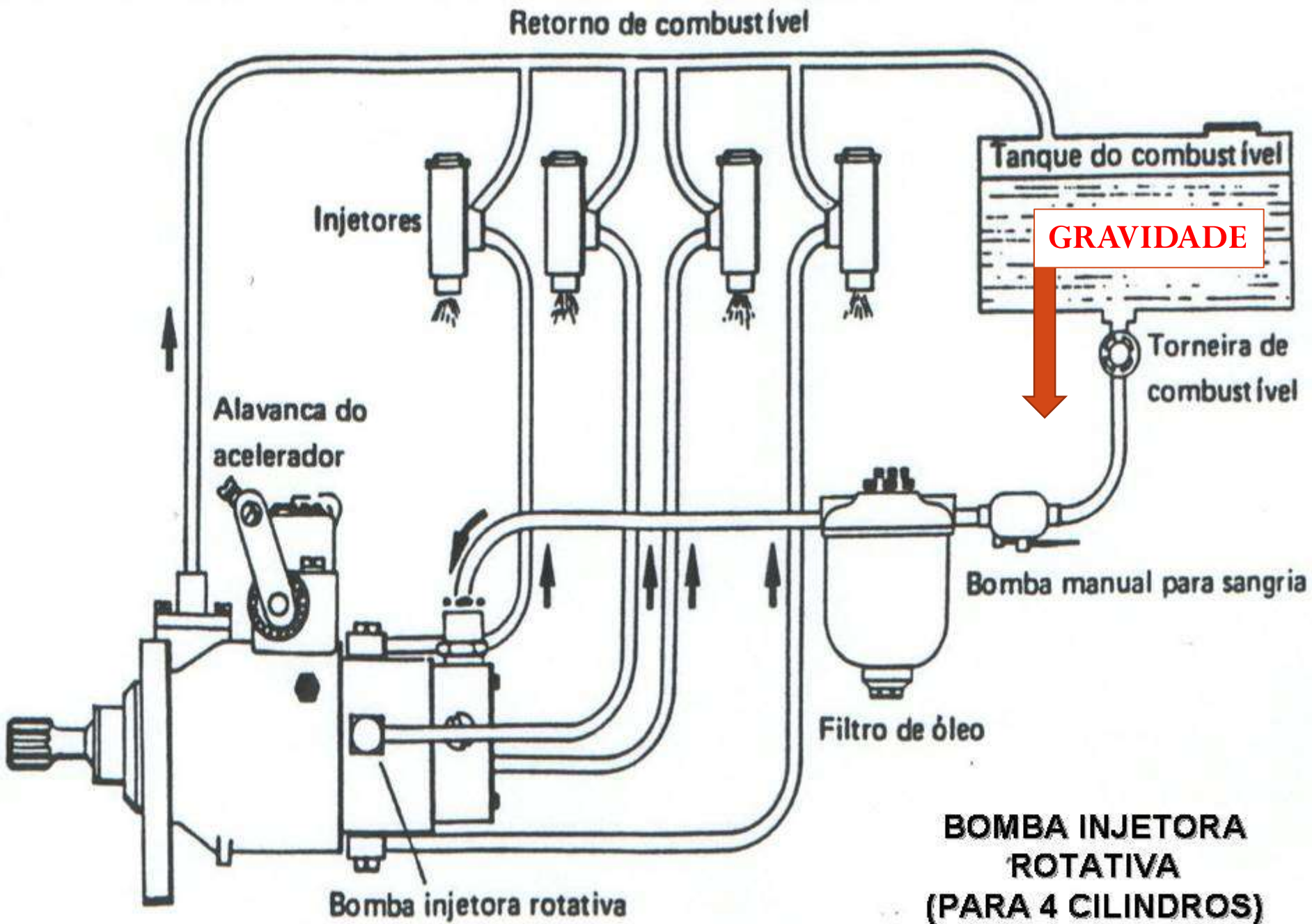
Bomba injetora
DE ÊMBOLOS
(PARA 6
CILINDROS)



Regulador
CENTRÍFUGO

Bomba alimentadora

Avanço de injeção



Sistema com alimentação por gravidade.

