



Mecanização Agrícola

1º VOLUME · MOTORES E TRACTORES



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Social Europeu



Ministério da
Agricultura,
do Desenvolvimento
Rural e das Pescas

DGADR
Direção-Geral
de Agricultura e
Desenvolvimento Rural

TÍTULO

MANUAL DE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA
1º VOLUME · MOTORES E TRACTORES

AUTORES

Eng.º Téc.º Agrário Carvalho, Rui Fernando de
Ag.º Téc.º Agrícola Saruga, Filipe José Buinho

COORDENAÇÃO

Eng.º Alves, Carlos

AVALIADOR EXTERNO

Professor Doutor Albuquerque, José Carlos Dargent

TRATAMENTO DE TEXTO

Dr. Ribeiro, Diamantino

EDITOR

Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural
Avenida Afonso Costa, 3 · 1949-002 Lisboa
Tel.: 218 442 200 · Fax: 218 442 202

DESIGN E PRODUÇÃO

Ideias Virtuais
E-mail: ideiasvirtuais@ideiasvirtuais.pt

FOTO DA CAPA

Jorge Barros

ISBN

978-972-8649-70-8

DEPÓSITO LEGAL

273457/08

DATA

Dezembro de 2007

Publicação co-financiada pelo Fundo Social Europeu

Este volume é parte integrante do “Manual de Mecanização Agrícola” editado em três partes:

- 1º VOLUME · MOTORES E TRACTORES
- 2º VOLUME · MÁQUINAS AGRÍCOLAS
- 3º VOLUME · MANUAL DO FORMADOR

A agricultura portuguesa tem vindo, nos últimos anos, a ser sujeita a importantes alterações em consequência dos efeitos da globalização, liberalização dos mercados e regulamentação comunitária. Com efeito, o acréscimo de competitividade económica é condição indispensável para a sua viabilidade e manutenção.

O resultado final dos processos produtivos depende, em grande parte, de uma adequada mecanização já que esta requer investimentos elevados em equipamentos cuja evolução tecnológica tem sido notável.

Por outro lado, a necessidade de adoptar práticas agrícolas conducentes à conservação da natureza e preservação do ambiente exigem conhecimentos sólidos e aprofundados para a selecção dos equipamentos mais adequados e para a sua utilização nas condições que assegurem estes objectivos.

A complexidade tecnológica dos equipamentos agrícolas actualmente disponíveis requer que os seus operadores e utilizadores tenham uma boa preparação sob o ponto de vista da sua utilização, manutenção e conservação.

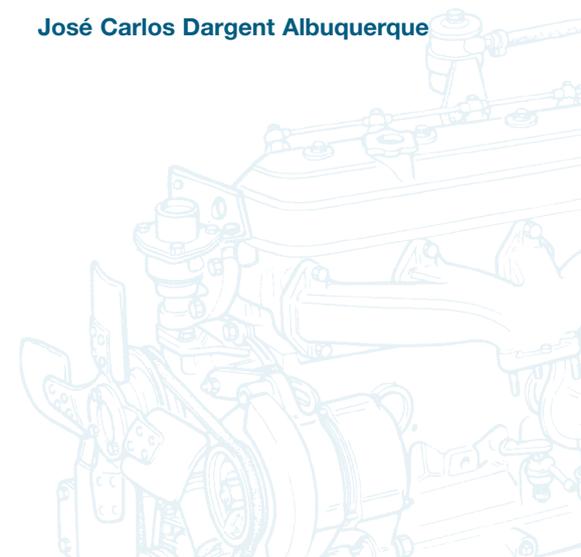
A deficiente formação profissional dos agricultores no domínio da mecanização, a par da assinalável renovação do parque de máquinas existente e da enorme evolução tecnológica ocorrida, torna indispensável adequados investimentos na preparação de operadores de máquinas agrícolas de modo a que estes disponham dos conhecimentos específicos necessários para a obtenção dum elevado rendimento na utilização das máquinas agrícolas.

Para que estes objectivos possam ser atingidos torna-se necessário dispor de meios técnico-pedagógicos credíveis e actualizados na área da mecanização agrária. Os manuais existentes, para formadores e formandos, encontram-se desactualizados devido à enorme

evolução tecnológica das máquinas e equipamentos ocorrida após a sua publicação.

A cuidadosa revisão e actualização dos manuais de mecanização agrícola, elaborada pelos seus autores Engº Técnico Agrário Rui de Carvalho e Agente Técnico Agrícola Filipe Saruga, vem suprir a lacuna existente da falta de bibliografia fundamental para a preparação de coordenadores e formadores. A elevada qualidade destes manuais, para a qual concorreu a vasta experiência, a profundidade de conhecimentos técnicos e práticos e o espírito de actualização dos seus autores, vem certamente dar uma valiosa contribuição para a melhor e mais adequada qualificação profissional dos operadores de máquinas agrícolas.

José Carlos Dargent Albuquerque





A revisão e actualização que agora se apresenta, aparece após a necessidade sentida por parte de muitos formadores e formandos envolvidos na área da mecanização, bem como de vários professores e alunos das Escolas Profissionais Agrícolas, para quem, em 1988, executámos os primeiros textos; com base neles e alguma colaboração dos monitores do Centro Nacional de Formação Técnica do Gil Vaz (CNFTGV), fizemos modificações e aperfeiçoamentos que terminaram, em 1990/91, com umas notas técnicas dactilografadas, que iam sendo sucessivamente fotocopiadas.

Em 1994 o ex. Instituto de Estruturas Agrárias e Desenvolvimento Rural (IEADR), editou as referidas notas técnicas.

As numerosas e consideráveis inovações tecnológicas entretanto ocorridas, a par do desenvolvimento curricular dos cursos da área da mecanização agrícola, regulamentada no âmbito do MADRP, tornaram imprescindível disponibilizar recursos técnico-pedagógicos que contemplassem tais aspectos, estando assim reunidas condições para o processo de revisão e actualização empreendido.

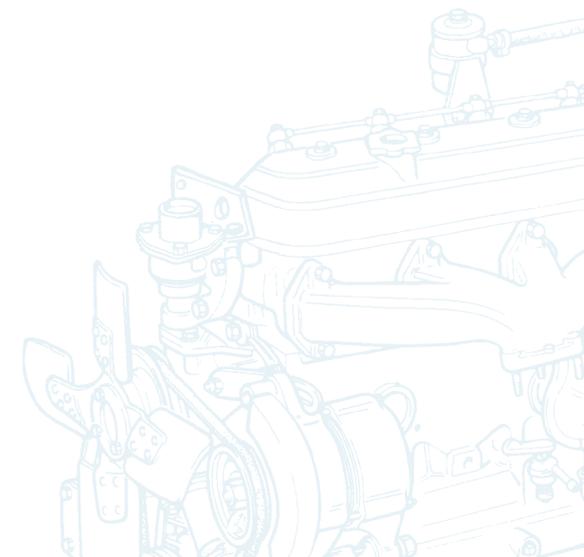
Procuramos ilustrar bastante, para que a imagem possa, tanto quanto possível, facilitar o acompanhamento da escrita e o que segue é apenas o que consideramos essencial para a população a que se destina.

Para além da bibliografia original e outras, recorremos à Internet e também a firmas comerciais, das quais não citamos nomes, cujo auxílio foi fundamental e a quem deixamos bem expresso o nosso **muito obrigado**.

Rui Fernando de Carvalho
Eng.º. Técnico Agrário

Filipe José Buinho Saruga
Agente Técnico Agrícola

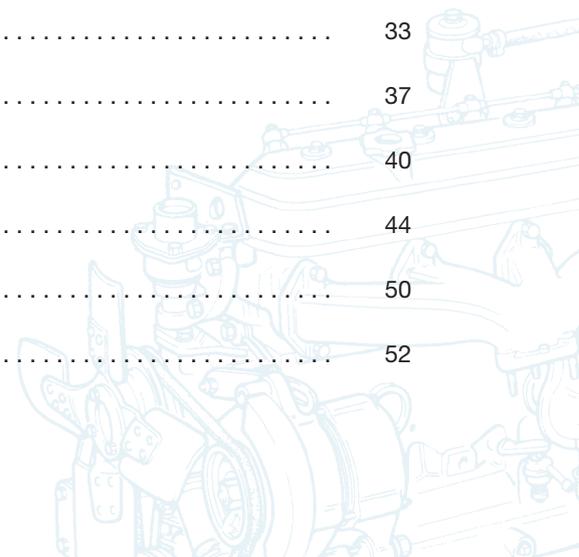
Outubro de 2006







NOTA DE ABERTURA	3
NOTA PRÉVIA DOS AUTORES	5
ÍNDICE GERAL	7
INTRODUÇÃO	13
FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DO MANUAL	15
GUIA DE UTILIZAÇÃO	19
NOTAS TÉCNICAS	
Nº 1 - HIGIENE E SEGURANÇA	22
Nº 2 - MOTORES - SUAS DEFINIÇÕES	29
Nº 3 - DADOS NOMINAIS DOS MOTORES	30
Nº 4 - O MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA A 4 TEMPOS	33
Nº 5 - CICLO DE FUNCIONAMENTO DE UM MOTOR DIESEL A 4 TEMPOS	37
Nº 6 - SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO	40
Nº 7 - ALIMENTAÇÃO DE AR	44
Nº 8 - SISTEMA DE ESCAPE	50
Nº 9 - SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO - COMBUSTÍVEL	52

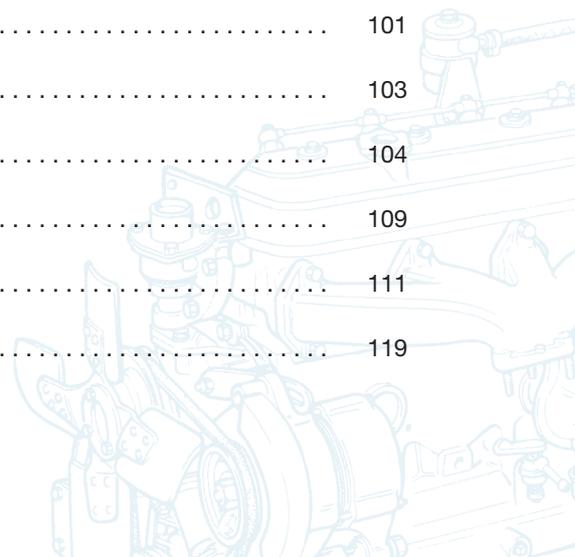




Nº 9.1 - Armazenamento de combustível	53
Nº 9.2 - Depósito de combustível	55
Nº 9.3 - Copo de decantação	57
Nº 9.4 - Bomba de alimentação	58
Nº 9.5 - Filtro de combustível	60
Nº 9.6 - Tubos condutores	62
Nº 9.7 - Bomba de injeção	63
Nº 9.8 - Injectores	66
Nº 9.9 - Câmaras de combustão e sistemas de injeção	70
Nº 9.10 - Arranque a frio	72
Nº 9.11 - Purga de ar do sistema de alimentação	74
Nº 10 - SISTEMAS DE ARREFECIMENTO	75
Nº 10.1 - Arrefecimento por líquido	76
Nº 10.1.1 - Radiador	77
Nº 10.1.2 - Tampão	79
Nº 10.1.3 - Ventoinha	81
Nº 10.1.4 - Bomba de água	83
Nº 10.1.5 - Termóstato	84



Nº 10.1.6 - Tubos de ligação	86
Nº 10.1.7 - Camisas de água	87
Nº 10.1.8 - Líquido de arrefecimento	88
Nº 10.2 - Arrefecimento por ar	90
Nº 11 - LUBRIFICAÇÃO	92
Nº 11.1 - Lubrificação por chapinhagem	93
Nº 11.2 - Lubrificação Mista	94
Nº 11.3 - Lubrificação sob pressão	95
Nº 11.3.1 - Bomba de óleo	96
Nº 11.3.2 - Filtro de óleo	97
Nº 11.3.3 - Válvula de descarga	99
Nº 11.3.4 - Radiador de óleo	100
Nº 11.3.5 - Indicador de pressão	101
Nº 12 - MUDANÇA DE ÓLEO	103
Nº 13 - MOTOR DE 2 TEMPOS	104
Nº 14 - MOTOR DE 4 TEMPOS LUBRIFICADO POR MISTURA	109
Nº 15 - LUBRIFICANTES	111
Nº 16 - TRANSMISSÃO	119

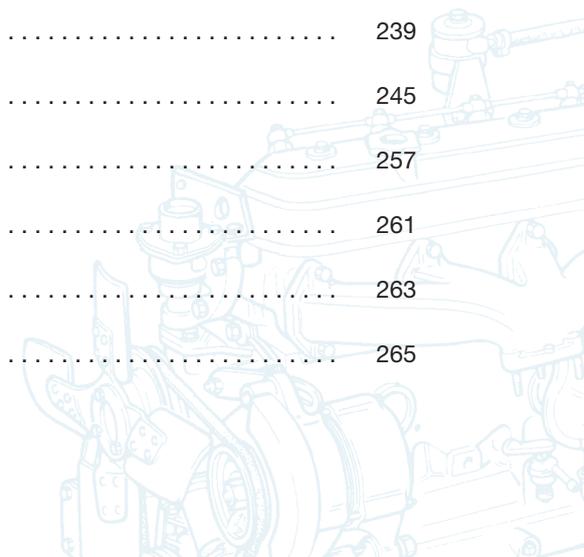




Nº 16.1 - Embraiagem	121
Nº 16.2 - Caixa de velocidades	128
Nº 16.3 - Diferencial	140
Nº 16.4 - Redutor final	145
Nº 17 - TOMADA DE FORÇA	147
Nº 18 - VEIOS TELESCÓPICOS DE CARDANS	151
Nº 19 - DIRECÇÃO	155
Nº 19.1 - Eixo dianteiro	160
Nº 20 - RODAS	163
Nº 20.1 - O pneu - tipos e constituição	166
Nº 20.1.1 - Referências dos pneus	169
Nº 20.1.2 - Superfícies de rolamento e perfis	171
Nº 20.1.3 - Índices de velocidade e de carga	173
Nº 20.1.4 - Desgastes e danificações	176
Nº 20.2 - Lastragem	178
Nº 21 - TRAVÕES - COMANDO DE ACCIONAMENTO E ÓRGÃOS DE TRAVAGEM	181
Nº 21.1 - Órgãos auxiliares	187



Nº 22 - SISTEMA HIDRÁULICO	190
Nº 22.1 - Ligação tractor-alfaias	205
Nº 22.2 - Engate de três pontos	207
Nº 23 - SISTEMA ELÉCTRICO	213
Nº 23.1 - Sistema de iluminação e sinalização	223
Nº 23.2 - Motor de arranque	224
Nº 23.3 - Disjuntor e regulador	225
Nº 23.4 - Dínamo e alternador	227
Nº 23.5 - Bateria	230
Nº 24 - PAINEL DE INSTRUMENTOS	235
Nº 25 - ESTRUTURAS DE SEGURANÇA	239
EXERCÍCIOS DE CONSOLIDAÇÃO/AVALIAÇÃO	245
SOLUÇÕES DOS EXERCÍCIOS	257
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	261
ANEXOS	263
ÍNDICE ALFABÉTICO DAS NOTAS TÉCNICAS	265





O presente manual destina-se a ser utilizado em contexto formativo, nas seguintes vertentes:

- Curso de operadores de máquinas agrícolas / formação de qualificação inicial, regulamentado pela Portaria n° 1216/2000 de 28 de Dezembro;
- Curso de operadores de máquinas agrícolas / formação contínua, regulamentado pelo Despacho n° 18692/98 - 2ª série de 28 de Outubro;
- Itinerários de formação no âmbito do sector agrícola (Mecanização agrícola 1 e 2), contemplados nas normas regulamentares de aprendizagem / Portaria n° 252/2005 de 14 de Março.

Face às suas características destina-se, igualmente, a ser utilizado em ações de formação de carácter mais especializado e específico na área da mecanização e ainda no contexto do ensino profissional agrícola.

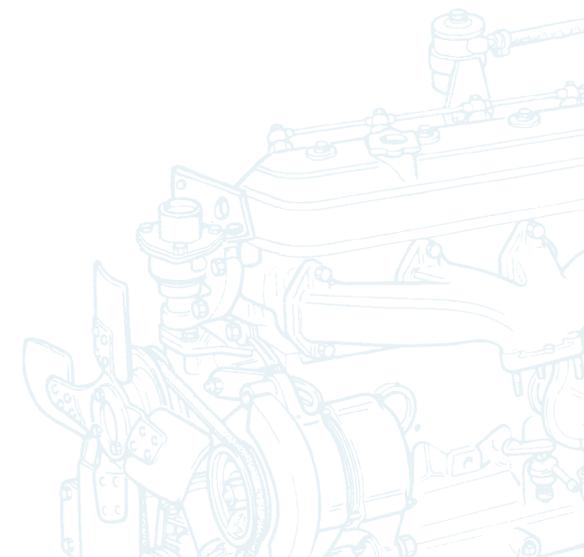
O manual, encontra-se estruturado nas seguintes componentes:

- Uma **Ficha técnica de caracterização**, que enquadra o seu contexto de utilização, nomeadamente em termos de destinatários, área de formação e saídas profissionais, nível e componente de formação, módulos de formação abrangidos, respectivos conteúdos e duração e conjunto de competências a adquirir pelos formandos nos diferentes domínios, associadas a esses mesmos conteúdos;
- Um **guião de utilização**, no qual são correlacionados módulos, objectivos e conteúdos programáticos definidos no programa do curso de operadores de máquinas agrícolas com as notas técnicas e os exercícios de consolidação/avaliação que integram o manual;
- Um conjunto de **notas técnicas** numeradas sequencialmente ao longo das quais são desenvolvidos os vários conteúdos;

- Um conjunto de **exercícios de consolidação/avaliação** e as respectivas soluções.

No que respeita ao programa do curso de operadores de máquinas agrícolas, os conteúdos do módulo IV- Código da Estrada, deverão ser desenvolvidos com base nos manuais actualizados de ensino do Código da Estrada que são utilizados no Programa de Formação para o exame de condução, de acordo com as unidades temáticas da Portaria n° 520/98 de 14 de Agosto e o código da estrada utilizado nas escolas de condução.

No que respeita ao módulo V – Condução com reboque, deverá atender-se ao legislado nas Portarias n° 520/98 de 14 de Agosto e n° 528/2000 de 28 de Julho, relativamente a tractores e máquinas agrícolas.







Título: Manual Técnico do formando de Mecanização Agrícola - Tractores

Destinatários: Formandos que frequentem cursos de formação inicial ou continua de Operador de Máquinas Agrícolas, ou que frequentem outros cursos em que está inserida formação equiparada à de Operador de Máquinas Agrícolas

Área de Formação Profissional: Produção Agrícola e Animal (área 621 do CNAEF)

Cursos/saídas profissionais: Operador/a de máquinas agrícolas

Nível de formação: Nível 2

Componente de formação: Científico-tecnológica e prática simulada

Unidades/Módulos de Formação: I - Noções de Agricultura Aplicada à Mecanização Agrícola; II – Segurança, Higiene e Saúde na Utilização de Máquinas e Equipamentos Agrícolas; III – Tractor agrícola/Motocultivador, Mecânica e Manutenção; IV – Engate e regulação de alfaia

Conteúdos e duração dos módulos		
Módulos	Conteúdos	Duração (horas)
I - Noções de Agricultura Aplicada à Mecanização Agrícola	1 - Noções gerais de solos e operações culturais. 2 - Fertilidade do solo. 3 - Trabalho mecanizado consoante o tipo e as condições de solos. 4 - Produtos químicos.	12
II - Segurança, Higiene e Saúde na Utilização de Máquinas e Equipamentos Agrícolas	1 - Efeitos da mecanização no meio ambiente. 2 - Regras de segurança, higiene e saúde na utilização das máquinas e equipamentos agrícolas.	15

Módulos	Classificação Conteúdos	Duração (horas)
III - Tractor agrícola/Motocultivador, Mecânica e Manutenção	1 - O tractor agrícola. 2 - Motocultivador - Motoenchada - Motogadanheira 3 - Funcionamento do motor. 4 - Sistema de admissão de ar. 5 - Sistema de combustível. 6 - Sistema de arrefecimento. 7 - Sistema de lubrificação. 8 - Sistema eléctrico. 9 - Transmissão. 10 - Tdf. 11 - Travões. 12 - Órgãos de locomoção. 13 - Sistema hidráulico. 14 - Lubrificação. 15 - Painel de instrumentos. 16 - A electrónica nos tractores e máquinas agrícolas. 17 - Manual de instruções.	72
IV - Engate e regulação de alfaías	1 - Componentes exteriores do sistema hidráulico. 2 - Veios telescópicos de cardans.	12

**Competências a adquirir pelos formandos****Domínio cognitivo**

- 1 - Normas de segurança, higiene e saúde aplicáveis à mecanização agrícola.
- 2 - Condução de tractores e máquinas agrícolas
- 3 - Normas legais de circulação rodoviária (Código da Estrada).
- 4 - Noções de regulamentação relativas à mecanização agrícola.
- 5 - Noções de mecânica de tractores e máquinas agrícolas motoras, sistemas e órgãos acessórios.

Competências a adquirir pelos formandos**Domínio Psico-motor**

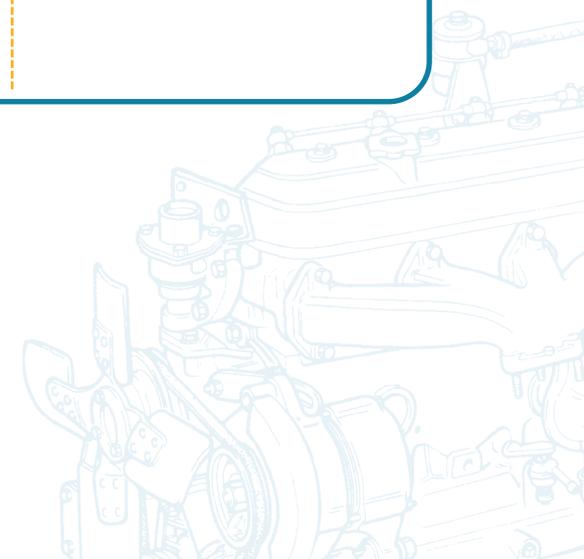
- 1 - Utilizar as técnicas de condução de tractores com e sem reboque e de máquinas agrícolas, de acordo com as regras do Código da Estrada e as normas de segurança.
- 2 - Identificar tractores
- 3 - Adequar os parâmetros de regulação dos tractores, reboques, máquinas e alfaias agrícolas de acordo com as instruções recebidas e a especificidade do trabalho.
- 4 - Identificar anomalias de funcionamento de tractores, reboques, alfaias e máquinas agrícolas, pelo reconhecimento de sintomas apresentados pelos veículos e/ou equipamentos.
- 5 - Utilizar técnicas e produtos adequados à manutenção das condições de limpeza e de utilização dos equipamentos e instrumentos.