Bicos injetores

- Quando ocorre a pulverização do combustível na câmara a pressão é em torno de 1600 bar, ou seja, cerca de 1600 vezes o valor da pressão atmosférica
- Os motores diesel podem apresentar controle de injeção eletrônica



Sistema Eléctrico

Funções do sistema elétrico

- Diferente para ciclo Otto e Diesel;
- Tem como função auxiliar na partida dos motores;
- Controlar a iluminação do trator;
- Nos motores do ciclo Otto controla e produz centelha elétrica para combustão;
- Nos motores do ciclo Diesel não faz parte do processo de combustão.

Componentes básicos do sistema



Bateria



Alternador



Motor de partida

Sistema de Arrefecimento

4. Sistema de arrefecimento

- MCIE são máquinas que transformam uma parte do calor da combustão em trabalho mecânico, através de processos cíclicos (2 ou 4 tempos).
- 65-75% do calor total fornecido pelo combustível não é convertido em trabalho mecânico, sendo liberado por radiação direta, pelos gases de escape e pelo sistema de arrefecimento.

O calor rejeitado deve ser eliminado por um sistema de arrefecimento.

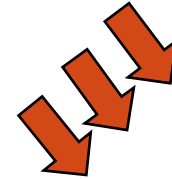
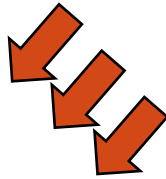
“Arrefecimento” é manter a temperatura em um patamar acima da ambiente, sob controle. (Ex.: Motores de veículos)

“Refrigeração” é manter a temperatura em um patamar abaixo da ambiente, sob controle. (Ex.: Refrigerador, ar condicionado etc)