Competências a adquirir pelos formandos**Domínio afectivo**

- 1 - Organizar as actividades de forma a responder às solicitações do serviço.
- 2 - Decidir sobre as soluções mais adequadas na resolução de problemas decorrentes de avarias técnicas, durante o exercício da actividade.
- 3 - Integrar as normas de protecção e melhoria do ambiente e de segurança, higiene e saúde no trabalho agrícola, no exercício da actividade.



Módulo	Objectivo Geral	Conteúdo programático (Unidades)	Desenvolvimento de conteúdos, conceitos, exemplos e exercícios	
			Notas técnicas relacionadas	Exercícios de consolidação/avaliação
I - Noções de Agricultura Aplicada à Mecanização Agrícola	Pretende-se que, no final do módulo, os formandos fiquem aptos a identificar as operações culturais necessárias em relação ao solo de que dispõem, sua fertilidade e produtos a aplicar	1 - Noções gerais de solo e operações culturais	27, 28, 29, 30, 31 e 33 do II volume	nº 9 do I volume e nº 2, 3 e 4 do II volume
		2 - Fertilidade do solo	34 do II volume	
		4 - Produtos químicos	39 do II volume	
II - Segurança, Higiene e Saúde na Utilização de Máquinas e Equipamentos Agrícolas	No final do módulo os formandos devem ficar aptos a saber integrar as normas de segurança, higiene e saúde no trabalho agrícola, no exercício da actividade	3 - Regras de segurança, higiene e saúde na utilização das máquinas e equipamentos agrícolas	1 e 25	1

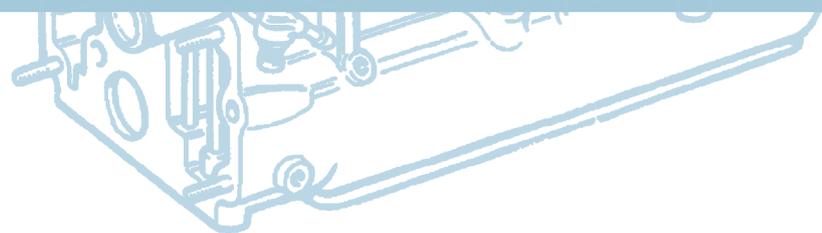




Módulo	Objectivo Geral	Conteúdo programático (Unidades)	Desenvolvimento de conteúdos, conceitos, exemplos e exercícios	
			Notas técnicas relacionadas	Exercícios de consolidação/avaliação
III - Tractor agrícola/ Motocultivador, Mecânica e Manutenção	No final do módulo os formandos devem ficar aptos a identificar os tractores como instrumento de trabalho e como unidade transformadora de potência. Para tal têm que conhecer o funcionamento do motor, seus sistemas e órgãos acessórios	1 - Motocultivador, Motoenxada e motogadanheiras	5 - 32 - 47	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9
		2 - Funcionamento do motor	2, 3, 4, 5, 6, 13 e 14	
		3 - Sistema de admissão de ar	7	
		4 - Sistema de escape	8	
		5 - Sistema de combustível	9 a 9.11	
		6 - Sistema de arrefecimento	10 a 10.2	
		7 - Sistema de lubrificação	11 a 11.3.5 e 12	
		8 - Sistema eléctrico	23 a 23.5	
		9 - Transmissão: Embraiagem, caixa de velocidades, diferencial e reductor final	16 a 16.4	
		10 - Tdf	17	
		11 - Travões	21 a 21.1	
		12 - Órgãos de locomoção	20 a 20.2	
		13 - Sistema hidráulico	22 a 22.2	
		14 - Direcção	19 a 19.1	
		15 - Painel de instrumentos	24	
		16 - A electrónica nos tractores	22.2 a 24	
IV - Engate e regulação de alfaias	No final do módulo os formandos devem dominar as técnicas adequadas ao engate e desengate dos equipamentos, bem como as suas regulações	1 - Componentes exteriores do sistema hidráulico	22.2	1, 7 e 8
		2 - Veios telescópicos de cardans	18	



NOTAS TÉCNICAS



No trabalho agrícola entram, principalmente, quatro componentes a ter em consideração: técnica, humana, organizativa e meio ambiente.

Na técnica temos os materiais de trabalho (máquinas e produtos tóxicos), a variabilidade (dispersão do perigo) e a metodologia (impacto da inovação).

Na humana temos a formação de base e complementar (escolar e profissional), a informação (compreensão dos problemas) e a tradição (resistência à inovação e à participação).

Na organizativa temos o tipo das explorações (estrutura mais ou menos empresarial), a natureza dos serviços de apoio (incremento da produção) e a estrutura da formação profissional (falta de coerência na actuação).

Na de meio ambiente temos o físico (condições climáticas), o geográfico (natureza do terreno) e o biológico (fauna e flora).

Face ao exposto, o **homem agrícola** (agricultor, operador de máquinas agrícolas, assalariado agrícola, etc.) está sujeito a um imenso número de riscos, os quais podem redundar em acidentes.

Para o evitar é necessário investir na **SEGURANÇA**, a qual consiste na identificação, avaliação, prevenção, controlo e eliminação dos riscos. Portanto, é preciso **FORMAÇÃO**.

Mais vale prevenir do que remediar (quando ainda há remédio) senão...

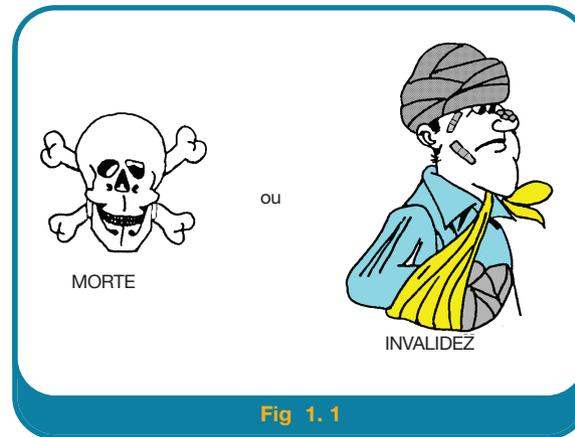


Fig 1.1

Há um determinado número de **cuidados preventivos**, muito simples, que convém realçar ao homem agrícola da mecanização, não esquecendo nunca que quanto mais complexa é a máquina maior deverá ser o grau de especialização do utilizador.

Há acidentes absolutamente caricatos mas, quase sempre, desastrosos. Não nos esqueçamos nunca que, muitas vezes, o acidente sucede pela primeira... e última vez.

Vejamos então:

1 – Use vestuário de protecção (Fig 1.2):

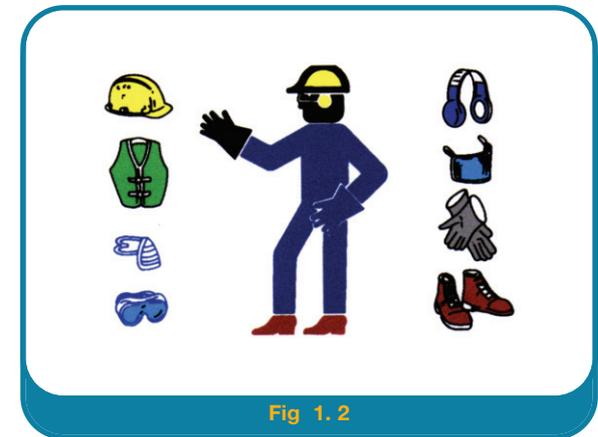


Fig 1.2

- use vestuário cingido ao corpo e equipamentos de segurança apropriados ao trabalho que vai executar;
- uma exposição prolongada a ruídos muito fortes pode causar o enfraquecimento ou perda da audição; use dispositivos de protecção adequados como, por exemplo, tampões ou auscultadores;
- na manipulação de determinados produtos use protecção especial adequada: luvas, fatos impermeáveis, óculos, máscaras, etc.

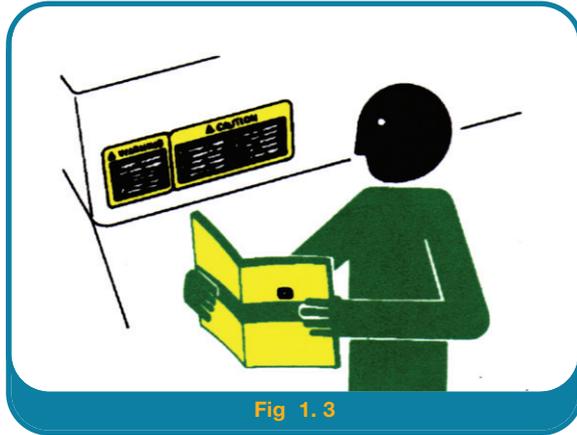


Fig 1.3

2 – Cumpra as instruções de segurança (Fig 1.3):

- a) – leia atentamente os manuais de instrução e siga tudo o que respeita à segurança;
- b) – mantenha os símbolos em bom estado e proceda à sua substituição, sempre que se danifiquem;
- c) – antes de iniciar qualquer trabalho com uma máquina, aprenda o seu funcionamento correcto; depois... pode ser tarde demais!
- d) – mantenha as máquinas em boas condições de funcionamento. Alterações não autorizadas podem-lhe prejudicar o funcionamento e/ou segurança e afectar a duração;

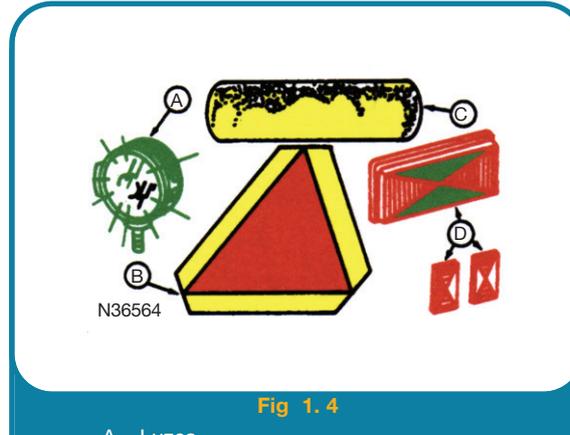


Fig 1.4

- A – Luzes
- B – Sinal de veículo de deslocação lenta
- C – Fita reflectora
- D – Reflectores

- e) – mantenha todos os dispositivos em boas condições de funcionamento; não improvise.

3 – Use luzes e dispositivos de segurança (Fig 1.4):

- a) – quando transitar com o tractor, de dia ou de noite, use a sinalização obrigatória; cumpra o código da estrada;
- b) – mantenha os dispositivos em bom estado e substitua-os sempre que defeituosos.

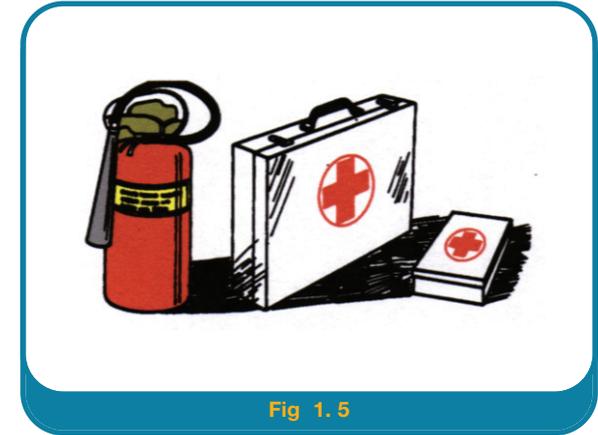
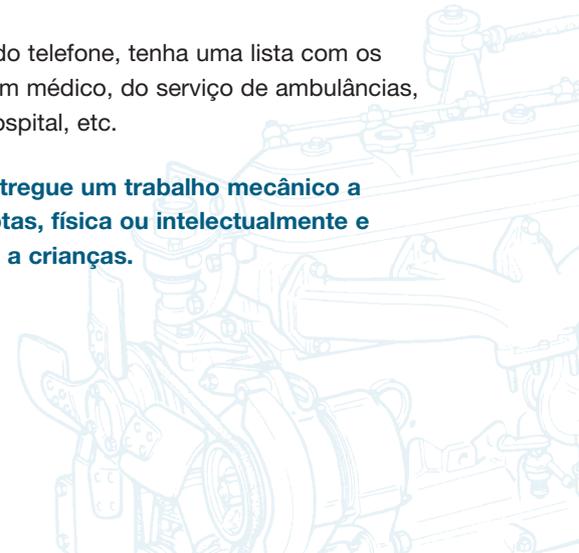


Fig 1.5

4 – Prepare-se para as emergências (Fig 1.5):

- a) – esteja preparado para casos de incêndio; tenha sempre à mão um extintor e um estojo de primeiros socorros;
- b) – próximo do telefone, tenha uma lista com os números de um médico, do serviço de ambulâncias, bombeiros, hospital, etc.

5 – Nunca entregue um trabalho mecânico a pessoas inaptas, física ou intelectualmente e muito menos a crianças.



6 – Tratando-se de máquinas eléctricas deve desligar-se o quadro, para cortar a corrente, antes de fazer ligações ou ajustamentos.

7 – Perto de máquinas em movimento seja extremamente cauteloso (Fig 1.6).

8 – Para fazer o mesmo trabalho podem existir ferramentas diferentes (Fig 1.7); antes de inicia-lo, escolha-a bem, senão... (Fig 1.8).

9 – Máquinas defeituosas ou avariadas devem ser postas de lado e providenciar-se à sua reparação.

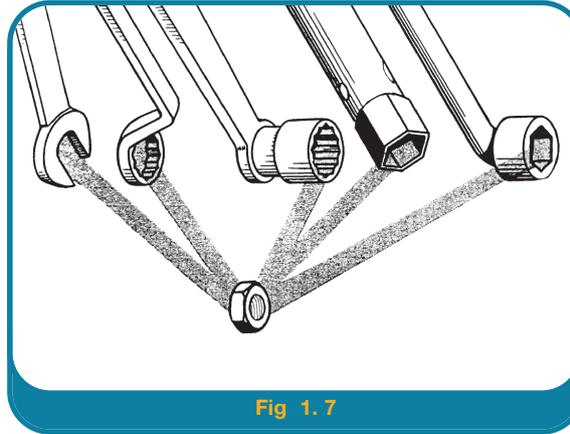


Fig 1.7

10– O acesso ao posto de condução de qualquer máquina deve fazer-se facilmente, sem o perigo de tropeçar em algum dos seus elementos constituintes.

11 – Os indicadores de controlo devem localizar-se dentro do campo de visão do operador e serem de fácil interpretação e rápida leitura.

12 – Ferramentas com cabo de protecção nunca devem ser utilizadas sem ele; o acidente pode ser imediato (Fig 1.9).

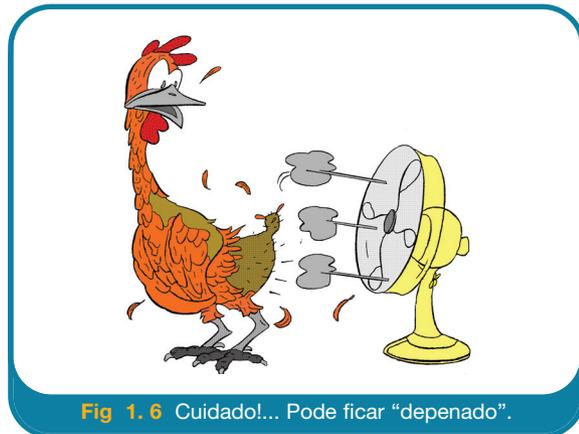


Fig 1.6 Cuidado!... Pode ficar “depenado”.

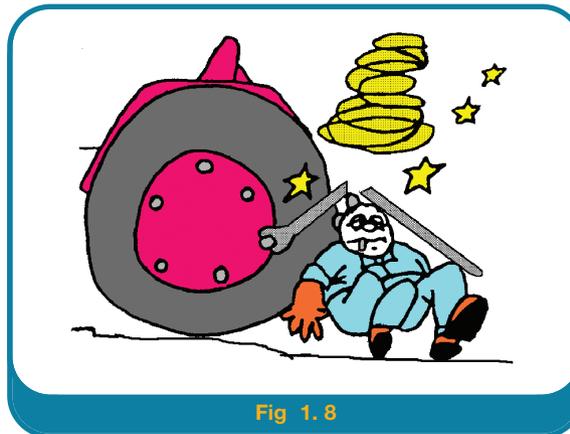


Fig 1.8

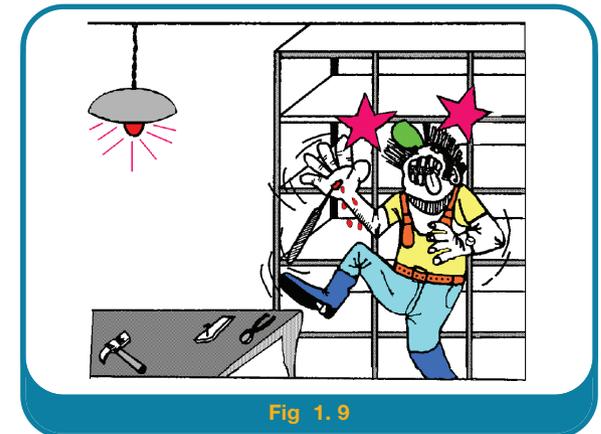


Fig 1.9



Fig 1. 10

13 – Nunca transporte ferramentas no bolso. Ao sentar-se, ou em qualquer movimento, pode surgir um acidente grave (Fig 1.10).



Fig 1. 12

14 – Nunca mantenha o tractor a trabalhar durante muito tempo em recinto fechado, ou mesmo pouco arejado, pois os gases expelidos pelo escape contêm monóxido de carbono, que é venenoso (Fig 1.11).

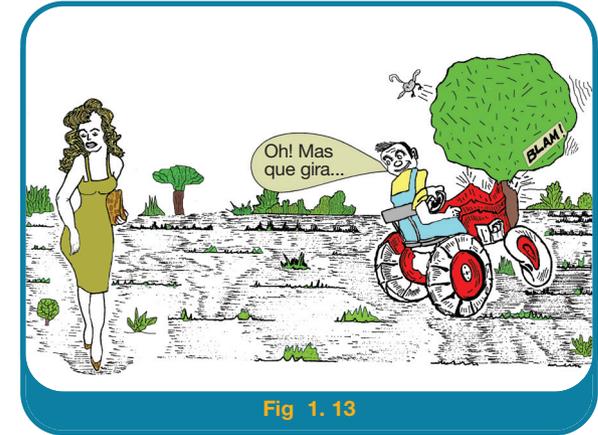


Fig 1. 13

lentamente e só depois acabar de rodá-lo. Se não proceder assim pode haver queimaduras graves (Fig 1.14).



Fig 1. 11

15 – O tractor não é nenhum transporte público; apenas deve transportar o operador, por isso... nada de boleias (Fig 1.12).

16 – O operador consciente não se distrai, nunca, seja com o que for, senão... (Fig 1.13).

17 – Com o motor quente, não destapar o tampão do radiador de repente, mesmo que ele se encontre num depósito de compensação; com um pano, desperdício, ou outra substância, afrouxá-lo até à primeira posição, para que os vapores saiam



Fig 1. 14

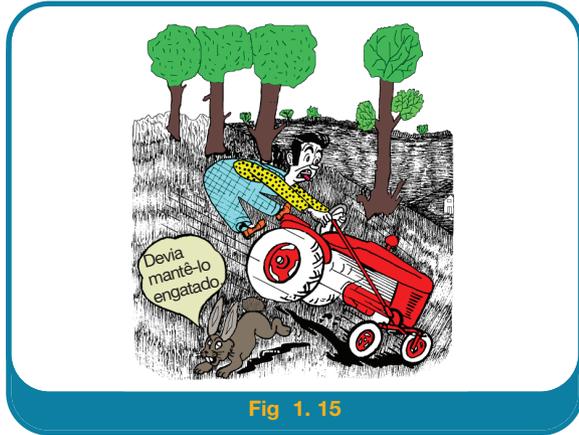


Fig 1. 15

18 – Em descidas inclinadas o tractor nunca se desliga; para além disso, deve manter-se engatado na velocidade em que subiria (Fig 1.15).



Fig 1. 16

19 – Subir ou descer do tractor em andamento é correr graves riscos (Fig 1.16).

20 – Transitando em caminhos maus e/ou acidentados a condução deve redobrar de cuidados e ser efectuada a velocidades reduzidas (Fig 1.17).

21 – Ao engatar qualquer alfaia nunca se coloque entre ela e o tractor sem que a alavanca das velocidades esteja em ponto morto, caso contrário... (Fig 1.18).

22 – Ao puxar qualquer carga (troncos, pedras, etc.) efectuar o engate na base do puxo do tractor e esticar a corrente, ou cabo, suavemente e sem esticões; não sacrificar a máquina desnecessariamente (Fig 1.19).



Fig 1. 18

23 – Ao estacionar o tractor, retirar sempre a chave de ignição, travá-lo, engatá-lo e, em declive, calçá-lo nem que seja com uma simples pedra.



Fig 1. 17



Fig 1. 19

24 – A deslocação de um tractor em estrada deve fazer-se com os travões ligados pela respectiva patilha (Fig 1.20) para que, quando solicitados, travem os dois ao mesmo tempo; se assim não for o acidente é possível (Fig 1.21).

25 – Antes de se colocar debaixo de um tractor, para verificar algo ou fazer qualquer reparação, certifique-se de que ele está bem calçado, de forma a que o calço suporte o peso, caso o macaco falhe.



Fig 1. 21

26 – Ao trabalhar com máquinas accionadas pela tomada de força, o veio telescópico de cardans deve estar equipado com o respectivo resguardo, senão... (Fig 1.22). Findo o trabalho recolocar a tampa de protecção.

27 – O pedal da embraiagem não deve servir de apoio ao pé; se servir... diga “adeus” ao disco (Fig 1.23).