**O CALOR NÃO TRANSFORMADO EM TRABALHO
MECÂNICO TEM QUE SER DISSIPADO!**



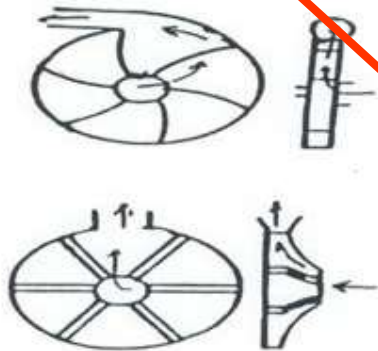
MEIOS ARREFECEDORES



OS MEIOS ARREFECEDORES DEFINEM OS TIPOS DE SISTEMAS

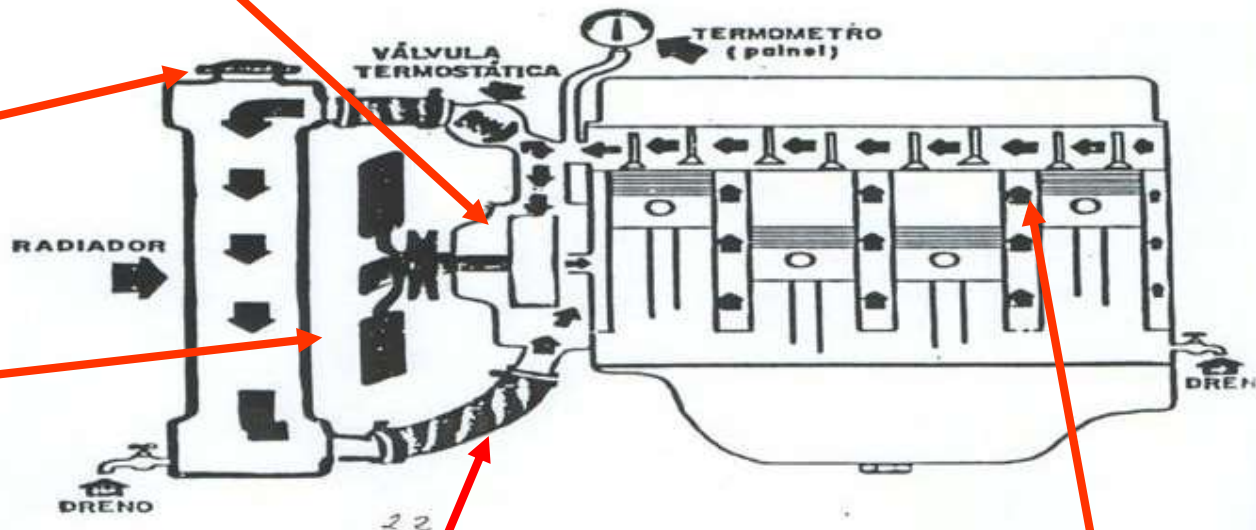
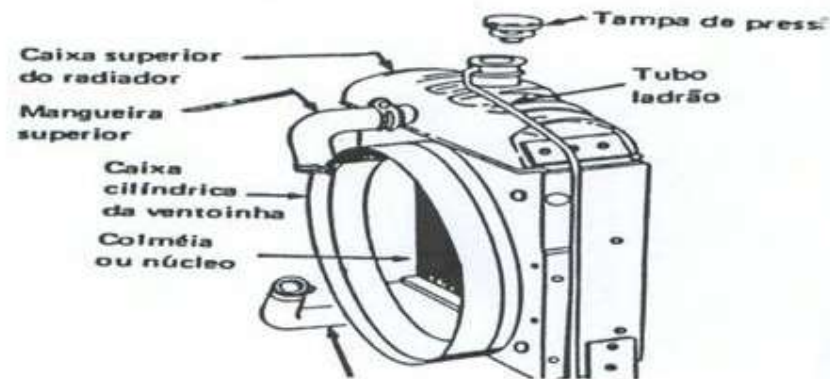
SISTEMA AR E ÁGUA FORÇADO (MAIS UTILIZADO EM VEÍCULOS)