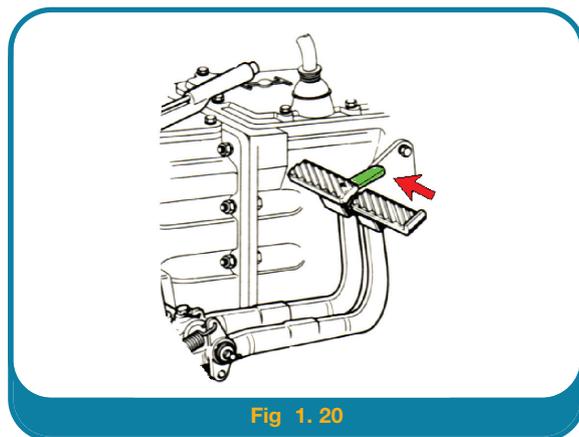


Fig 1. 20

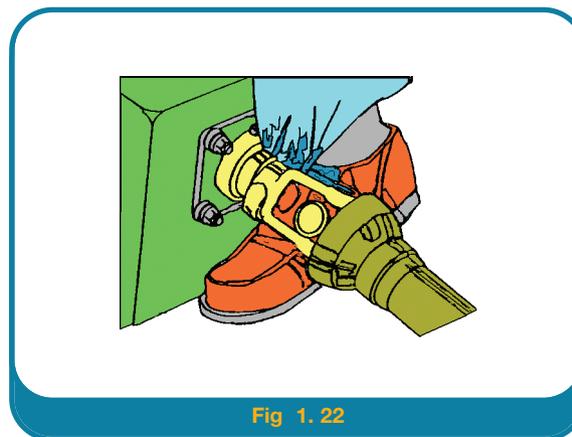


Fig 1. 22

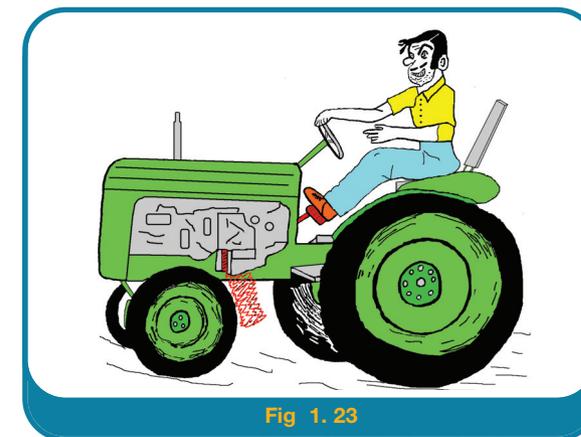
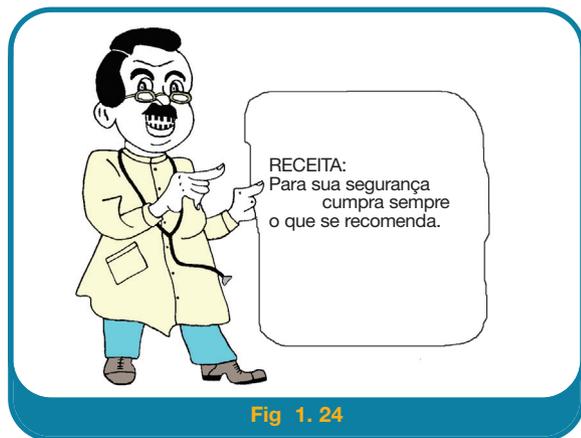


Fig 1. 23



Os casos focados são apenas alguns dos mais evidentes. Ao longo dos textos e no momento oportuno, realçaremos estes e muitos outros, relevantes para a **saúde, higiene e segurança no trabalho** com os tractores e outras máquinas agrícolas. No entanto e para já, lembre-se, sempre, que a prevenção é a melhor receita, por isso o nosso **Dr. SEGURANÇA** receita... (Fig 1.24).



MOTOR – é toda a máquina capaz de transformar qualquer forma de energia em energia mecânica.

MOTOR DE COMBUSTÃO EXTERNA – é térmico e o combustível é queimado fora dos cilindros, ou de uma turbina. Não tem interesse em agricultura.

MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA – é térmico e transforma a energia resultante da expansão dos gases da combustão de um produto energético no interior dos cilindros, ou de uma turbina.

MOTOR DE DOIS TEMPOS – é de combustão interna e completa um ciclo de funcionamento durante dois cursos do êmbolo.

MOTOR DE EXPLOSÃO OU OTTO – é de combustão interna e o combustível inflama-se tempestuosamente, por intermédio de uma faísca; também se pode designar por **motor de ignição comandada**.

MOTOR DE IGNIÇÃO POR COMPRESSÃO – aspira ar, que é comprimido a uma pressão elevadíssima, originando uma temperatura tão elevada que provoca

a inflamação do combustível, que lhe é introduzido por injeção.

MOTOR DE QUATRO TEMPOS – é de combustão interna e completa um ciclo de funcionamento durante quatro cursos do êmbolo.

MOTOR DE TURBINA DE GÁS – é de combustão interna e rotativo, onde os gases, resultantes da combustão, fazem mover uma turbina. Não é utilizado na agricultura.

MOTOR DIESEL (1) – é de combustão por compressão, a taxas elevadas. O combustível mais utilizado é, normalmente, o gasóleo.

MOTOR ELÉCTRICO – é o que transforma a energia eléctrica em energia mecânica.

MOTOR EÓLICO – é toda a máquina capaz de captar a energia do vento e transformá-la em energia mecânica; também se pode designar por **aeromotor e moinho de vento**.

MOTOR MONOCILINDRICO – é o que apenas possui um cilindro; também se pode chamar **motor de um cilindro**.

MOTOR POLICILINDRICO – é o que tem mais de um cilindro, todos idênticos e agrupados por diferentes disposições.

MOTOR QUADRADO – é aquele em que o curso do êmbolo é igual ao diâmetro do cilindro. Não tem interesse em agricultura.

MOTOR SEMI – DIESEL – é de ignição por compressão a taxas baixas, motivo pelo qual necessita, para o arranque, de uma fonte de calor exterior.

MOTOR SUPER – QUADRADO – é aquele em que o curso do êmbolo é menor que o diâmetro do cilindro. Não tem interesse em agricultura.

MOTOR TÉRMICO – é o que transforma energia calorífica em energia mecânica.

(1) O nome Diesel vem do seu inventor, Rudolf Diesel; alemão, nascido em Paris em 1858, diplomou-se em Munique em 1880. Desapareceu numa travessia do canal da Mancha em 1913. Cedo revelou interesse pela termodinâmica, no aperfeiçoamento de máquinas frigoríficas e, depois, no estudo e realização do que chamou um *motor térmico racional*. Da publicação dos seus trabalhos de investigação teórica veio a resultar a construção do 1º motor Diesel, em Augsburg, em 1893. Se bem que a ideia inicial, posteriormente alterada pelo próprio inventor, fosse queimar carvão pulverizado a temperatura constante, as características essenciais dos chamados motores Diesel ainda hoje se mantêm, nomeadamente: admissão do ar sem mistura de combustível, compressão deste a pressões elevadas, provocando temperaturas muito acima do seu ponto de inflamação e incêndio espontâneo do mesmo, ao ser introduzido na câmara de combustão, pelo contacto com o ar assim aquecido. O objectivo fundamental era o máximo aproveitamento possível do poder calorífico do combustível, demonstrado pela obtenção, já em 1897, de rendimentos da ordem dos 26 %, praticamente o dobro do que na época se conseguia, quer com máquinas a vapor (combustão externa), quer com motores a gás.

Cada motor tem uma série de dados informativos das suas características, bem como sobre as finalidades para as quais é, ou não é, mais indicado; devem vir nos manuais de instrução e de oficina, catálogos, etc.

Os mais importantes, sobre o motor e seu funcionamento, são:

- Montagem / funcionamento – aparecem, muitas vezes, indicados em conjunto; por exemplo “*Motor em V de 6 cilindros*”, ou “*4 cilindros em linha*”, são designações que indicam o número e a posição dos cilindros. “*Motor Diesel de 4 tempos com antecâmara*” diz-nos algo sobre o tipo e modo de funcionamento; “*Motor Otto de 2 tempos – 2 cilindros*”, “*6 cilindros em linha com motor Otto de injeção*” são mais dois exemplos.

- Tipo – caracteriza-se pela série de fabrico; exemplo: “*D 21 CR*”. Também pode haver outras informações, tais como “*F 3L 912*” que diz ser o motor de 3 cilindros em linha.

- Potência (1) – em *quilowatts e cavalos vapor (kW e cv)* – indica a potência máxima necessária ao motor, ou seja a nominal e medida no volante, segundo DIN 700 20, de acordo com as condições determinadas nas normas DIN e deve ser acompanhada do número de rotações por minuto (r.p.m.); exemplo: “*potência nominal 65 kW a 2550 r.p.m.*”; significa que ela deve ser atingida, no banco de ensaios, durante, pelo

menos, uma hora. Nos países cujo sistema métrico é a polegada é indicada da seguinte forma: “*40 hp a 2000 r.p.m.*”.

A indicação “*82 SAE cv*”, ou “*82 cv segundo SAE*”, dá-nos a potência medida segundo as normas americanas SAE. Esta indicação é 10 a 25% superior à DIN – CV e não deve ser posta em comparação.

1 hp = 1,014 cv 1 cv = 0,736 kW 1 kW = 1,36 cv

- Peso / potência – em *quilos por quilowatt (kg / kW)* – resulta da relação entre o peso e a potência do motor.

Exemplo:

Motor Otto de 2 a 6 kg / kW

Motor Diesel de 8 a 25 kg / kW

- Frequência das rotações – é o número de rotações, da cambota, durante um minuto.

Exemplo:

Frequência rotativa de marcha em vazio – 500 – 800 r.p.m.

Frequência rotativa nominal (regime) – 1600 – 5000 r.p.m.

- Êmbolo – em *milímetros (mm)* – é o seu diâmetro.

- Ponto morto superior (P.M.S.) (Fig 3.1) – é a posição do êmbolo mais próxima da cabeça (o mais acima possível antes de começar a descer).

- Ponto morto inferior (P.M.I.) (Fig 3.1) – é a posição oposta ao ponto morto superior (completamente em baixo antes de começar a subir).

1) Potência – cavalo vapor (cv) é a unidade de potência em que é medida a relação entre o trabalho efectuado e o tempo gasto em o realizar.

Um cv é, por definição, a potência capaz de elevar 75 quilos à altura de um metro, num segundo.

Nos países de língua inglesa a unidade de potência é o Horse Power (*hp*), que é a potência necessária para elevar 33000 libras à altura de um pé, num minuto.

1 *hp* = 33000 libras x pés / minuto e 1 *cv* = 75 kg x metros / segundo; assim,

1 hp = 1,014 cv

1 hp = 1,014 cv

1 cv = 0,987 HP

1 cv = 735,7 W

1 W = 0,00136 cv

1 kW = 1,3596 (1,36) cv

1 hp = 745 W

1 W = 0,00134 HP

1 kW = 1,34 HP

1 cv = 0,7355 (0,736) kW

1 kW = 1000 W

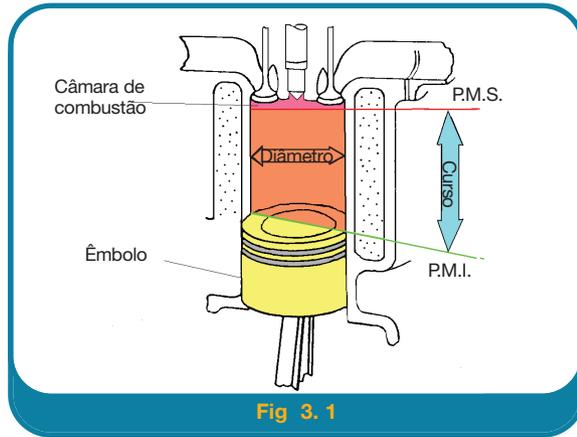


Fig 3. 1

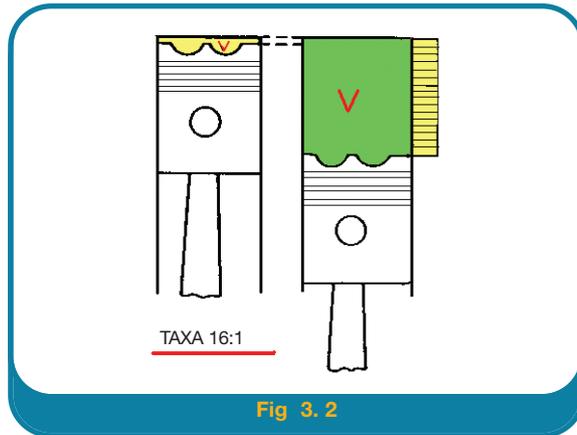


Fig 3. 2

- **Curso** – em milímetros (mm), ou polegadas (“) (Fig 3.1) – é a distância percorrida, pelo êmbolo, de um ponto morto ao outro.

- **Diâmetro do êmbolo** – em mm ou polegadas (Fig 3.1) – é o seu diâmetro exterior.

- **Câmara de combustão** – em centímetros cúbicos (cm³) (Fig 3.1) – podendo também ser **câmara de explosão**, é o espaço compreendido entre a cabeça do motor e o ponto morto superior. Por vezes está cavada na própria cabeça e/ou no êmbolo.

- **Cilindrada unitária** – em cm³, litros (L) ou polegadas cúbicas (in³) – é o volume interior do cilindro desde o P.M.S. ao P.M.I.

- **Cilindrada total** – em cm³, litros ou polegadas cúbicas (in³) – é a soma das cilindradas unitárias, em motores policilíndricos.

- **Taxa de compressão** – também designada por **relação de compressão**, é a relação existente entre o volume de ar que entra no cilindro (no 1º tempo) e o volume ocupado, pelo mesmo ar, depois de comprimido.

Determina-se pela fórmula $\frac{V + v}{v}$

em que **V** é a cilindrada e **v** o volume da câmara de combustão (Fig 3.2).

- **Velocidade do êmbolo** – em metros por segundo (m/s) – é a sua velocidade média e determina-se tal como segue:

$$V = \frac{2 \cdot C \cdot n}{60 \cdot 1000} = \frac{C \cdot n}{30.000}$$

em que:

C é o curso do êmbolo em milímetros;
n é o número de rotações por minuto.

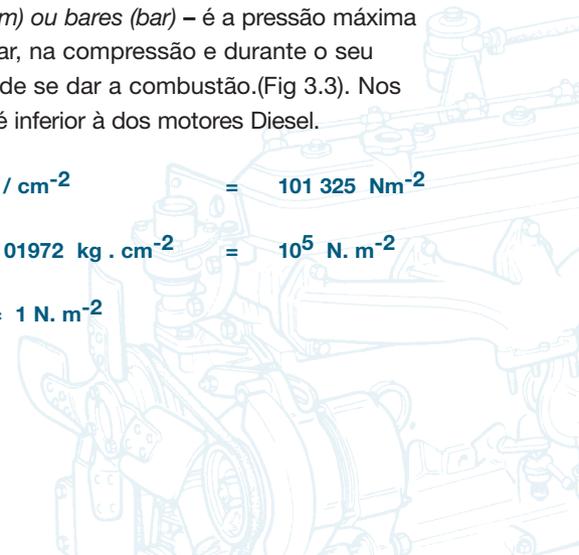
- **Temperatura da compressão** – em graus centígrados (°C) – é a temperatura máxima atingida pelo ar durante a compressão, na respectiva câmara, antes de se dar a combustão. Nos motores Otto varia de 400 a 600° e nos Diesel de 500 a 900.

- **Pressão da compressão** – em Pascal (Pa), atmosferas (atm) ou bares (bar) – é a pressão máxima atingida pelo ar, na compressão e durante o seu tempo, antes de se dar a combustão.(Fig 3.3). Nos motores Otto é inferior à dos motores Diesel.

$$1 \text{ atm} = 1 \text{ kg} / \text{cm}^{-2} = 101\,325 \text{ Nm}^{-2}$$

$$1 \text{ bar (b)} = 1,01972 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2} = 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$1 \text{ Pascal (P)} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$$



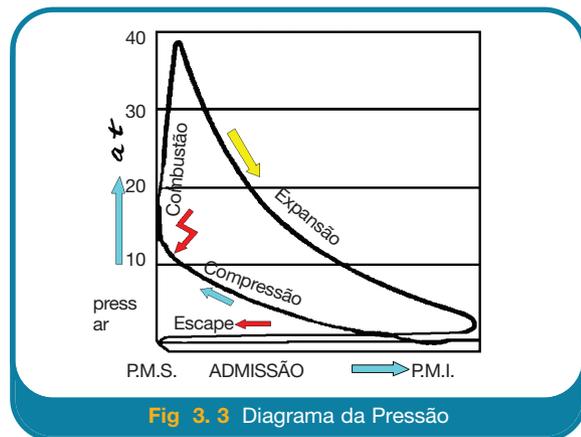


Fig 3.3 Diagrama da Pressão

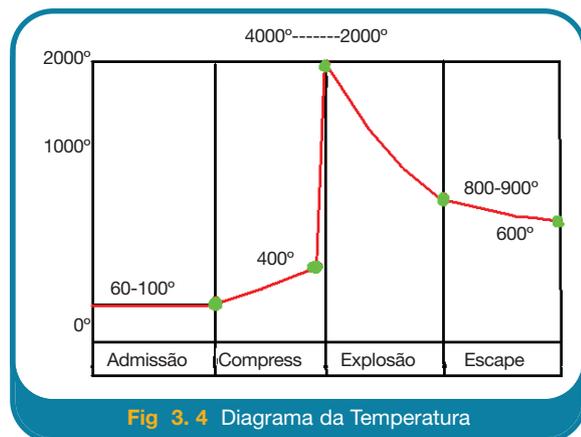


Fig 3.4 Diagrama da Temperatura

- **Temperatura da combustão** – em graus centígrados (°C) – é a temperatura máxima atingida na respectiva câmara e durante a mesma (Fig – 3.4). Varia de 1800 a 2500°.

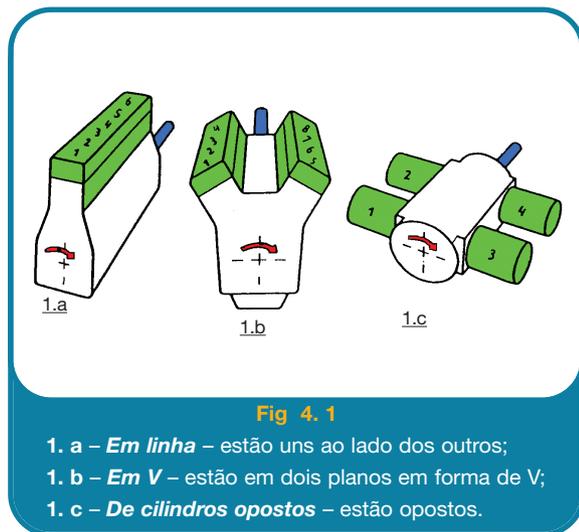
- **Pressão da combustão** – em Pa, atm ou bar – é a pressão máxima atingida na respectiva câmara e durante a mesma. Nos motores Otto varia de 30 a 55 atm e nos Diesel de 60 a 80.

- **Temperatura dos gases queimados** – em graus centígrados – é a temperatura dos gases de escape, após a combustão. Nos motores Otto varia de 700 a 1000° e nos Diesel de 500 a 600.

- **Potência da cilindrada** – em cavalos vapor/litro (cv/L), ou quilowatts por decímetro cúbico (kW/dm³) – também designada por **potência / litro**, é a relação da potência com a cilindrada. Nos motores Otto é superior à dos Diesel.

- **Consumo específico de combustível** – em gramas por cavalo vapor hora (gr/cv/h), ou gramas por quilowatt hora (gr/kW/h) – é o consumo, a um determinado número de rotações do motor, dividido pela potência debitada.

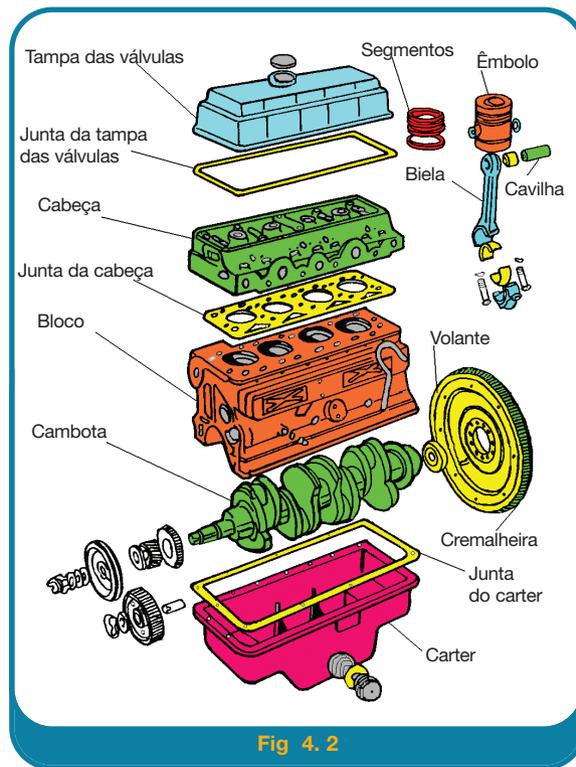
- **Horas de funcionamento do motor** – dependem do número de rotações e são a base para a manutenção e assistência periódica.



A inflamação do combustível, no cilindro, origina um aumento de pressão que é convertida em energia mecânica utilizável.

Há 3 tipos destes motores (Fig 4.1), conforme a disposição dos cilindros:

A numeração dos cilindros faz-se, normalmente, como em **1. a**. Nos motores em **V** e de cilindros opostos o número tem de ser múltiplo de 2, enquanto que nos em linha pode ser de 1, 2, 3, 4, 5, ou mais.



O motor de combustão interna a 4 tempos é constituído por um conjunto de peças, em que umas são **fixas** e outras **móveis** (Fig 4.2).

As fixas são:

- **Tampa das válvulas** – situa-se na parte superior do motor (de válvulas à cabeça) e serve para tapá-las, impedindo a entrada de impurezas e saída de óleo.

- **Junta da tampa das válvulas** – estabelece a ligação entre a tampa e a cabeça.

- **Cabeça** – também designada por **cúpula** e **culacha**, é uma peça fundida que fecha a parte superior dos cilindros e é o local onde estão implantados os injectores, válvulas, balanceiros, entrada do sistema de admissão e saída do de escape.

- **Junta da cabeça** – em folha de amianto e cobre, estabelece a vedação entre a cabeça e o bloco de cilindros, evitando fugas.

- **Bloco de cilindros** – também designado apenas por bloco, é a peça fundamental, mais pesada e volumosa; compreende ainda a parte superior do carter (**1**) onde se encontram os cilindros, que podem ser cavados no próprio bloco ou lá colocados, tomando, neste caso, a designação de camisas; portanto, **camisa do cilindro** é a parede interna, onde trabalha o êmbolo (Fig 4.3).

(1) Nos motores arrefecidos por líquido, a parte inferior do bloco, que suporta e onde se aloja a cambota, pode considerar-se como carter superior.