Bomba D'água



Tampa Pressurizada

Ventoinha



Mangueiras

Galerias

**Tampa do
Radiador**

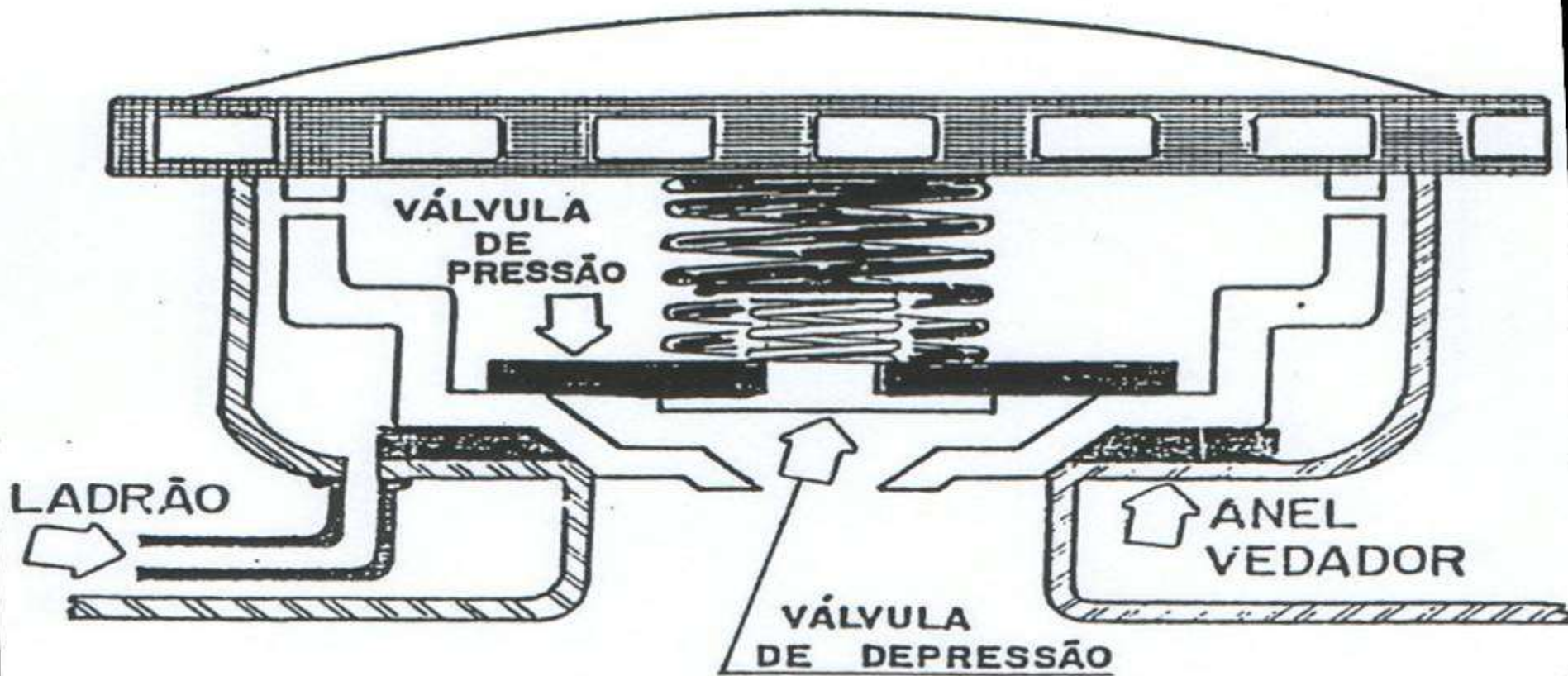


**FLUIDO VEM
DO MOTOR**

**FLUIDO VOLTA
PARA O MOTOR**

RADIADOR

TAMPA DO RADIADOR



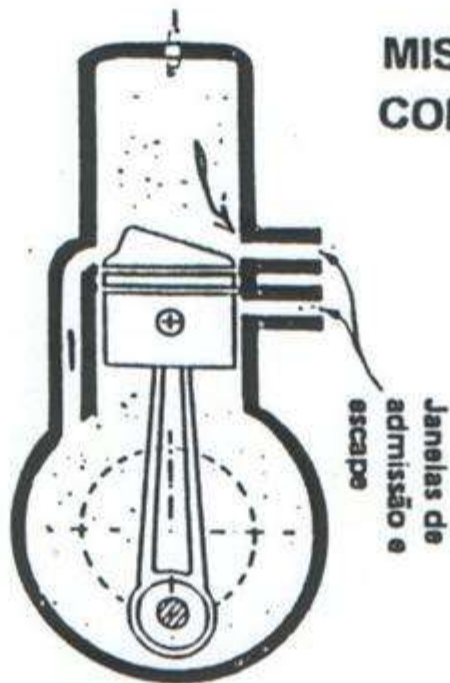
Sistema de Lubrificação

SISTEMAS DE LUBRIFICAÇÃO

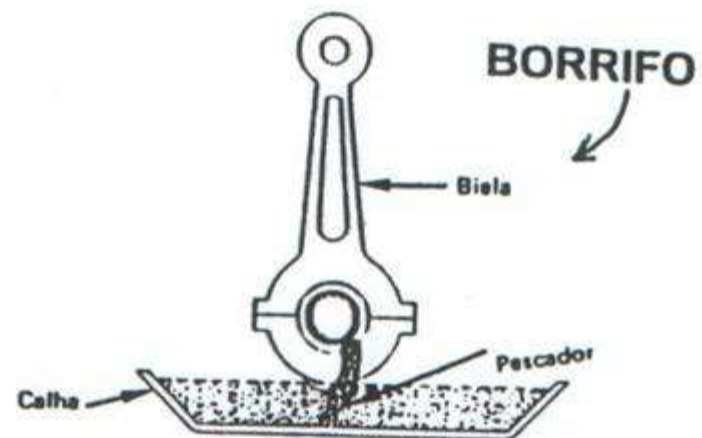
LUBRIFICANTE É O ELEMENTO QUE, COLOCADO ENTRE AS SUPERFÍCIES QUE SE ATRITAM, SATISFAZ OS OBJETIVOS DA LUBRIFICAÇÃO.