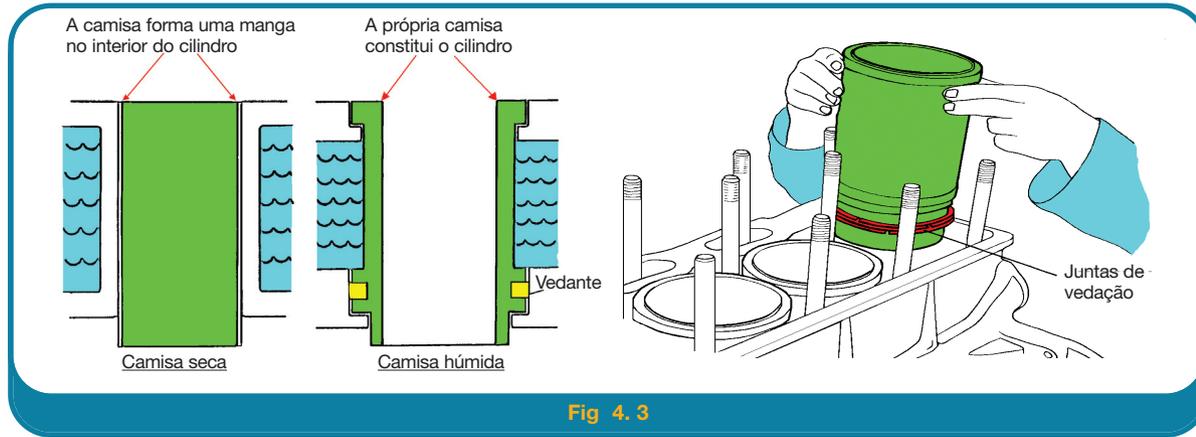


Fig 4.3

A camisa pode ser **seca**, quando constitui a parede do cilindro propriamente dita e não está em contacto directo com o líquido de arrefecimento; é lá montada, sob pressão.

Quando é amovível está encaixada no bloco, fica em contacto directo com o líquido de arrefecimento e toma a designação de **húmida**.

- **Junta do carter** – estabelece a vedação entre o bloco e o carter.

- **Carter do motor, ou apenas carter** – é a parte inferior do motor; trata-se de um recipiente que tem por função conter o óleo da lubrificação e proteger os mecanismos que lá se encontram.

As móveis são:

- **Êmbolo (Fig 4.4)** – também designado por **pistão**, é uma peça cilíndrica, oca e em forma de vaso invertido; desloca-se, dentro do cilindro, com movimento de vai e vem e constitui como que um fundo móvel daquele (cilindro).

Tem duas partes: a **cabeça (2)** e a **saia ou aba**. Na cabeça (parte superior), superfície sobre a qual se exerce a pressão dos gases ao queimarem-se, situam-se as **ranhuras** ou **caixas**, onde se montam os **segmentos de compressão e de óleo**; na saia, que mantém o êmbolo alinhado com o eixo do cilindro, existe a ranhura (ou ranhuras) para o segmento (ou segmentos) de óleo, também designado por **segmento raspador**.

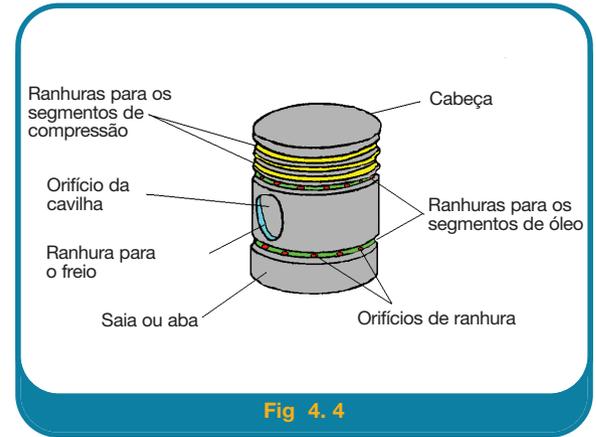


Fig 4.4

É atravessado por uma **cavilha ou cavilhão (3)** que não é mais do que um eixo em aço, oco ou maciço, que estabelece a ligação do êmbolo com o pé da biela (Fig 4.5). Nos extremos colocam-se **freios**, para evitar que saia do lugar com o motor em funcionamento.

(2) A cabeça do êmbolo pode ser plana, côncava, convexa ou irregular. Estas diferentes formas têm como objectivo conseguir maiores compressões e turbulência dos gases, segundo o tipo de motor e o combustível.

(3) Tal como se vê na figura 4.5 a cavilha pode ser montada de 3 maneiras diferentes:

- a) **Cavilha fixa** – vai fixa ao êmbolo e gira no pé da biela;
- b) **Cavilha semi-flutuante** – vai fixa à biela e move-se no êmbolo;
- c) **Cavilha flutuante** – gira na biela e no êmbolo.

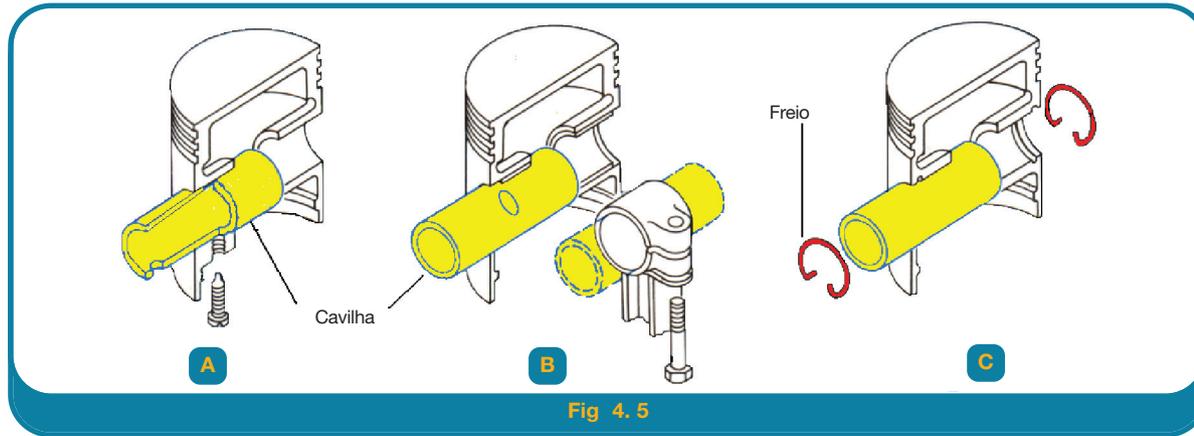


Fig 4. 5

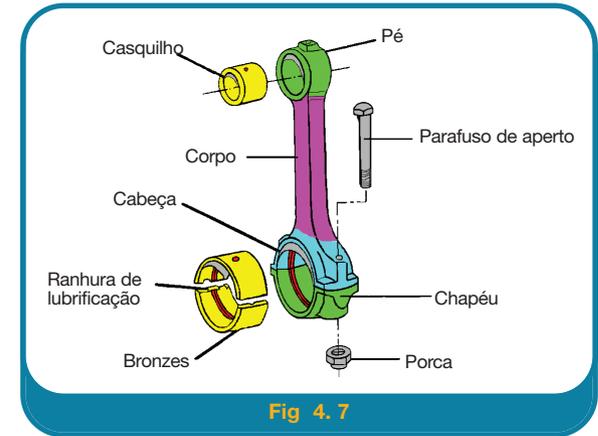


Fig 4. 7

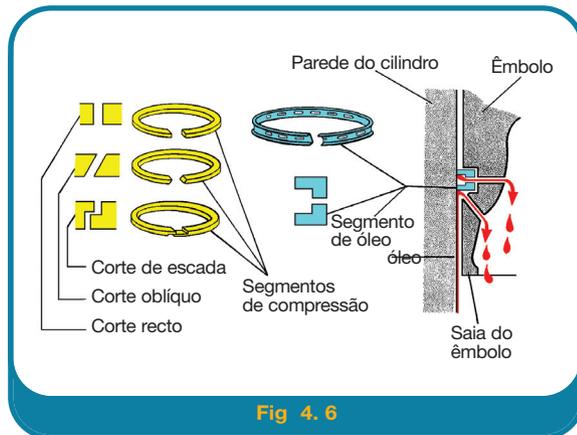


Fig 4. 6

- **Segmentos** – são anéis metálicos, interrompidos, montados nas ranhuras ou caixas dos êmbolos, em aço especial mas algo mais brando do que o dos cilindros para evitar que estes se desgastem. Há dois tipos (Fig 4.6):

De compressão – montados, normalmente, nas ranhuras superiores do êmbolo, asseguram a estanqueidade entre este e o cilindro, impedindo fugas;

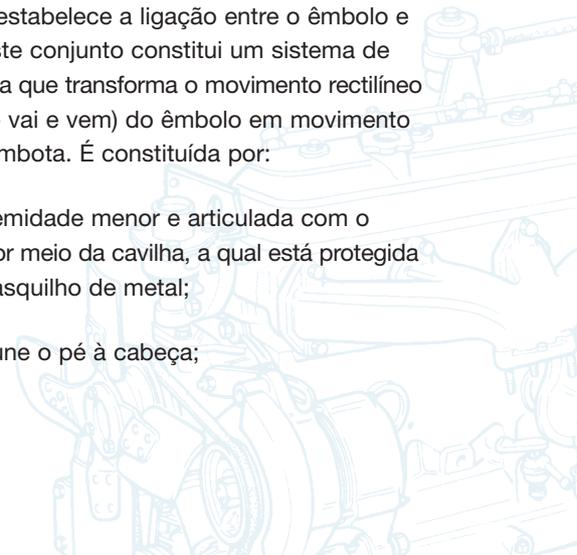
De óleo ou raspador – é só um (ou dois) e está montado, de uma maneira geral, na ranhura inferior; tem secção em U, é de fundo perfurado e destina-se a raspar o óleo em excesso das paredes do cilindro e reenviá-lo para o carter,

através dos orifícios de drenagem existentes na sua caixa.

- **Biela (Fig 4.7)** – peça em aço semi-duro, ou cromoníquel, estabelece a ligação entre o êmbolo e a cambota; este conjunto constitui um sistema de biela - manivela que transforma o movimento rectilíneo alternativo (de vai e vem) do êmbolo em movimento rotativo da cambota. É constituída por:

Pé – extremidade menor e articulada com o êmbolo por meio da cavilha, a qual está protegida por um casquilho de metal;

Corpo – une o pé à cabeça;



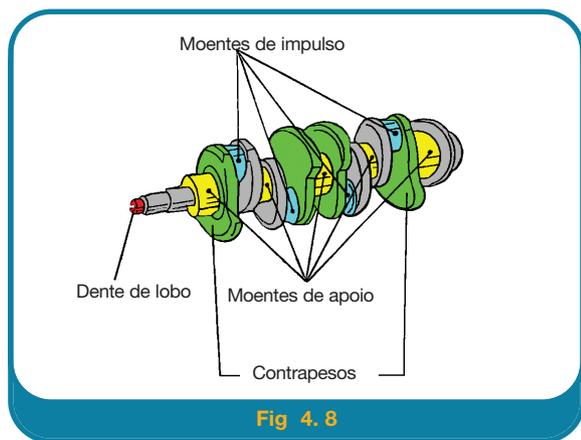


Fig 4. 8

Cabeça – extremidade maior, que se articula no **moente** correspondente da cambota. A parte inferior, denominada **chapéu da cabeça da biela**, é desmontável para permitir a união ao moente respectivo da cambota e une-se à parte superior por intermédio de dois parafusos de aperto com porca (4).

- **Cambota**, também designada por **veio de manivelas (5) (Fig 4.8)** – é o veio principal do

motor, em aço ou liga especial de ferro, com diversas manivelas que, juntamente com as bielas, transformam o movimento de vai e vem dos êmbolos em movimento circular e contínuo do volante. Uma das extremidades termina no **dente de lobo**, para arranque do motor com manivela (nos motores antigos); actualmente está montada numa polie para accionamento da correia da ventoinha. A outra termina num **prato**, (também designado falange) para ligação ao volante.

A parte da cambota que vai unida à biela chama-se **moente de impulso** e a que se une ao carter **moente de apoio**.

- **Volante (Fig 4.2)** – é um pesado disco de aço que recebe movimento da cambota por intermédio do prato, ao qual está ligado. Acumula energia, que recebe durante o tempo de trabalho, a qual tem por função regularizar o movimento do motor. Na periferia pode ter uma **coroa dentada ou cremalheira**, onde engrena o motor de arranque.

(4) A união da cabeça da biela com o moente da cambota é protegida por semi – anéis em bronze, desmontáveis, cada um denominado como **capa da chumaceira**.

(5) A cambota apresenta, de um modo geral, tantas manivelas quantos os cilindros do motor, quando estes são em linha.

No caso dos motores em V o número de manivelas é metade, visto estarem articuladas duas bielas em cada manivela.

Pode ter **contrapesos**, ou não, os quais se destinam a estabelecer um equilíbrio de modo a reduzir as vibrações, a fim de que gire, sempre, o mais uniformemente possível.

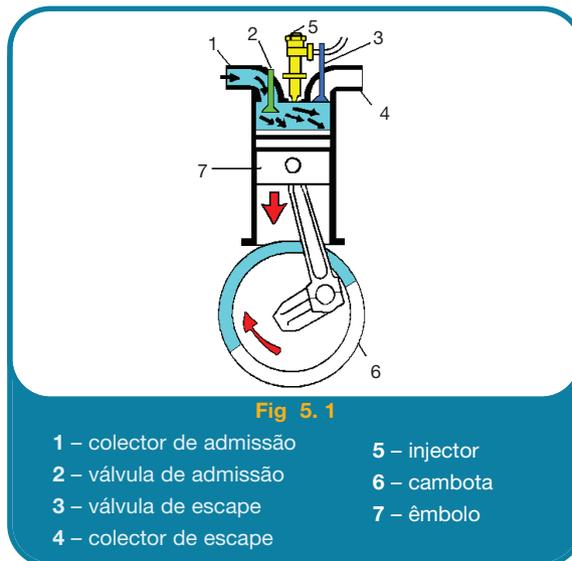
O funcionamento do motor Diesel baseia-se na injeção de gasóleo nos cilindros ou na câmara de combustão, em proporção adequada e em ar já fortemente aquecido, por ter sido comprimido, dando-se assim a combustão.

Uma vez conseguida a inflamação, a expansão dos gases que se produzem é aproveitada para que o êmbolo se desloque, utilizando-se este impulso para realizar um trabalho mecânico. Como o êmbolo está ligado à biela e esta à cambota, é esta última quem recebe o impulso da expansão.

Para melhor compreensão, tomemos como exemplo um motor monocilíndrico e vejamos como se realizam os 4 tempos:

1º Tempo – ADMISSÃO

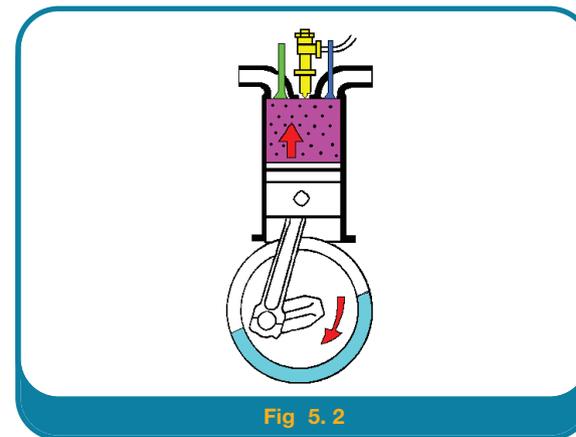
Quando o êmbolo se encontra na parte superior do cilindro, portanto, no P.M.S., devido à posição do excêntrico da árvore de cames (sistema de distribuição), a válvula de admissão começa a abrir e o cilindro fica em comunicação com o exterior; se o êmbolo descer até ao P.M.I. encher-se-á de ar, por sucção; entretanto, a válvula fecha-se, ficando a entrada do ar bloqueada.



Realizou-se o **1º tempo ou de admissão**, isto é, admitiu-se ar no cilindro (Fig 5.1).

2º Tempo – COMPRESSÃO

O êmbolo começa a subir e o ar, como não pode sair em virtude das duas válvulas estarem fechadas, é comprimido, o que origina a elevação da



temperatura, a qual pode ir, conforme os motores, de 500 a 900 graus centígrados **(1)**.

No momento em que o êmbolo atinge o P.M.S., termina o **2º tempo ou de compressão** (Fig 5.2).

3º Tempo – EXPANSÃO OU TRABALHO

Um pouco antes do êmbolo atingir o P.M.S., no 2º tempo, é injectada, no cilindro, uma determinada quantidade de gasóleo (sistema de alimentação); como a temperatura é muito elevada dá-se a sua

(1) Um exemplo claro do aquecimento do ar, por compressão, é o calor produzido ao meter-se ar num pneu com uma bomba de bicicleta, em que esta aquece. O mesmo se verifica com uma bomba de pé, ou com o aperto do ar dentro de uma seringa.

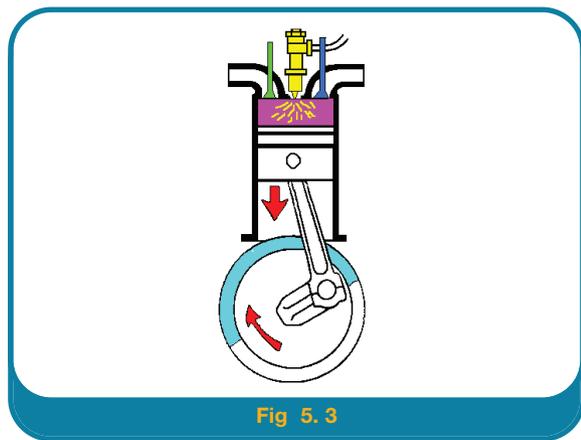


Fig 5.3

combustão, o que obriga os gases resultantes a expandirem-se e o êmbolo a descer, realizando-se o **3º tempo, de trabalho ou expansão** (Fig 5.3).

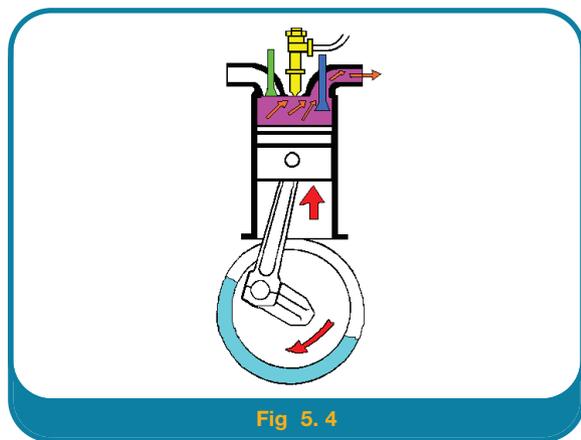


Fig 5.4

4º Tempo – ESCAPE

A combustão do gasóleo no interior do cilindro produz gases, que é necessário evacuar para que o êmbolo possa subir para P.M.S.; por isso, quando o êmbolo inicia a sua subida do P.M.I. para o P.M.S. abre-se a válvula de escape permitindo assim, com a imediata subida do êmbolo, a expulsão dos gases para o exterior, através do colector de escape.

Realizou-se o **4º** (e último) **tempo ou de escape** (Fig 5.4), completando-se o chamado **ciclo de funcionamento** que é, portanto, a série completa dos 4 tempos motor.

A válvula de escape volta a fechar-se e inicia-se novo ciclo.

Pelas quatro figuras anteriores podemos verificar que, em cada tempo motor, a cambota dá meia volta (180º) necessitando, portanto, de duas voltas completas para realizar o ciclo de funcionamento.

Nos motores policilíndricos cada cilindro funciona como se de um motor independente se tratasse, realizando os 4 tempos anteriormente citados. O interessante é que a força é feita por todos os êmbolos na mesma cambota. Desta forma o movimento é mais regular do que nos monocilíndricos, visto que a força se reparte por

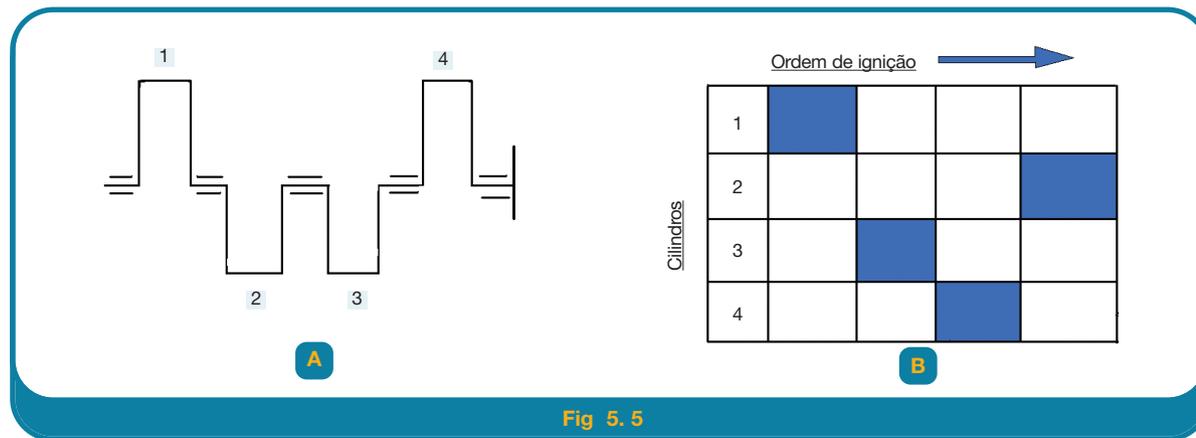
720º, ao longo de duas voltas da cambota. Nestes motores, os cilindros numeram-se começando pelo que está à frente, mais próximo do radiador, ou do lado da engrenagem da distribuição, sendo este o número 1.

SUCESSÃO DE TEMPOS

Em cada cilindro decorrem, sucessivamente, os tempos de admissão, compressão, expansão e escape. Tomemos como exemplo um motor de 4 cilindros (Fig 5.5 – **a** e **b**), onde em **b** o tempo de trabalho ou combustão está a azul. Com a cambota em **a**, os êmbolos 1 e 4 ficam ao mesmo nível (no cilindro), mas têm que executar tempos diferentes. Acontece o mesmo com os cilindros 2 e 3.

Os tempos deste motor são repartidos de tal forma que cada um dos cilindros trabalha um tempo motor em cada meia volta da cambota (180º); a sucessão de tempos, no que respeita ao ângulo, é diferente consoante o tipo de motor. No de 1 cilindro, por exemplo, só tem um tempo de trabalho em cada duas voltas (2 vezes 360º), portanto, durante uma quarta parte do tempo de funcionamento.

A distribuição dos tempos de trabalho pelas voltas da cambota tem influência no equilíbrio do motor e no tamanho do volante, o qual tem de acumular energia para os tempos mortos.

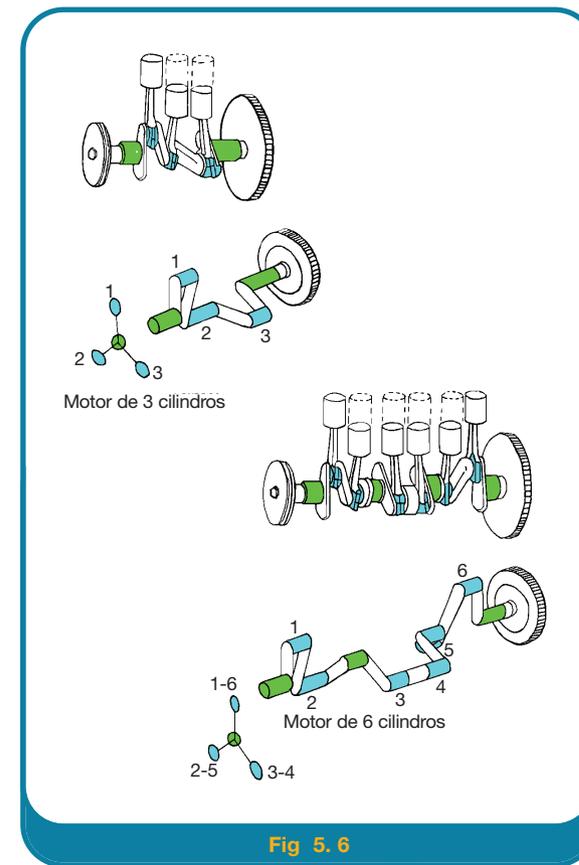


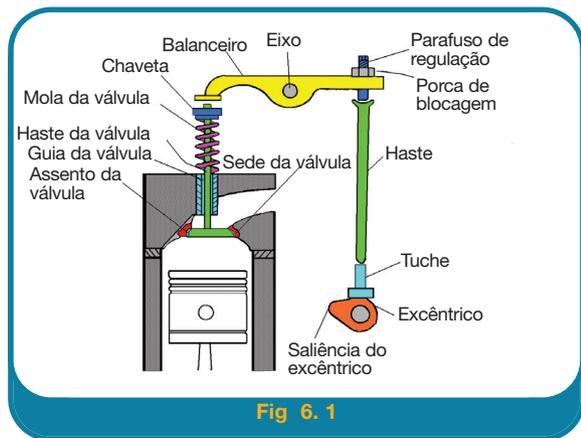
A sequência de trabalho do motor, depois da ignição da mistura ar + combustível, chama-se **ordem de ignição**. No exemplo da figura 5.5 a ordem é 1 – 3 – 4 – 2. Note-se que o cilindro 1 tanto pode encontrar-se do lado da cedência de energia, como no oposto; depende do construtor e os dados específicos aparecem nas normas de funcionamento.

Para a produção de potência de uma forma mais contínua, os motores constam de 3, 4, 6, 8 ou mais cilindros onde, em cada um, se desenvolve a mesma série de tempos. Num motor típico de 4 tempos e 6

cilindros, por exemplo (Fig 5.6), os moentes de impulso da cambota formam, entre si, ângulos de 120°; os dos cilindros 1 – 6, 2 – 5 e 3 – 4 estão no mesmo plano.

Como segurança e porque os gases de escape são tóxicos, visto conterem monóxido de carbono, nunca se deve manter muito tempo um motor em funcionamento em recinto fechado, ou deficientemente arejado (Ver Nota Técnica nº 1 – ponto 14 - Fig 1.11).

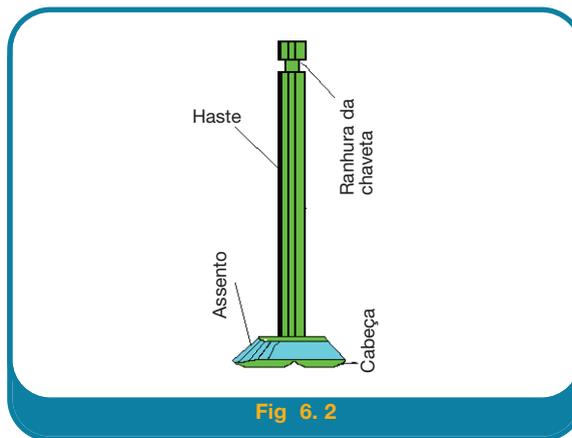




A **distribuição** é o conjunto de peças que regula a entrada e saída dos gases no cilindro e consta (Fig 6.1) de válvulas, guia das válvulas, tuches, hastes, balanceiros, veio de excêntricos e engrenagem da distribuição.

VÁLVULAS

São constituídas por **cabeça** e **haste** (Fig 6.2). A cabeça é a parte mais larga e com o bordo chanfrado em bisel, chamado **assento da válvula**, o qual assenta na **sede da válvula**, assegurando a estanqueidade da câmara de combustão, visto ter como missão abrir e fechar os orifícios de admissão do ar ou de escape dos gases queimados, conforme se trate de uma válvula de admissão ou de escape.



No extremo da haste há uma ranhura, denominada **ranhura da chaveta**, onde se coloca a **chaveta**, para que a mola da válvula não saia do lugar.

São fabricadas em material especial devido às altas temperaturas a que têm que resistir; as de escape até podem ser ocas e com sódio no interior para obterem uma melhor difusão do calor, que pode oscilar entre 700 e 1000 graus centígrados.

Com o tempo os materiais perdem as suas características e as válvulas avariam-se (1). As de escape, além da temperatura, fazem frente às partículas carbonosas arrastadas pelos gases de escape, as quais ficam incrustadas no assento o que, com o tempo, impede o ajustamento correcto à sede,

com a conseqüente perda de compressão, por fugas.

A haste é envolvida pela **mola da válvula** (Figs 6.1 e 6.9), cuja função veremos a seguir.

O arrefecimento (Fig 6.3) efectua-se pelo óleo da lubrificação e pela transferência do calor da sua cabeça para a do motor e desta para o líquido de arrefecimento; pela haste transfere-se, continuamente, calor à guia.

GUIA DAS VÁLVULAS

É um casquilho metálico no qual se move a haste e serve para a manter centrada, a fim de fechar correctamente (Fig 6.1 e 6.4); também contribui, como anteriormente se afirmou, para a dissipação do calor.

(1) As avarias principais das válvulas são:

- Deformação do assento;
- Incrustações;
- Queima: por falta de folga ou detonação prematura da mistura;
- Erosão;
- Fadiga pelo calor
- Roturas;
- Desgaste das guias.

Quando tal sucede há que substituí-las ou, nalguns casos, rodá-las, o que quer dizer fazer a **rodagem das válvulas**, que não é mais do que a esmerilagem das faces internas e das sedes das mesmas, para voltar a assegurar a estanqueidade, quando fechadas.

TUCHE

Também designada por **taco**, é um cilindro em aço que serve de apoio à haste (Figs 6.1 e 6.6); é levantada pelo excêntrico e descida por ação da mola da válvula. Por vezes, o contacto com o excêntrico é feito através de “rodízio” ou rolete.

HASTE

Por alguns designada como **vareta impulsora** (Figs 6.1 e 6.6), transmite o movimento da tuche ao balanceiro.

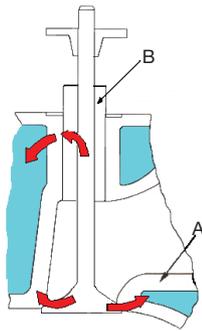


Fig 6.3

A – Transferência de calor da cabeça da válvula à cabeça do motor e daí ao líquido de arrefecimento.

B – Transferência de calor da válvula à guia e dali ao líquido.

BALANCEIRO

Também designado por **balancim** e **martelo** (Fig 6.1, 6.6 e 6.9), é uma alavanca articulada que comanda, por intermédio da haste e da mola da válvula, o seu movimento de abertura e fecho. Na figura 6.9 pode ver-se um eixo de balanceiro completo.

VEIO DE EXCÊNTRICOS

Também designado por **árvore de cames** (Fig 6.5), é onde se situam os **excêntricos** ou **cames**, que são

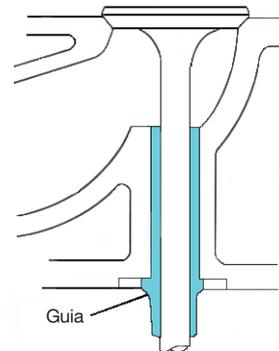


Fig 6.4

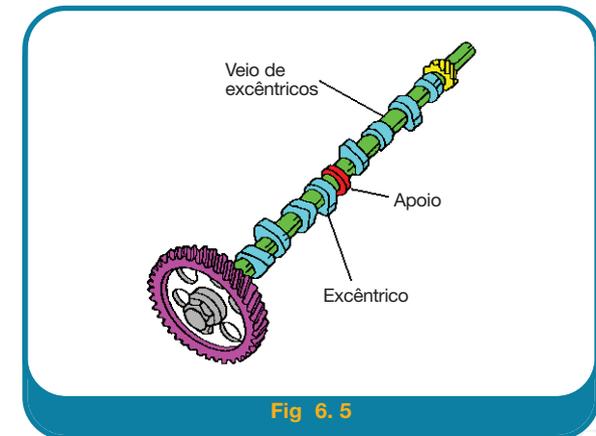
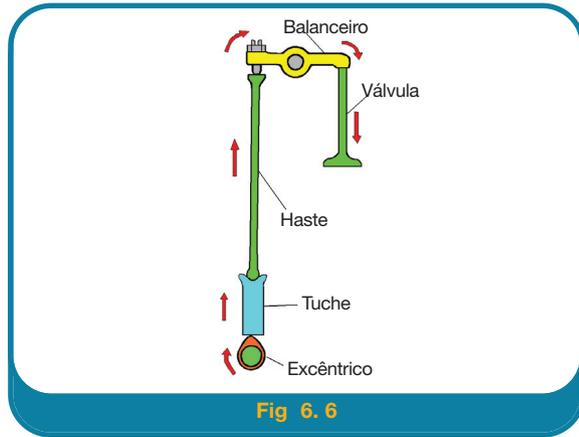


Fig 6.5

dois por cilindro: um para abrir a válvula de admissão e outro a de escape. O movimento vem-lhe da cambota e por cada duas voltas desta o veio de excêntricos dará uma, visto que só assim se produz um tempo de admissão e outro de escape, em cada cilindro.

Quando o veio começa a girar, a parte saliente do excêntrico (Fig 6.1) empurra, para cima, a tuche e esta a haste.

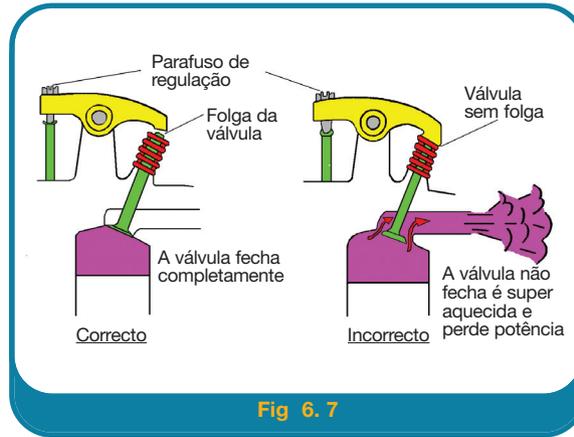
Na parte de cima temos o balanceiro (Figs 6.1 e 6.6), montado num eixo central que lhe permite



balancear-se para um e outro lado; então, quando a haste empurra uma ponta, para cima, a outra baixa e empurra a haste da válvula, fazendo-a abrir.

Assim que o excêntrico deixa de empurrar, a válvula fecha-se devido à força feita pela mola; portanto, as válvulas abrem pela acção do excêntrico e fecham pela força da mola (Fig 6.1).

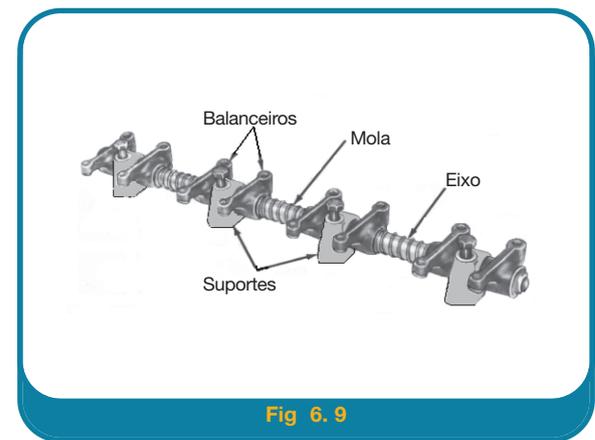
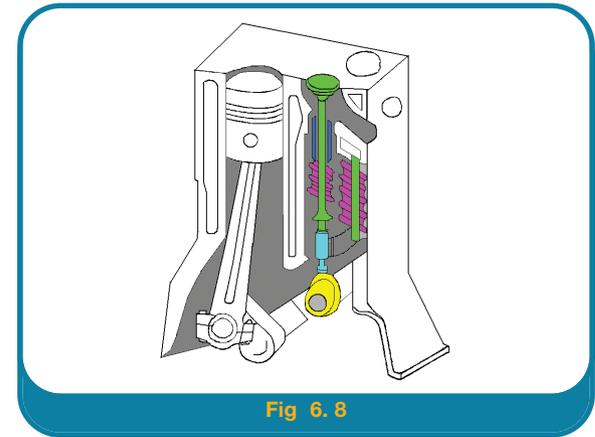
Quando as válvulas estão fechadas deve ficar uma pequena separação entre os balanceiros e as hastes; é a chamada **folga das válvulas**, como se pode ver na figura 6.7, a qual, por vezes, é maior na de escape do que na de admissão em virtude do maior calor que aquela sofre; o valor exacto vem sempre indicado no livro de instruções, bem como a

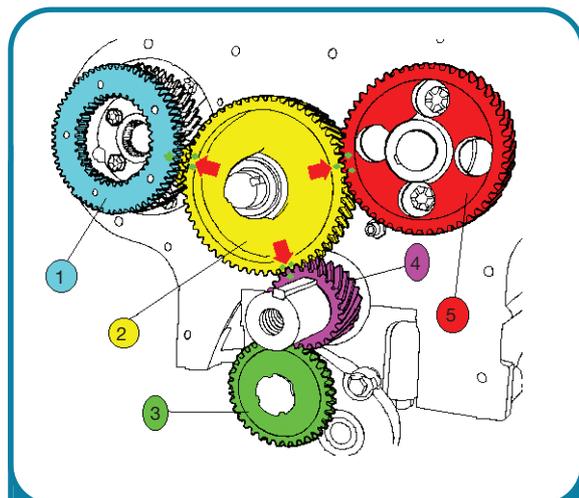


forma de a verificar: se com o motor parado, ou a funcionar (2). De qualquer forma, uma válvula sem folga não fecha, é super aquecida e origina perdas de potência e excesso de consumo.

Até aqui temos visto apenas **válvulas à cabeça**, mas também há **válvulas laterais** (Fig 6.8) que dispensam os balanceiros e respectivo eixo e que são utilizadas, principalmente, nos motores das moto-bombas.

(2) Actualmente, a folga das válvulas é assegurada por sistemas próprios dos motores, em que um dos mais usados é por intermédio de tuches hidráulicas.




Fig 6.10

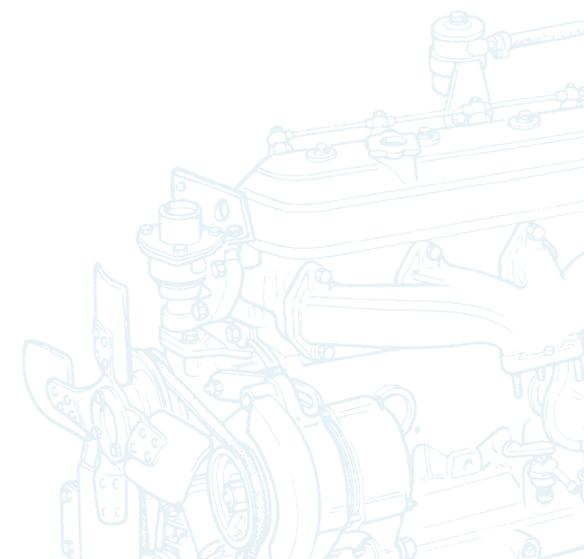
As setas, no carreto intermédio, indicam os pontos correctos de montagem das engrenagens.

- 1 – Carreto da bomba injectora
- 2 – Carreto intermédio
- 3 – Carreto da bomba de óleo
- 4 – Carreto da cambota
- 5 – Carreto do veio de excêntricos

ENGRENAGEM DA DISTRIBUIÇÃO

É um conjunto de carretos que assegura a transmissão do movimento da cambota para o veio de excêntricos e bomba de injeção; a transmissão pode ser feita por carretos (Fig 6.10), correntes ou correias.

É através da referida engrenagem que se comanda a abertura e fecho das válvulas, bem como a injeção do combustível, no momento exacto.



Vimos na Nota Técnica nº 5 – Ciclo de funcionamento de um motor Diesel a 4 tempos – que se dá a admissão de ar para os cilindros. É essencial, para a vida do motor, que esse ar entre completamente isento de impurezas, o que se consegue através dos **filtros de ar**, que as retêm.

De acordo com as condições atmosféricas, juntamente com as do solo e das estradas, um metro cúbico de ar contém entre 0,001 a 0,4 gramas de pó **(1)**. Para queimar um litro de combustível são necessários, mais ou menos, 10 a 15 metros cúbicos de ar. Estes valores servem para nos dar uma ideia da extraordinária importância destes filtros no que respeita à sua capacidade de retenção de impurezas.

Há-os de três tipos: **por aderência viscosa, em banho de óleo e secos**.

POR ADERÊNCIA VISCOSA

Tal como se pode ver na figura 7.1, o dispositivo filtrante é composto por uma malha metálica, saturada de óleo; a direcção da corrente de ar vai sendo alterada e as impurezas embatem na referida malha, onde se fixam.

Após um determinado período de tempo, maior ou menor e de acordo com as condições de funcionamento, deposita-se tanta lama que a capacidade envolvente do óleo se esgota e o filtro

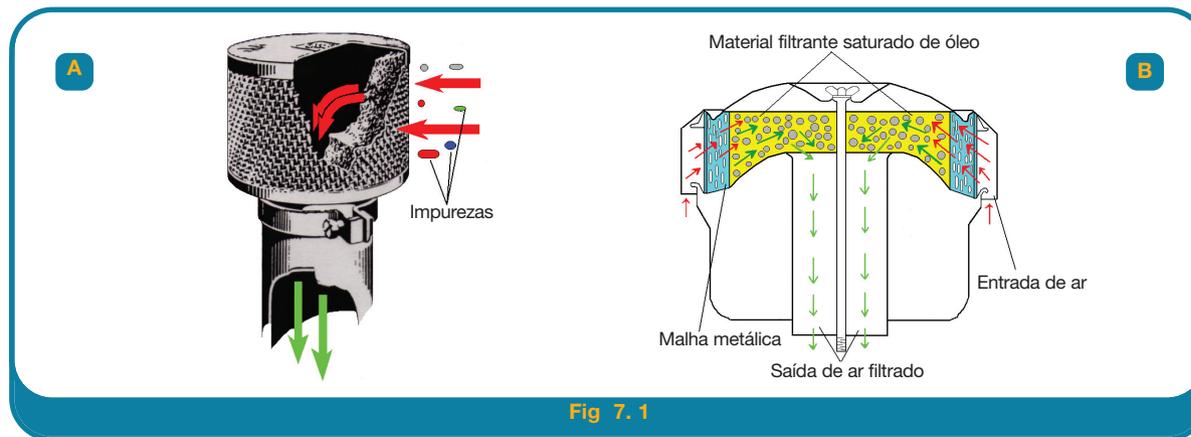


Fig 7. 1

deixa de funcionar, pelo que tem que ser retirado, lavado com combustível líquido (normalmente petróleo ou gasóleo), seco, saturado com novo óleo, recolocado e assim sucessivamente, ou então há um elemento filtrante substituível.

É usado nalguns motores pequenos, tais como, por exemplo, serras mecânicas.

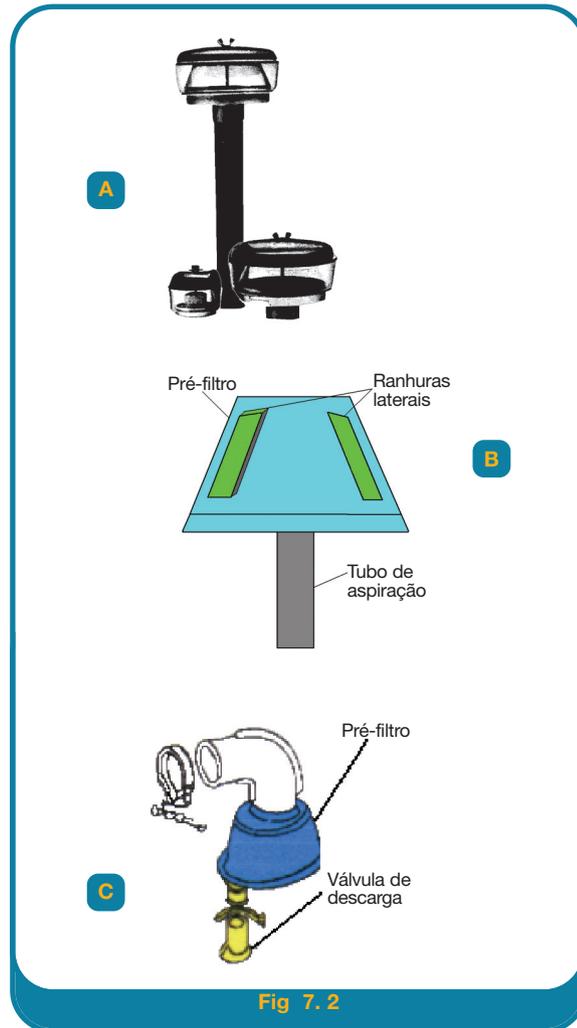
EM BANHO DE ÓLEO

Constam de *pré-filtro* e *filtro* propriamente dito. O primeiro tem por função reter as impurezas de maiores dimensões e pode ser do tipo **chapéu centrífugo** o qual tem, na parte inferior, umas **palhetas em persiana**, inclinadas, que obrigam o ar a entrar em

turbilhão circular, o que faz com que as poeiras maiores sejam atiradas contra as paredes internas e fiquem retidas numa espécie de taça **(2)**, de vidro ou plástico (Fig 7.2 - A), saiam por ranhuras laterais (Fig 7.2 - B), ou sejam retiradas por intermédio de uma válvula de descarga (Fig 7.2 - C), conforme se trate de um tipo ou de outro.