OBJETIVOS DA LUBRIFICAÇÃO



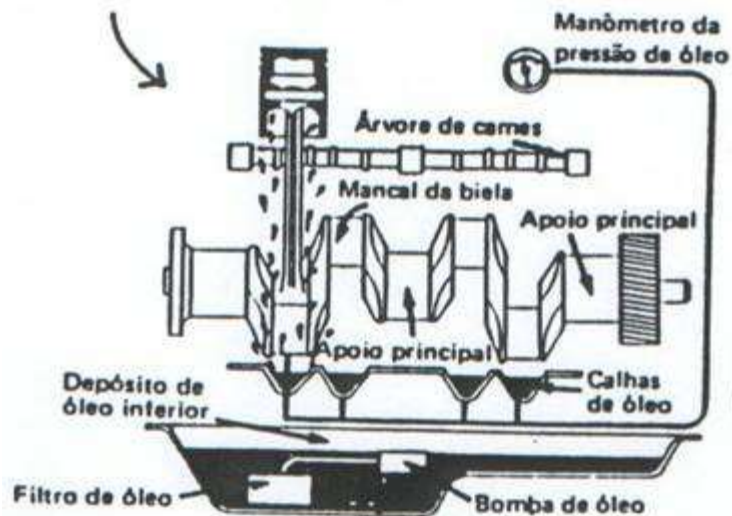


**MISTURA COM
COMBUSTÍVEL**

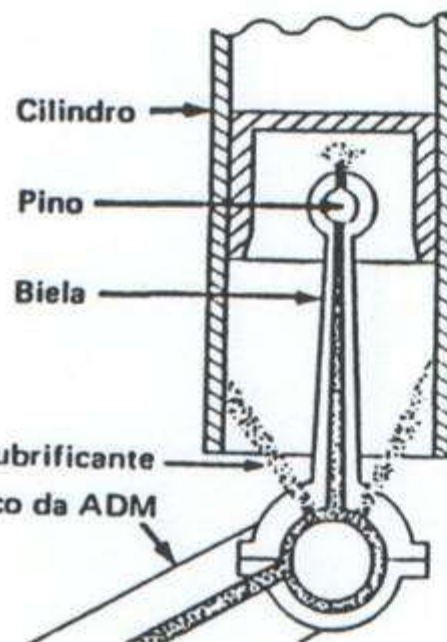


lubrificação por borrafo

CIRCULAÇÃO E BORRIFO



lubrificação por circulação de borrafo



Filtro em série do tipo com elemento de papel poroso

Válvula de desvio

Manômetro

Filtro auxiliar com elemento de algodão