(1) As partículas de pó são abrasivas pelo que provocam enormes desgastes nos componentes dos motores.

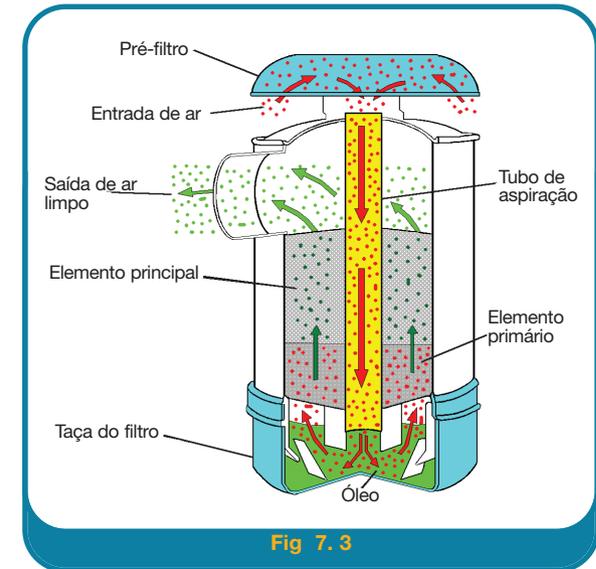
(2) Conforme as condições de poeira em que o motor trabalha assim se lhe pode colocar um pré-filtro de tamanho adequado e na posição mais indicada, desde que a secção do tubo de aspiração seja a mesma.



Tal como se pode ver nas figuras 7.3 e 7.4, o ar entra pelo **pré-filtro** e segue pelo **tubo de aspiração** até uma **taça**, contendo óleo (3) a um nível indicado, o qual deve estar correcto, pois o tubo rasa-o sem nele mergulhar de modo a que o ar, ao descer, seja obrigado a fazer uma curva apertada, arrastando-o (óleo) para os elementos filtrantes.

O ar segue através das **redes de filtração** (elementos de filtração), primária e principal, onde deixa alguma impureza que ainda possa existir e vai, já limpo, para os cilindros do motor, através do colector de admissão.

Diariamente, ou mais que uma vez ao dia, conforme a natureza e o local de trabalho, o **nível de óleo da taça** deve ser verificado porque, com a acumulação de impurezas, torna-se mais espesso e sobe de nível, podendo tapar a boca inferior do tubo (4), arrastando-o para o interior dos cilindros; se tal suceder há avarias, porque este óleo contém impurezas que, entre outras coisas, podem riscá-los. Se o nível estiver demasiado baixo o ar passa sem ser devidamente filtrado.



(3) O óleo que se utiliza nas taças dos filtros é igual ao do motor.

(4) Há filtros de ar em banho de óleo em que o tubo de aspiração mergulha no óleo da taça e o ar passa através dele, mas são diferentes dos outros e já vêm para tal preparados.

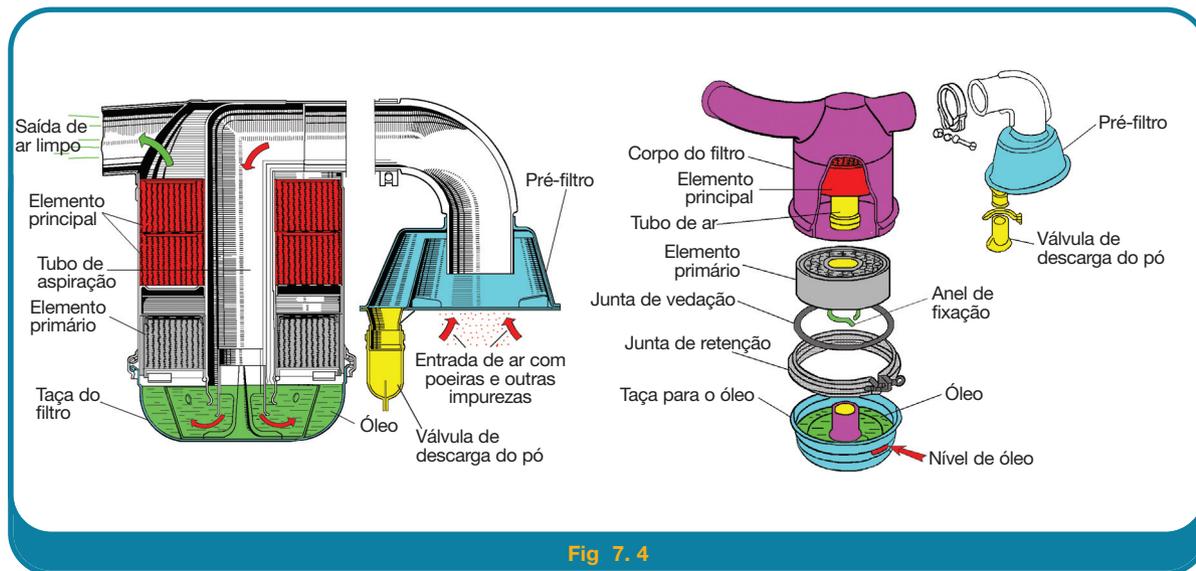


Fig 7. 4

A má manutenção destes filtros (5) provoca a colmatagem progressiva das redes de filtração primária e principal (especialmente a primeira); neste caso o ar não penetra livremente no motor originando uma deficiente queima do combustível, o que provoca fumos negros no escape, excesso de consumo, perda de potência e engorduramento acelerado do motor.

A pessoa que procede à manutenção deve estar protegida com roupa e calçado adequados e luvas de protecção.

O óleo, além de ser prejudicial à pele, é escorregadio; caso haja derrames, deitar, sobre ele, areia, ou serradura e varrer convenientemente.

SECOS

Estão preparados, tal como os anteriores, para uma filtragem em duas etapas: *pré-filtração* e *filtração*; a primeira pode ser executada por um pré-filtro centrífugo, igual ou semelhante ao dos filtros em banho de óleo, ou, na maioria dos casos, o ar é

dirigido para o elemento filtrante, cilíndrico, a alta velocidade, de forma a estabelecer uma *rotação centrífuga* à volta dele, a fim de eliminar 80 a 90 % das impurezas e reduzir, assim, a sua carga. No caso da figura 7.5 o ar é dirigido para um lado do escudo metálico.

Aqui inicia-se a acção centrífuga que continua até alcançar o extremo da caixa do filtro, onde parte da sujidade cai num *acumulador*, no final do qual está uma *válvula de descarga*, que é um dispositivo de borracha em forma de bico de pato e que se mantém ligeiramente aberto, para que as impurezas saiam arrastadas pelo ar que continuamente passa por ele.

Na figura 7.6 o elemento filtrante contém *alhetas inclinadas* ou *palhetas direccionais*, para onde o ar é conduzido, iniciando-se a acção centrífuga, tal como no caso anterior. No extremo da caixa do filtro a sujidade passa, através de uma fenda, para uma taça, que deve ser esvaziada diariamente, ou mais vezes ao dia, se necessário.

(5) Os elementos filtrantes (redes de filtração) primário e principal devem ser, anualmente, desmontados e devidamente lavados.

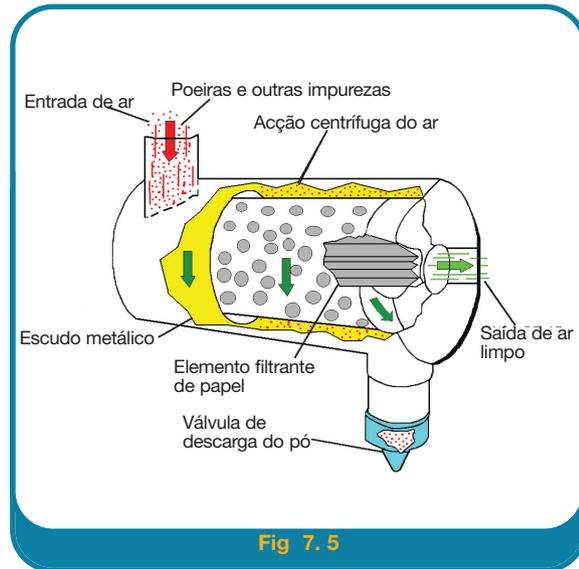


Fig 7. 5

Há filtros que, em vez de palhetas direccionais, têm vários tubos, de pequena secção e em espiral, a fim de aumentarem a velocidade do ar, facilitando assim a acção centrífuga e melhorando a percentagem da pré-filtração, eliminando 95% dos resíduos antes de entrarem no filtro de ar principal (6).

A partir daqui, o ar, quase totalmente limpo, passa através dos orifícios da camisa metálica que envolve e protege o *filtro de papel* que se encontra no interior. A filtração realiza-se à medida que o ar passa através dele, eliminando assim as pequenas impurezas restantes.

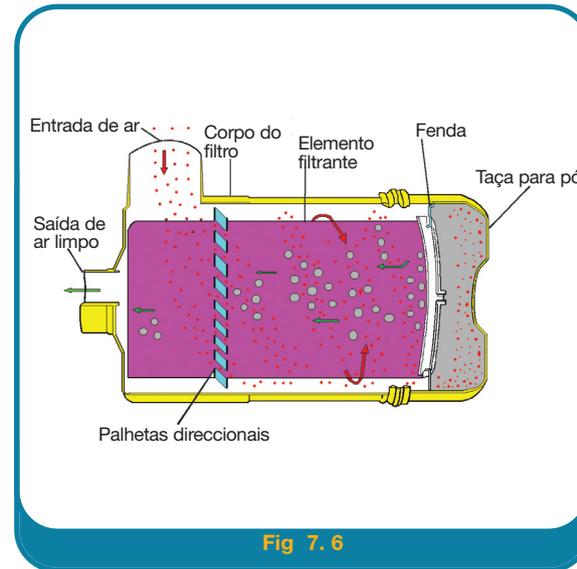


Fig 7. 6

Há filtros, como o da figura 7.7, que têm um *indicador de obstrução* que funciona por cores: branco – limpo; verde – pouca obstrução; vermelho – obstruído, portanto, limpar.

Outros há em que o entupimento nos é indicado por um sinal, sonoro ou luminoso.

De qualquer forma, a partir de uma determinada obstrução o funcionamento do motor começa a ser diferente, pois a falta de ar impede a queima correcta do combustível.

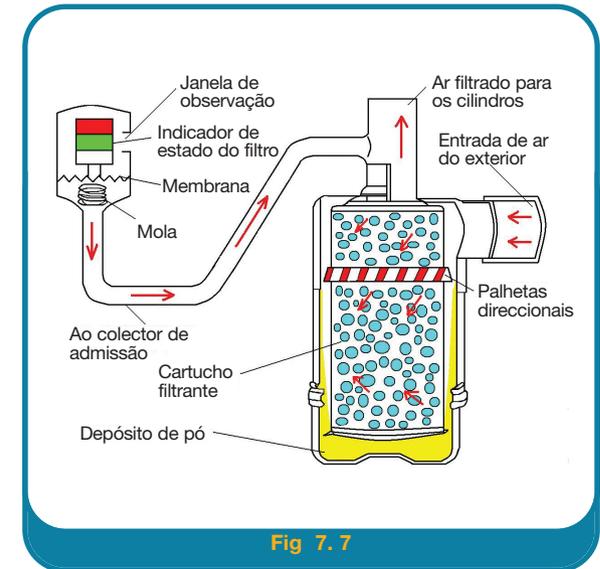


Fig 7. 7

A limpeza destes elementos filtrantes faz-se batendo-os na mão (nunca contra uma superfície dura) ou “soprando-os”, *de dentro para fora* (ao contrário da entrada das impurezas), tal como se pode ver na figura 7.8. (7)

(6) O sistema descrito foi estudado e desenvolvido pela fábrica John Deere.

(7) Repare-se que o elemento filtrante da figura 7.8 não tem palhetas direccionais.

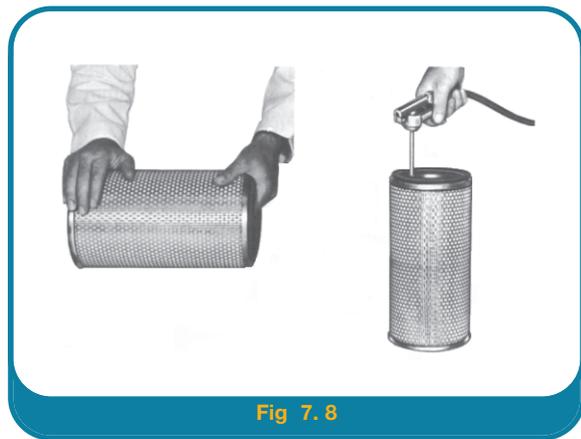


Fig 7.8

Ter em atenção que o “sopro” deve ser fraco, não excedendo nunca uma pressão superior a 4 kg/cm^2 , para não romper o papel filtrante.

O elemento deve ser substituído anualmente, ou quando o manual de instruções o indicar e deve-se vistoriar periodicamente, a fim de verificar se o papel está ou não roto. Isto faz-se, em local escurecido, introduzindo uma lâmpada no interior; se houver qualquer rotura é perfeitamente visível.

SOBREALIMENTAÇÃO

Inicialmente era efectuada através de uma **turbina**, accionada mecanicamente, com o objectivo de

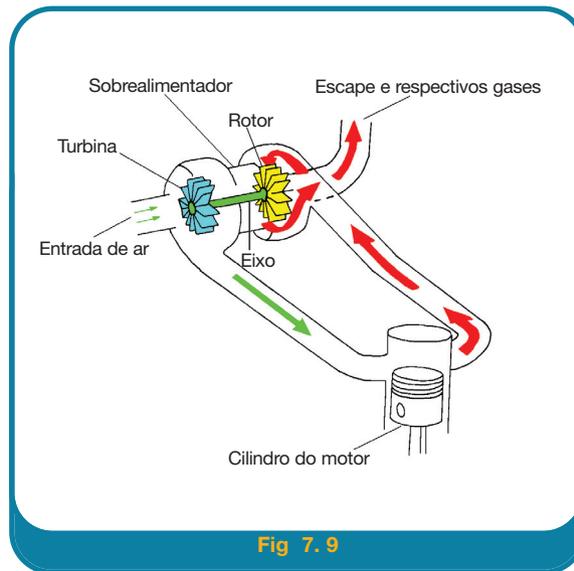


Fig 7.9

introduzir mais ar nos cilindros, a fim de queimar totalmente o combustível introduzido, o que não sucedia. O sistema absorvia potência e não era eficaz.

Apareceu então outra forma (Fig 7.9) a aproveitar os gases de escape, os quais accionam um **rotor** que, por intermédio de um **eixo**, faz girar uma **turbina** que introduz mais ar no cilindro, podendo assim queimar totalmente maior quantidade de combustível, aumentando a potência do motor. Estamos perante o chamado **turboalimentador**.

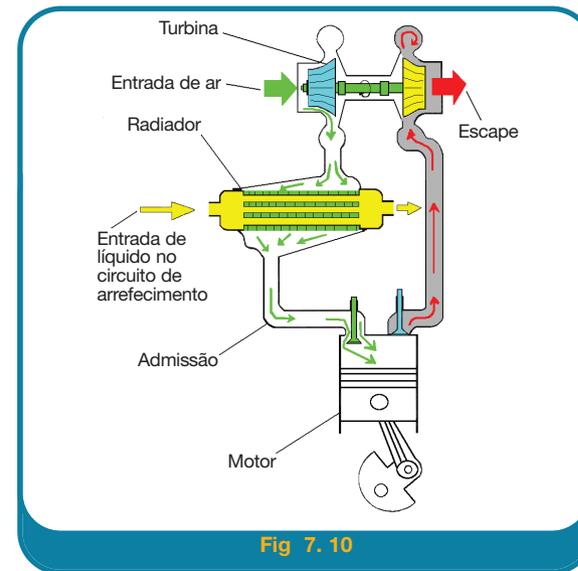


Fig 7.10

Posteriormente foi desenvolvido um sistema para arrefecer o ar da sobrealimentação, conhecido por **intercooler (8)**; é constituído por um circuito de arrefecimento, a líquido (Fig 7.10), ou a ar (Fig 7.11),

(8) O **intercooler** apareceu para arrefecer o ar da sobrealimentação porque, ao passar pelo turbo, é fortemente pressionado para entrar dentro dos cilindros e, dessa forma, atinge temperaturas consideráveis fazendo com que o ar se dilate e leve para o interior do cilindro menos oxigénio, necessário para a combustão.

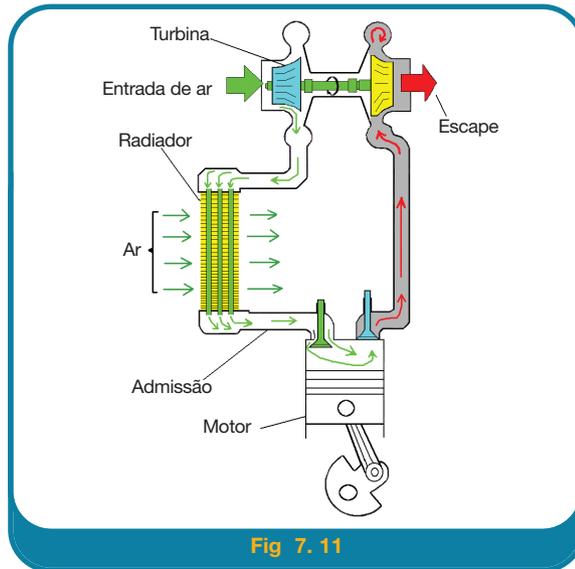
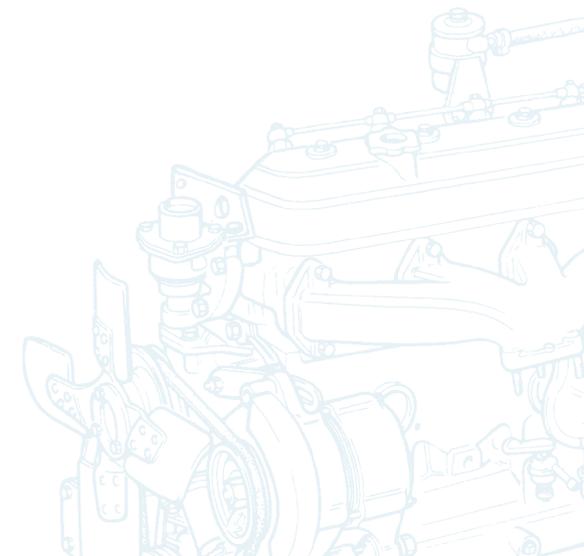


Fig 7.11

que se coloca entre o turboalimentador e o motor; como o ar frio é mais denso que o quente **(9)** aumenta o número de moléculas de oxigénio, o que permite não só a introdução de mais combustível como a sua melhor queima, aumentando-se ainda mais a potência com o mesmo ou menor consumo específico.

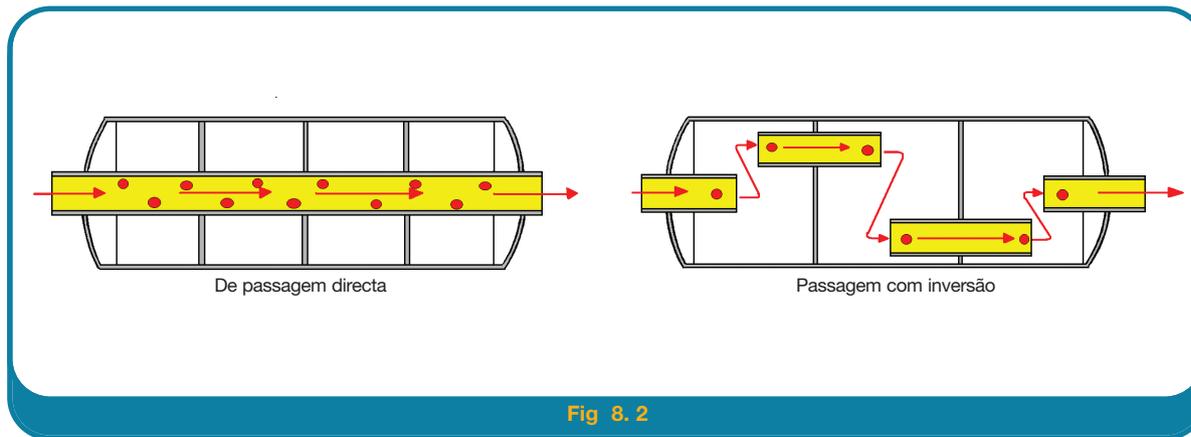
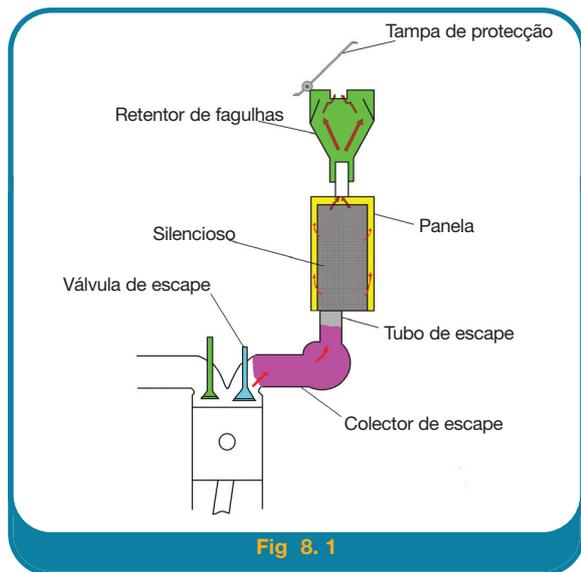
O funcionamento consiste, basicamente, na passagem do ar através de um *radiador*, em que a permuta de temperatura é assegurada por um líquido (normalmente água) em circulação, ou por uma corrente de ar forçada.

(9) Isto é válido desde que o ar não se encontre num recinto hermeticamente fechado, como é o caso.



Na Nota Técnica nº 5 – Ciclo de funcionamento de um motor Diesel a 4 tempos – vimos que, no 4º tempo ou de escape, os gases resultantes da combustão são expelidos para o exterior; como tal temos um **sistema de escape** (Fig 8.1) que tem por função dissipar os gases combustos, o calor provocado, silenciar os ruídos do motor e eliminar os resíduos. É constituído por *válvula de escape, colector de escape, tubo de escape, silencioso e retentor de fagulhas*.