Válvula reguladora de pressão

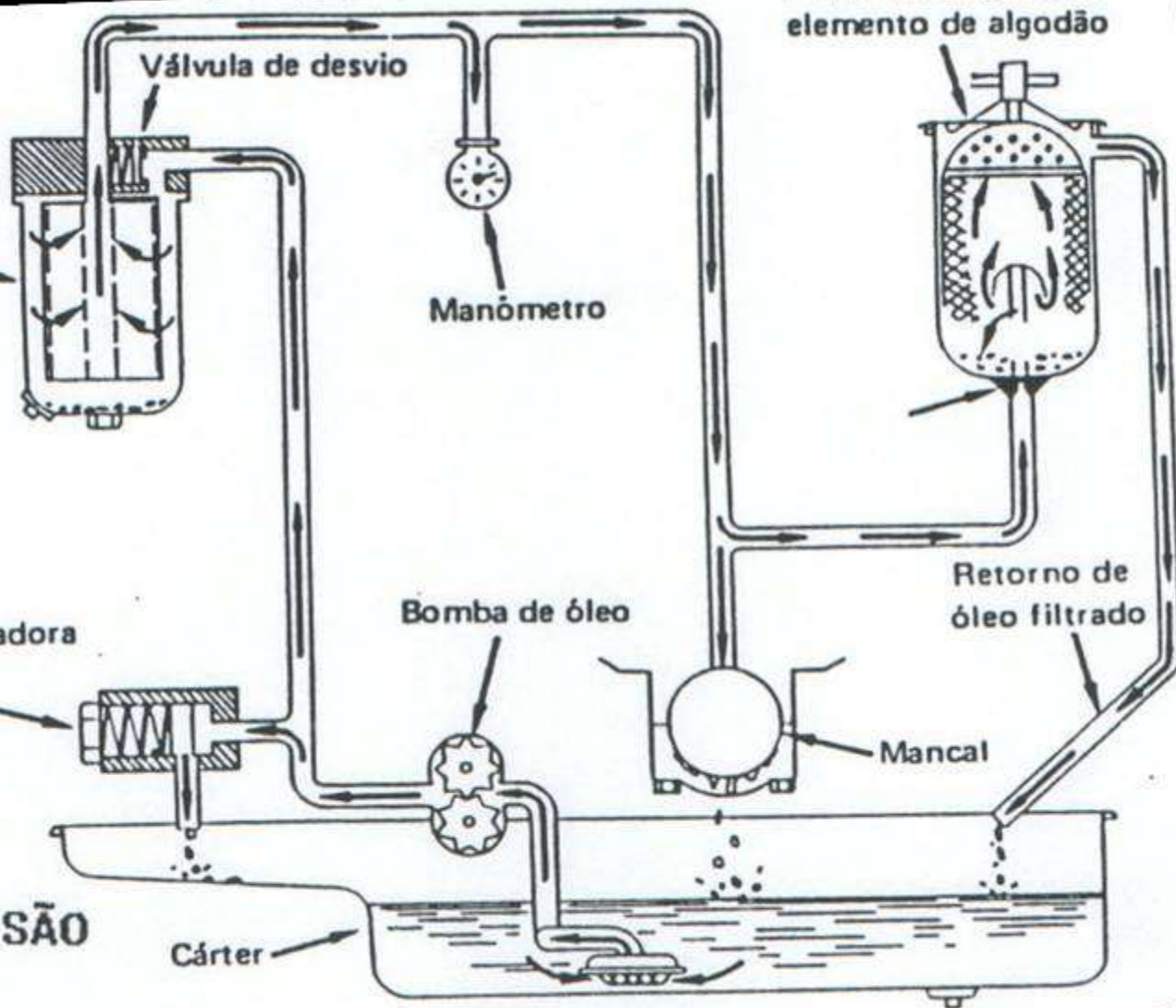
Bomba de óleo

Mancal

Retorno de óleo filtrado

Cárter

CIRCULAÇÃO SOB PRESSÃO



Classificação dos Lubrificantes

QUANTO A ORIGEM:

- VEGETAL: RÍCINO, GIRASSOL (SÃO ÁCIDOS E RESINOSOS)

- ANIMAL: PEIXE, FOCA, BALEIA

-MINERAL:

SÓLIDOS: (IPb, MICA, TALCO, GRAFITE)

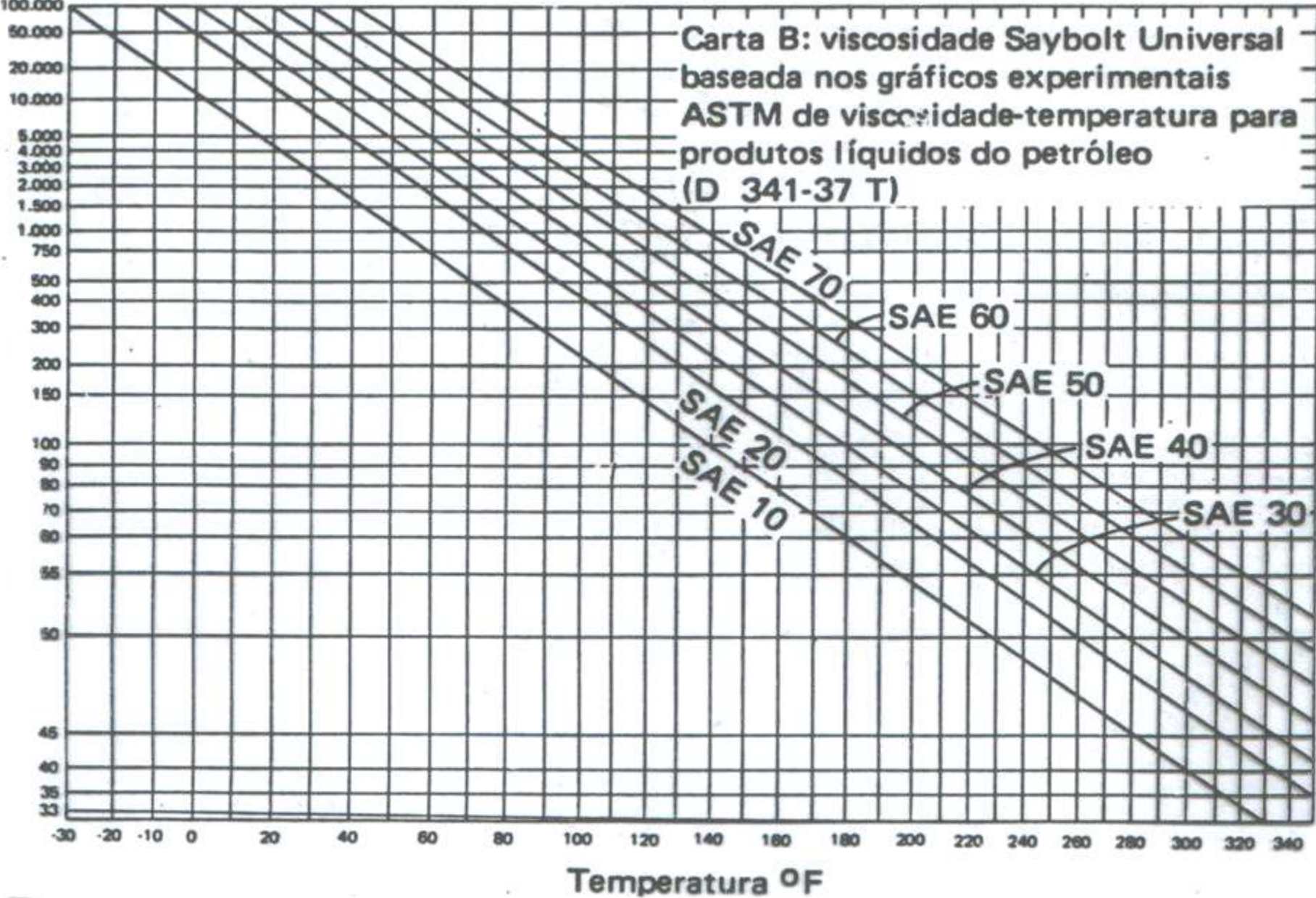
LÍQUIDOS: DERIVADOS DE PETRÓLEO

PASTOSOS: GRAXAS (80-90% ÓLEO MINERAL + SÓLIDOS)