Sobre a **válvula de escape** já falámos na Nota Técnica nº. 6 – Sistema de distribuição.



Colector de escape

É constituído por um **tubo** “ramificado” e com tantas “ramificações” quantos os cilindros do motor; tem por missão recolher os resíduos resultantes da combustão e canalizá-los para o tubo de escape.

Tubo de escape

Recebe, do colector respectivo, os resíduos e condu-los ao silencioso.

Silencioso – Panela de escape

Há quem considere silencioso e panela a mesma coisa; quanto a nós e com todo o respeito pelas

opiniões alheias, a **panela** é uma câmara no interior da qual se encontra o **silencioso**, que tem por função reduzir a energia dos gases de escape, com a conseqüente diminuição do ruído.

Há, normalmente, dois tipos de silencioso (Fig 8.2):

- **De passagem directa** – consiste num tubo interior, perfurado e que atravessa a panela, a qual deve ter um diâmetro, aproximadamente, três vezes maior que o do tubo; o espaço entre ambos pode encher-se com material resistente ao calor e isolante do ruído.

- **Por deflexão** – também designado *de passagem com inversão*, tem várias câmaras que comunicam entre si por bocados curtos de tubo, dispostos de

forma a que os resíduos sofram várias mudanças de sentido até à boca de saída.

O silencioso actua como uma câmara de expansão, amortecendo os ruídos.

Retentor de fagulhas

Dispositivo que pode ser incorporado na boca de saída para, como o próprio nome indica, reter alguma fagulha que possa aparecer, evitando que a mesma saia para o exterior e provoque algum incêndio.

Sempre que o tubo de saída esteja virado para cima, com ou sem retentor de fagulhas, deve existir uma **tampa de protecção** para que, com o motor parado, não entrem por ele impurezas e/ou água.

Nalguns casos não há tampa mas existe um orifício, estrategicamente colocado, por onde as impurezas e/ ou a água podem sair; se assim não for corre-se o risco de entrarem para o silencioso, danificando-o e até atingirem o colector.

Este sistema deve estar limpo e sem amolgadelas, para que não haja impedimentos na saída dos resíduos; se tal suceder reduz-se a secção dos componentes e produz-se, no sistema, um aumento de pressão que origina perdas de potência e maiores consumos. Por este motivo, ao substituir-se um escape

deve-se fazê-lo, sempre, por outro de secção idêntica e nunca inferior à original.

Todo o sistema deve ser vistoriado anualmente, mas sempre que se verifique qualquer fuga esta deve ser imediatamente reparada, muito especialmente no caso de máquinas equipadas com cabina, pois pode haver concentração de gases dentro dela.

CATALISADOR

Actualmente, os motores das máquinas agrícolas não estão equipados com **catalisador** mas, num futuro muito próximo, com certeza que isso acontecerá, pelo que damos uma pequena informação sobre o assunto.

Catalisar significa estimular, ou acelerar uma reacção; é o que faz o catalisador com os resíduos da combustão. É uma peça existente no sistema de escape dos veículos automotrizes e localiza-se logo após o colector do escape; é formada por um miolo cerâmico ou metálico (Fig 8.3), em forma de colmeia e composta por substâncias químicas que reagem com eles, convertendo-os em vapor de água e outros gases não tóxicos, tais como nitrogénio, por exemplo.

Trata-se, portanto, de um componente do escape que assegura o controlo das emissões poluentes.

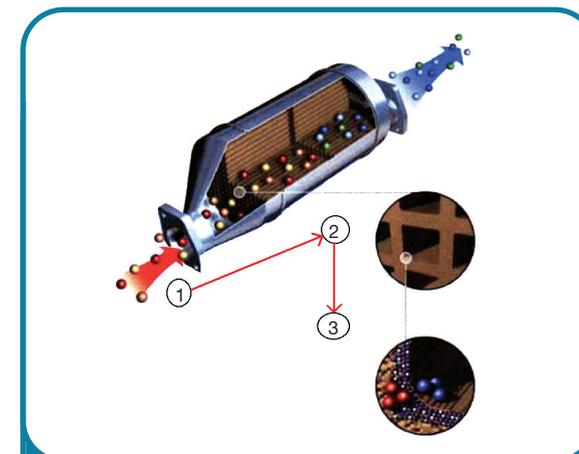


Fig 8.3

1 – O tubo de saída do motor leva os gases poluentes ao catalisador;

2 – Os gases são filtrados pela estrutura em forma de colmeia;

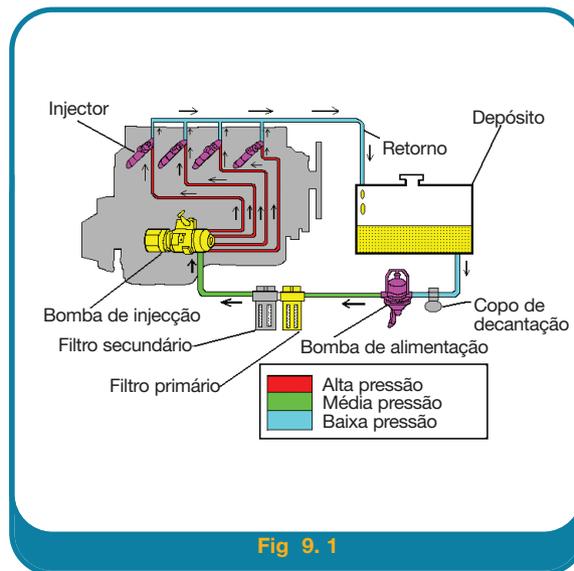
3 – A estrutura é feita de substâncias que reagem com os gases, convertendo-os noutros menos ofensivos.

É um componente caro e são necessários alguns cuidados para o seu bom funcionamento e conservação, tais como, por exemplo e entre outros, não pôr a máquina a funcionar de empurrão, ou insistir demasiado com a ignição, pois há o risco de enviar combustível ao catalisador antes de ser queimado, o que pode danificá-lo.

É o responsável pelo abastecimento de *combustível* aos cilindros, o qual sai do *depósito* por gravidade, ou é aspirado pela *bomba de alimentação*; passa, nalguns casos, por uma espécie de pré-filtro com *copo de decantação*, seguindo para a *bomba de injeção*, passando previamente por um ou dois *filtros*. Quando não existe pré-filtro, o copo encontra-se num dos filtros. Da bomba de injeção sai, doseado e a alta pressão, para os *injectores*, que o pulverizam no interior dos cilindros.

É constituído, na maior parte dos casos e como se pode ver na figura 9.1, pelos seguintes componentes:

- **Depósito de combustível** – armazena-o para que o motor o utilize sempre que necessário;
- **Copo de decantação** – retém as impurezas e a água que o combustível possa conter;
- **Bomba de alimentação** – aspira o combustível do depósito e envia-o para os componentes seguintes;
- **Filtro de combustível** – elimina-lhe as impurezas;
- **Tubos condutores** – conduzem o combustível desde o depósito até aos injectores;



- **Bomba de injeção** – encarrega-se de enviar o combustível, sob pressão, aos injectores;

- **Injectores** – introduzem o combustível, devidamente doseado e finamente pulverizado, nos cilindros;

- **Tubos de retorno** – enviam o combustível em excesso ao depósito, ou ao filtro;

Há também:

- **Câmaras de combustão e sistemas de injeção** – locais onde o combustível é queimado no seio do ar quente, segundo a pressão e a forma de injeção;

- **Arranque a frio** – dispositivo que facilita o arranque do motor quando ele se encontra demasiado frio.

Se qualquer dos componentes anteriormente citados funcionar deficientemente o motor trabalha mal, tem desgastes excessivos, perde potência e consome mais.

Para que tudo se mantenha em ordem é necessário executar uma correcta manutenção, pois é ela a primeira e principal via para se atingir o objectivo:

BOM FUNCIONAMENTO.

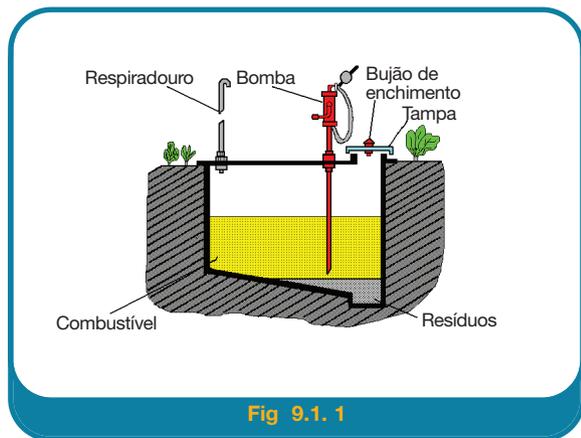


Fig 9.1.1

O armazenamento ideal é o **subterrâneo**, porque abaixo do nível do solo as temperaturas são mais constantes e há, por isso, menos condensações, para além de menores riscos. A figura 9.1.1 ilustra uma das formas deste tipo de armazenamento.

Como o caso anterior nem sempre é possível, recorre-se ao tipo **aéreo** (Fig 9.1.2), com ou sem bomba uma vez que o combustível pode ser retirado por gravidade.

Neste caso deve estar protegido por uma cobertura, tipo telheiro, por causa das variações de temperatura, que originam grandes condensações.

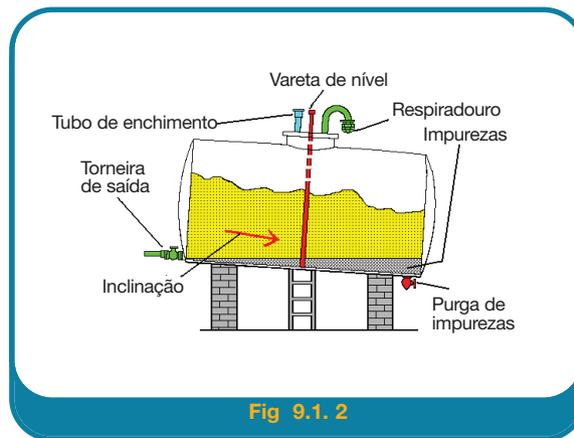


Fig 9.1.2

Nos casos anteriormente ilustrados há um respiradouro e, no primeiro, uma cavidade para a acumulação de impurezas e água, que são retiradas por uma bomba de aspiração apropriada; no segundo retiram-se através de uma torneira ou bujão de descarga, visto que o depósito se encontra inclinado.

O sistema ainda mais utilizado nas nossas explorações agrícolas é em **bidões** onde, por motivos vários, os cuidados devem ser maiores. Vejamos então os principais e seus porquês:

1 - Na figura 9.1.3 o recipiente está e bem, colocado *sob coberto*, em cavaletes e com uma inclinação

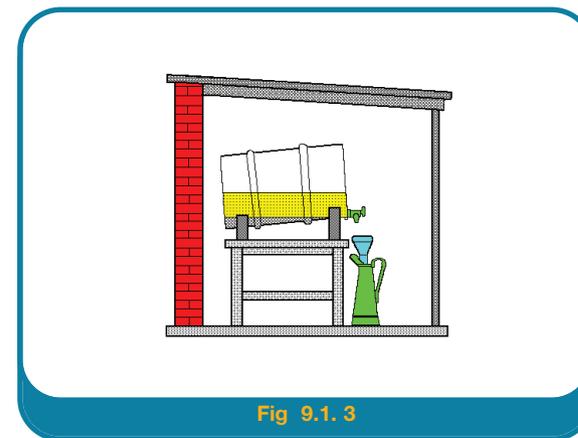
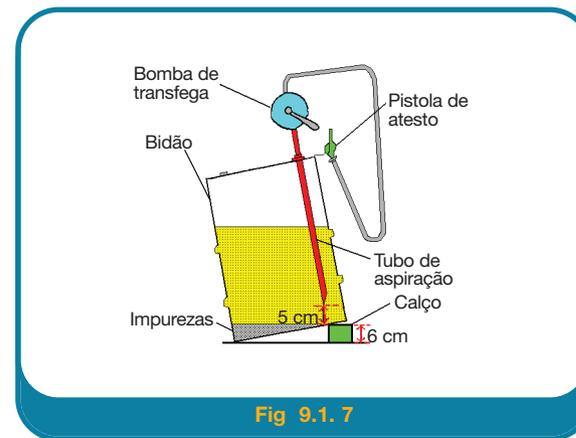
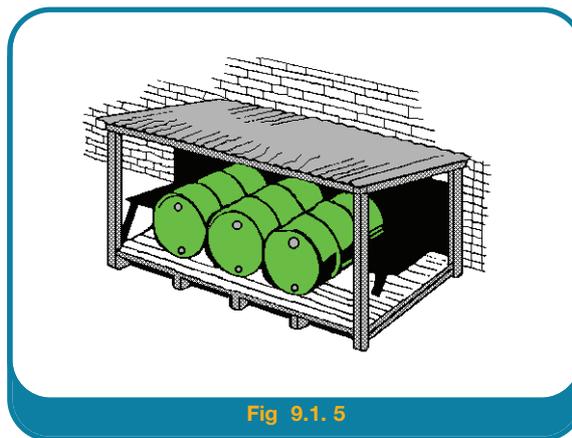
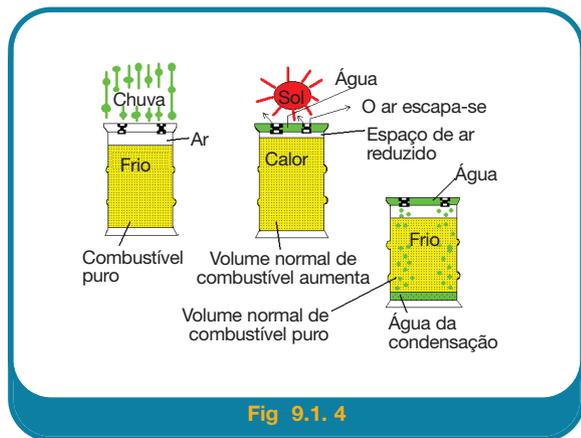


Fig 9.1.3

contrária à torneira de saída, para que as impurezas e a água se decantem sem com ela contactarem;

2 - O armazenamento *ao relento* pode originar vazamentos, portanto perdas, devido não só a uma má manipulação mas às tensões a que as costuras dos bidões são submetidas, pela dilatação e contracção do metal durante as variações térmicas;

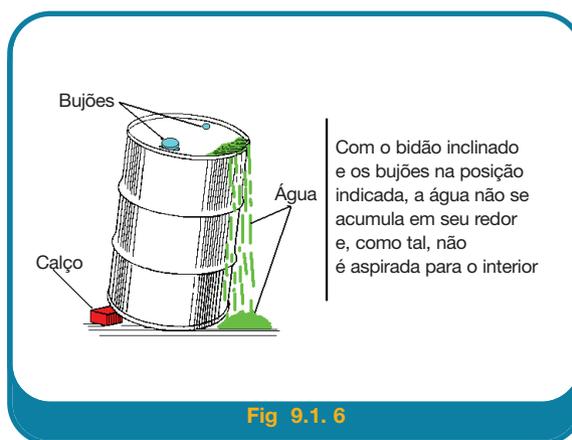
3 - A contaminação com água e ferrugem é outro inconveniente; por exemplo: se um tambor ficar de pé, a água da chuva acumula-se na tampa e infiltra-se, lentamente, pelos bujões, mercê da “respiração” do tambor durante as variações da temperatura; ao



abrirem-se dá-se nova contaminação, com a ferrugem e sujidade acumuladas na tampa (Fig 9.1.4);

4 - Sempre que não haja outra possibilidade, para além do ar livre, os bidões devem ser deitados sobre suportes de madeira ou metal e guardados com uma cobertura, mesmo que provisória, tal como, por exemplo, a da figura 9.1.5;

5 - Se não houver esta possibilidade e tiverem que ficar *de pé e ao relento*, deverão inclinar-se, por intermédio de um *calço*, de forma a que os bujões, bem apertados, fiquem na posição contrária à inclinação, para que a água da chuva (ou outra) não se possa acumular em seu redor (Fig 9.1.6).



Com este armazenamento o combustível só deve ser utilizado *após um repouso de, pelo menos, 24 horas*; depois e com o tambor ao alto, coloca-se-lhe um *calço*, de aproximadamente 6 cm, por baixo da linha do bujão maior para que as impurezas se depositem no fundo e do lado contrário; introduz-se então o *tubo de aspiração* da bomba de trasfega, o qual deve terminar em *bisel* e ficar afastado do fundo cerca de 5 cm, para não haver possibilidade de contacto com as impurezas (Fig 9.1.7). A partir daqui retira-se para onde for necessário.

Junto dos combustíveis nunca fumar ou foguear e manuseá-los com botas de borracha e luvas de protecção.

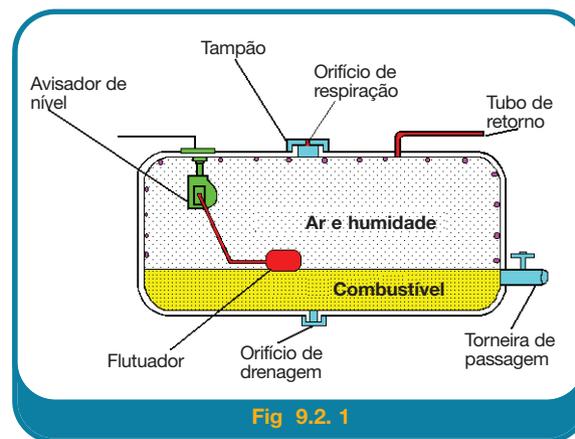
É um componente do sistema de alimentação feito em chapa de aço galvanizado na maioria dos casos, em matéria sintética ou outra, com capacidade e forma variável, conforme o espaço disponível, ou a opção feita pelo fabricante; quanto à capacidade, o construtor tem sempre em atenção a autonomia suficiente para trabalhar um dia (litros/hora x horas trabalho/dia), não sendo demasiado grande para não aumentar significativamente a massa do equipamento (Fig 9.2.1).

É um reservatório estanque, para que não possa entrar sujidade e/ou água, mas dispõe dos seguintes **orifícios**:

- **De atesto** – sempre na parte superior, preferencialmente munido de um filtro de rede para evitar a entrada de impurezas. É fechado com *tampão* próprio, o qual tem um *orifício de respiração* **(1)** que comunica com o ar atmosférico, para que este entre à medida que o combustível sai;

- **De saída** – na parte inferior, mas nunca na mais baixa a fim de impossibilitar o arrastamento de impurezas e água que possam existir; é nele que se coloca a *torneira de passagem*, que deve estar equipada com filtro de rede;

- **De drenagem** – no fundo do depósito e é fechado com um *tampão roscado* a fim de, se necessário, o esgotar totalmente;



- **De retorno** – local onde existe o *tubo de retorno*, que recebe os excedentes de combustível vindos da bomba de injeção e dos injectores.

Além dos orifícios citados existe um *indicador do nível de combustível* que nos indica, a todo o momento, o nível existente; actualmente é eléctrico e consta de duas partes: uma montada no painel de instrumentos e outra no depósito; esta última é composta por um *flutuador* e um *reóstato*, que pode ser de contacto deslizante, ou de falange em bimetal.

O depósito deve ser *atestado no final de cada dia de trabalho*, para retirar o ar quente do interior, a fim de se evitarem condensações durante o arrefecimento,

das quais resulta água que se deposita e que pode vir a causar danos na bomba de injeção. Este trabalho é feito com o motor parado, de preferência não muito quente e sem fumar ou foguear, para evitar qualquer incêndio ou explosão, pois o combustível é inflamável.

Anualmente e se possível **(2)**, faz-se a limpeza do depósito da seguinte forma:

- 1 – Esvazia-se, desmonta-se e limpa-se com água, ou vapor, retirando sempre o flutuador;
- 2 – Enchagua-se, com água quente, até eliminar todos os resíduos do combustível;
- 3 – Introdz-se-lhe uma corrente metálica e agita-se, para “raspar” as impurezas que estejam agarradas;
- 4 – Repete-se a operação 2;
- 5 – Seca-se bem, com ar comprimido e monta-se de novo.

(1) O orifício de respiração deve estar sempre limpo e desobstruído; se tal não suceder o ar atmosférico não entra no depósito e o motor pára, porque o combustível não chega à bomba de alimentação.

(2) Há depósitos que, devido ao seu posicionamento e não só, são de desmontagem complexa, o que torna bastante inviável a sua desmontagem anual.

Procedendo assim evitam-se avarias desagradáveis tais como filtros entupidos e roturas por corrosão, as quais, se no depósito e uma vez detectadas, só devem ser reparadas numa casa da especialidade, pois qualquer chama, ou fagulha, pode provocar uma explosão.

Nunca se deve deixar esgotar o combustível, porque entra ar no sistema e este deixa de funcionar (desferra) originando perdas de tempo e arrastamento de impurezas e/ou água para os filtros, bomba de injeção e injectores.

No manuseamento dos combustíveis há que ter em atenção que são tóxicos e inflamáveis, portanto, poluentes e explosivos; como tal evitar a proximidade de lume, temperaturas altas, exposições prolongadas ao sol, locais pouco arejados e derrames.

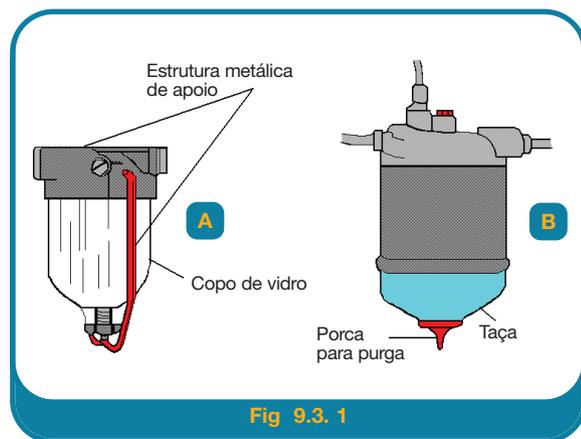


Fig 9.3. 1

Colocado entre o depósito e a bomba de alimentação, é um componente que, como o nome indica, tem por função decantar o combustível permitindo assim que algumas impurezas e/ou água fiquem nele depositadas. Pode ter, à entrada, uma rede metálica. Pela sua função é, para todos os efeitos, um pré-filtro.