Principais Características dos Lubrificantes Minerais

- **VISCOSIDADE:** medida de resistência oferecida por um líquido ao escoamento – **Classificação SAE**
- **ADITIVOS:** Compostos que melhoram ou conferem novas características aos lubrificantes – antioxidantes, anticorrosivos, antiespumantes, detergentes, etc. – **Classificação API**

Viscosidade, segundos Saybolt Universal



CLASSIFICAÇÃO SAE

Quanto aos Aditivos - API

Classificação de Desempenho API: Álcool, Gasolina e GNV

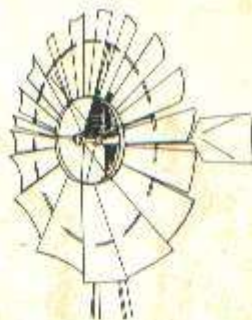
CICLOOTTO	Categoria	Descrição dos óleos
	API-SA	Óleo mineral puro sem aditivação.
	API-SB	Lubrificante para motores a gasolina – serviços leves (antioxidante e antidesgaste)
	API-SC	Veículos 1964-1967 possui aditivo contra desgaste e oxidação
	API-SD	1968-1971 contém aditivos em maior grau que o anterior
	API-SE	1972-1979 – inibidor de oxidação a alta temperatura
	API-SF	1980 em diante aditivo contra a borra, ferrugem e desgaste
	API-SG	1982-1992 idêntico ao SF com maior proteção a formação dos depósitos
	API-SH	1993-1996 idêntico ao SG e SF porém c/ melhorias na aditivação
	API-SJ	A partir de 1997 idêntico ao SH,SG e SF porém c/ maior proteção contra desgaste e oxidação
	API-SL	2001 em diante maior proteção que a categoria anterior
	API-SM	2004 em diante, para todos os motores atuais – maior resistência a oxidação, melhor proteção contra formação de borra e melhor desempenho com o motor frio.

Quanto aos Aditivos - API

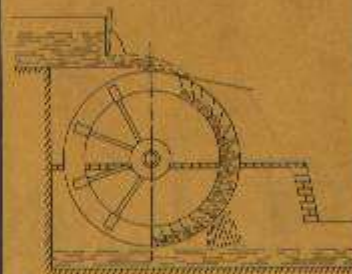
Classificação de Desempenho API : Motores Diesel		
Categoria		Descrição dos óleos
CICLODIESEL	API-CA	Serviço Leve – motores diesel usando combustíveis c/ baixo teor de enxofre (1940-1950)
	API-CB	Destinado a motores a diesel naturalmente aspirados admitindo diesel com alto teor de enxofre (1961)
	API-CC	Serviços moderados e severos, já oferecendo proteção contra desgaste, ferrugem e corrosão (1964)
	API-CD	Possui aditivação para performance em motores diesel moderadamente super alimentados (1955)
	API-CF	Serviço pesado – forte proteção contra depósitos, corrosão e desgaste. Recomendado para motores que operem com diesel com elevado teor de enxofre (a partir de 1991)
	API-CG	Serviço severo – óleo para motores de aspiração natural e turbo alimentados de alta pressão e baixa emissão de poluentes.
	API-CH	Idêntico ao CG, porem com maior proteção contra desgaste e oxidação.
	API-CI	Superior as categorias anteriores proporciona maior proteção para os motores atuais, diminuindo o desgaste, a corrosão e baixa emissão de gases poluentes.

**VEJA
TUDO ISSO
FUNCIONANDO**

**MÁQUINAS
MOTORAS NA
AGRICULTURA**

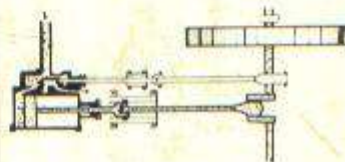


Volume 1



Luiz Geraldo Mialhe

E.P.U.
EDUSP



**289 PÁGINAS
1980
EDUSP**