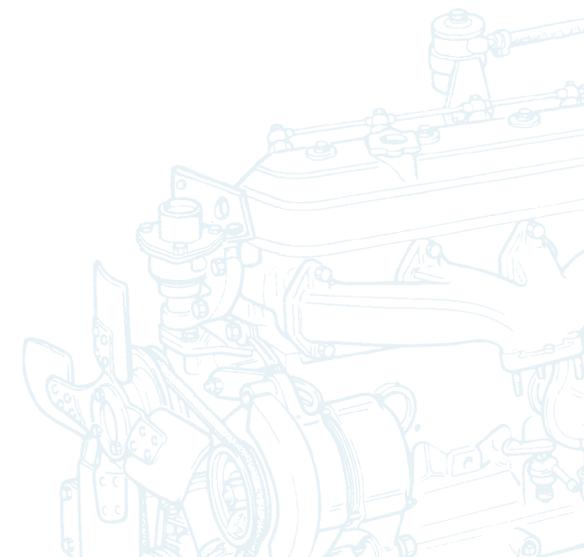
Normalmente existem, como a figura 9.3.1 nos mostra, dois tipos: A e B.

O **A** consta de um copo em vidro com uma estrutura metálica de apoio; o **B** não é mais do que um aproveitamento da parte inferior do filtro (razão pela qual muitos não o consideram como um verdadeiro copo de decantação), formando uma taça que pode

ser de vidro; quando é em chapa a verificação visual é impossível, pelo que a *purga* tem que ser diária, através de um *parafuso*, ou *porca de orelhas*, existente na parte inferior.

Se no copo aparecer, com frequência, uma quantidade considerável de impurezas e/ou água é porque, no depósito, existe grande quantidade das mesmas, sendo necessário limpá-lo.

Se a purga não for feita com a assiduidade devida haverá prematura saturação do filtro, com a conseqüente substituição antecipada, para além do risco de roturas que podem deixar passar combustível com impurezas.



Está colocada entre o depósito e o/s filtro/s; é indispensável quando aquele se situa a um nível inferior a este/s, evitando a quebra de alimentação que originaria um funcionamento irregular do motor.

Há dois tipos: **de membrana** e **de êmbolo** sendo, normalmente, o primeiro utilizado quando a bomba de injeção é rotativa e o segundo quando é em linha.

DE MEMBRANA

Também conhecida por **bomba de diafragma**, pode ser mecânica ou eléctrica.

A **mecânica** (Fig 9.4.1) é constituída por um *corpo de bomba* com duas *válvulas unidireccionais*, uma de entrada e outra de saída; no interior existe uma *membrana elástica* ou *diafragma*, que recebe movimento de vai e vem através do *braço de accionamento*, o qual é impulsionado pelo *excêntrico* tal como se vê no esquema, em corte, da figura 9.4.1 - B.

O *diafragma*, ao baixar por acção do excêntrico, aspira combustível pela válvula de entrada, que se abre pelo abaixamento da pressão criada na *câmara interior*, enquanto a válvula de saída permanece fechada; na subida, por acção da mola de recuperação, fecha-se a válvula de entrada e, pelo

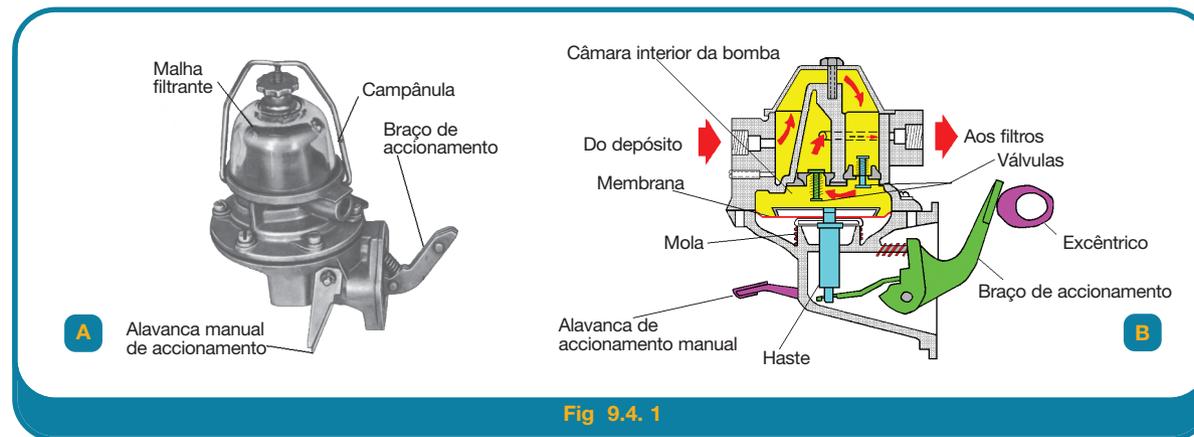


Fig 9.4. 1

aumento de pressão, abre-se a de saída, graças à *mola de recuperação*, que também pressiona o combustível até à bomba de injeção, fazendo-o passar pelos filtros.

A **eléctrica**, tal como mostra a figura 9.4.2, consta de um *fole*, metálico e flexível, accionado por um *electroiman*, que faz accionar as válvulas de entrada e saída. De uma maneira geral, é utilizada quando o depósito está distante do motor.

DE ÊMBOLO

Também designada por **bomba de pistão**, é accionada pelo excêntrico e constituída por um

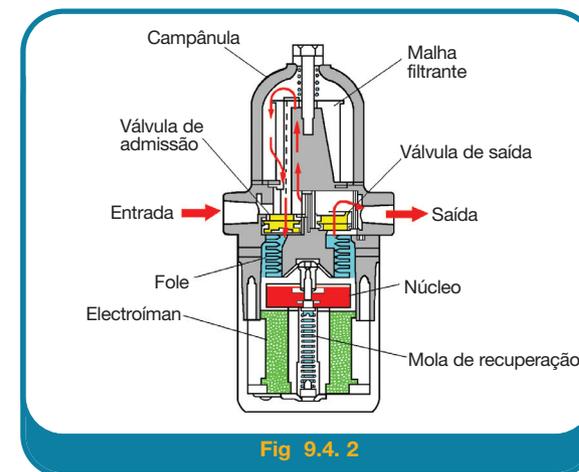
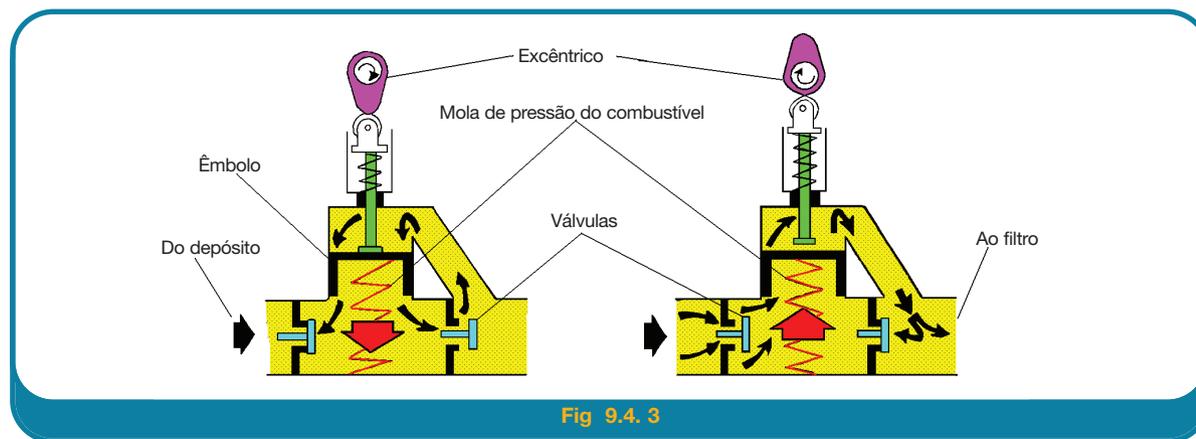


Fig 9.4. 2



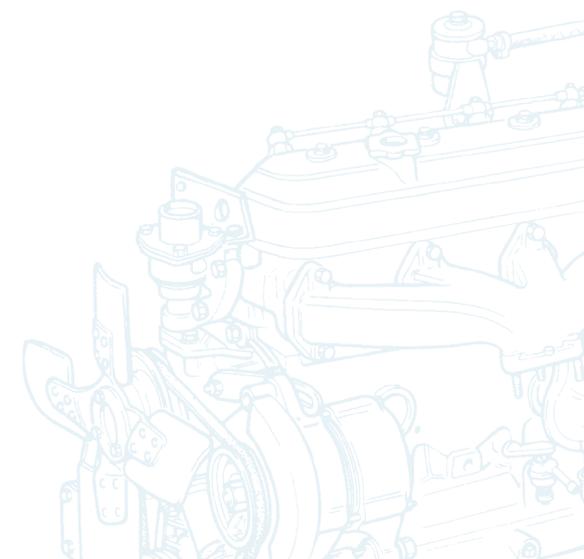
corpo de bomba, um cilindro, um êmbolo com mola de recuperação ou pressão do combustível e duas válvulas, semelhantes às da bomba de membrana.

O funcionamento, esquematizado na figura 9.4.3, resume-se ao accionamento do *êmbolo* que, no movimento de vai e vem, faz com que o combustível entre pela válvula respectiva, saia pela de saída e daí siga, através do filtro, para a bomba de injeção com a pressão correcta e dada pela mola de recuperação; também tem um comando de accionamento manual para purgar o ar, quando necessário.

Se a bomba funcionar com pressão insuficiente a alimentação é deficiente; se, pelo contrário, houver pressão a mais haverá excesso de retorno.

Para que não se danifiquem é fundamental que o combustível lhes chegue “o mais puro” possível.

Periodicamente e de acordo com o manual de instruções, devem-se desmontar e limpar convenientemente.



O combustível aparece, frequentemente, com impurezas, sendo as mais frequentes os silicatos, que funcionam como abrasivos e o enxofre que, misturado com a água, forma resíduos ácidos e corrosivos.

A bomba de injeção e os injectores são componentes de alta precisão, pelo que a pureza do combustível é fundamental para o seu bom funcionamento e conservação o que se consegue graças aos **filtros**, que estão colocados, quase sempre, entre as bombas de alimentação e injeção.

Pode haver um ou dois elementos filtrantes, designando-se assim por filtro simples ou duplo **(1)**.

FILTRO SIMPLES

É constituído por um *corpo de filtro*, uma *taça* (metálica, ou em vidro) para deposição da água e impurezas e um *elemento filtrante* em papel especial e disposto em harmónio, para aumentar a superfície de filtragem **(2)**; o elemento é um *cartucho*, o qual é substituído de acordo com os intervalos indicados pelo fabricante.

Na parte superior existe, normalmente, um *parafuso de purga* (Fig 9.5.1) a fim de remover o ar do circuito sempre que necessário; é a chamada *purga do sistema*.

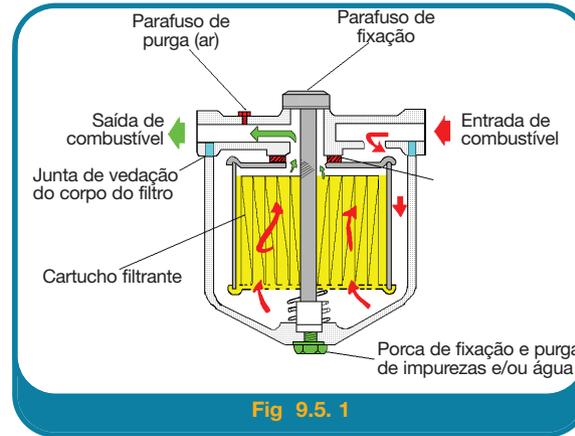


Fig 9.5.1

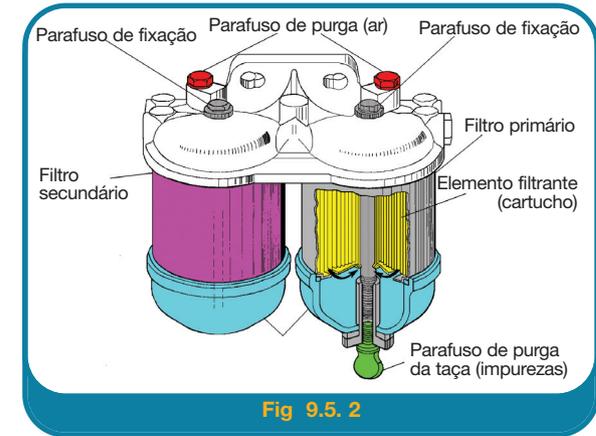


Fig 9.5.2

FILTRO DUPLO (Fig 9.5.2)

É constituído por elementos diferentes, ou semelhantes; no primeiro caso são montados **em série**, isto é, o combustível passa pelos dois em que o primeiro, denominado por *primário*, retém as impurezas maiores e a água e o segundo, chamado *secundário*, remove as de menor dimensão.

No segundo caso são montados **em paralelo**, ou seja, cada elemento assegura apenas a filtragem de parte do combustível, originando menores perdas de carga e, portanto, maior débito.

(1) As máquinas actuais vêm, quase sempre, equipadas só com um filtro.

(2) Há filtros que retêm as impurezas em dissolução; executam uma filtragem por absorção, ou por separação magnética. O sistema **por absorção** consiste em dispor o meio filtrante de forma a que as partículas sólidas e uma parte da água fiquem aderentes ao mesmo. O meio filtrante pode ser, neste caso, uma lâmina, mais ou menos grossa, de algodão, celulose, tecido grosso, ou feltro. A **separação magnética**, que se emprega para separar a água do combustível, é um sistema em que o meio filtrante é um papel especial, tratado com substâncias químicas que fazem com que a água fique, em forma de gotas, sobre a superfície do mesmo, escorregando para um recipiente existente no fundo. O referido meio filtrante também retém as partículas sólidas.

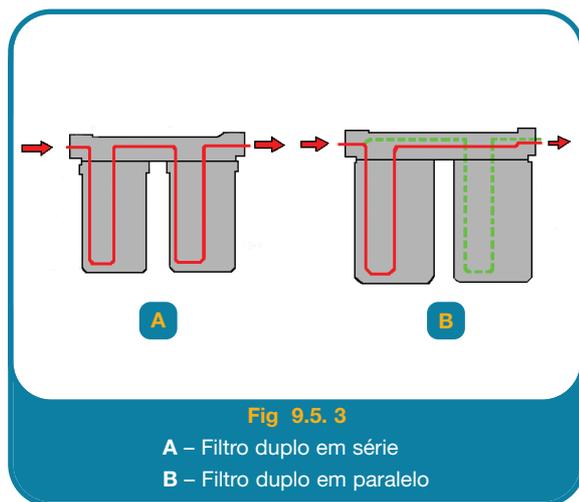


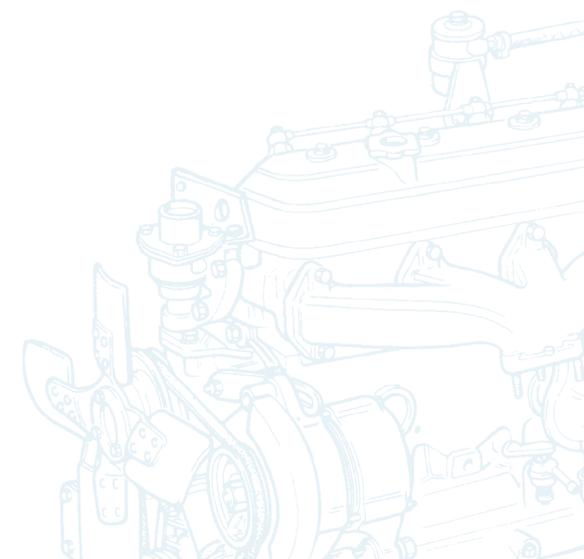
Fig 9.5. 3

A – Filtro duplo em série

B – Filtro duplo em paralelo

A figura 9.5.3 mostra um esquema do circuito em ambos os casos: **A** – em série; **B** – em paralelo.

Filtros em mau estado (sujos, por exemplo) podem ficar obstruídos, ou com roturas; no primeiro caso originam paragens do motor, por falta de combustível; no segundo passa sem ser filtrado, danificando a bomba de injeção e os injectores.



O combustível é conduzido, desde a saída do depósito até aos injectores, através de **tubos condutores**.

Como, durante o trajecto, a pressão a que o combustível é enviado é diferente, há três tipos de tubos:

- **De baixa pressão** – ligam o depósito à bomba de alimentação (ou ao filtro, no caso de ela não existir) e ao retorno e também dos injectores e bomba ao depósito ou ao filtro. *São em borracha ou metal macio;*

- **De média pressão** – ligam a bomba de alimentação à de injeção. *São em metal, borracha reforçada com cordão metálico, ou nylon;*

- **De alta pressão** – ligam a bomba de injeção aos injectores. *São sempre em metal especial, para resistirem às elevadas pressões a que são sujeitos e devem ter a mesma secção.*

As tubagens devem ser revistas periodicamente e substituídas sempre que necessário.

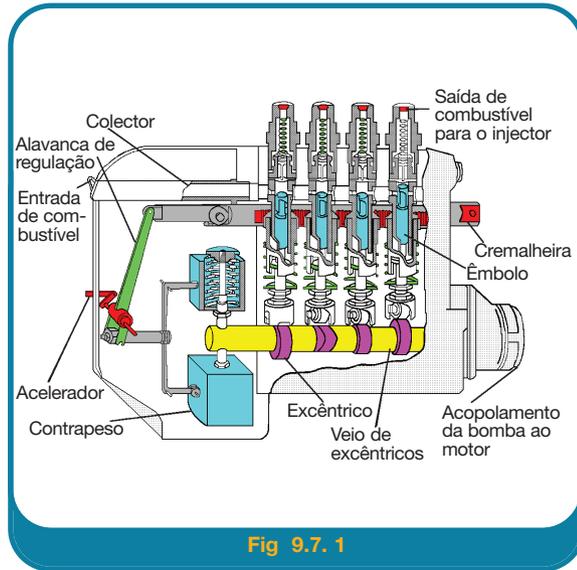


Fig 9.7.1

É o órgão do sistema de alimentação que tem como função alimentar, através dos injetores, cada cilindro, de forma regular, precisa e no momento oportuno, com a quantidade de combustível necessária. Há dois tipos: *em linha* e *rotativa*.

BOMBA DE INJEÇÃO EM LINHA (Fig 9.7.1)

Tem tantos elementos quantos os cilindros do motor; estão reunidos num só corpo e cada um alimenta o seu, dosificando o combustível a alta pressão (1).

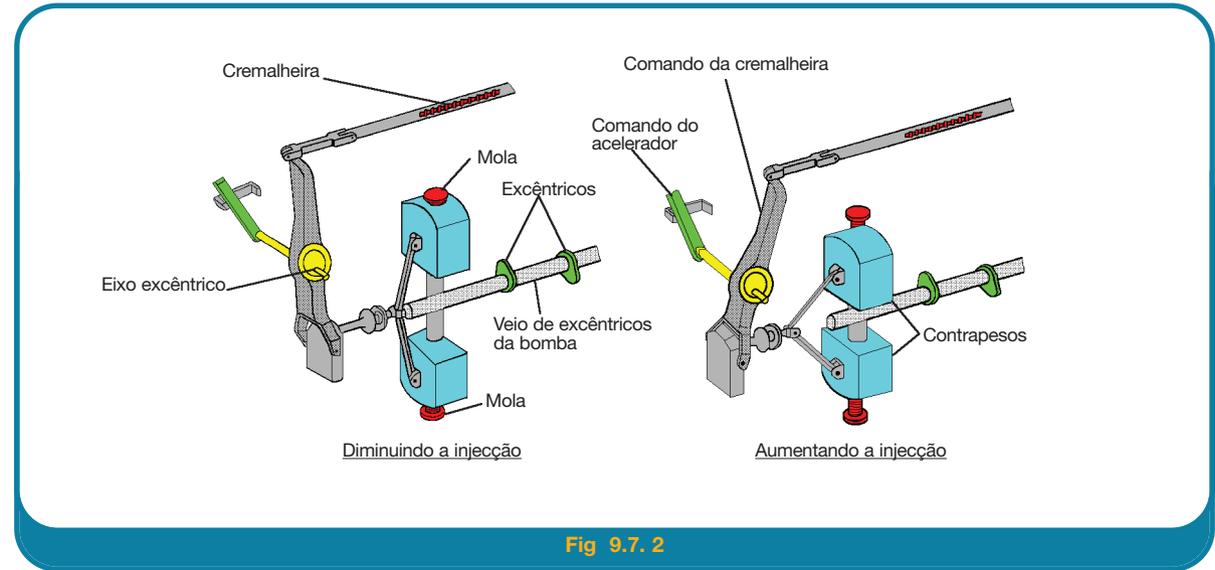


Fig 9.7.2

Cada elemento consta, essencialmente, de uma válvula de retenção com mola, orifício de entrada de combustível, um êmbolo e um cilindro, executando o êmbolo um percurso constante, isto é, percorre a mesma distância sempre que o excêntrico actua sobre ele, embora o débito da injeção seja variável em função da aceleração.

Estas bombas têm um componente denominado **regulador** que é, normalmente, de *contrapesos*. Trata-se de um componente vital, porque mantém

a velocidade quase constante do motor, evitando o embalamento, pois à medida que ela aumenta os contrapesos movem-se para fora, isto é, afastam-se, pela acção da força centrífuga, comprimindo as molas e vice-versa, tal como se pode ver na figura 9.7.2.

(1) A pressão a que a bomba de injeção envia o combustível pode ir até 300 Kg/cm².

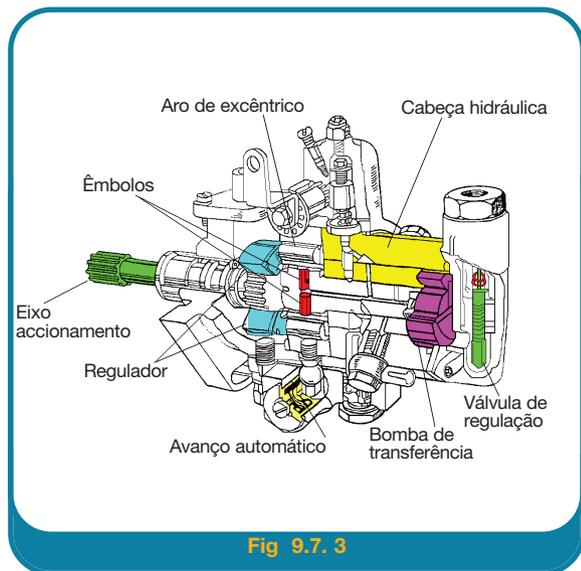


Fig 9.7.3

Há sistemas em que os elementos estão colocados individualmente, próximo do injector respectivo e não reunidos num só corpo; a injeção é mais precisa, visto que a distância entre o elemento da bomba e o injector é menor.

Existem reguladores *mecânicos*, *centrífugos*, *pneumáticos* e *hidráulicos*.

Algumas destas bombas têm um depósito para óleo, que se deve verificar e atestar, para além de mudar, de acordo com o manual de instruções da máquina.

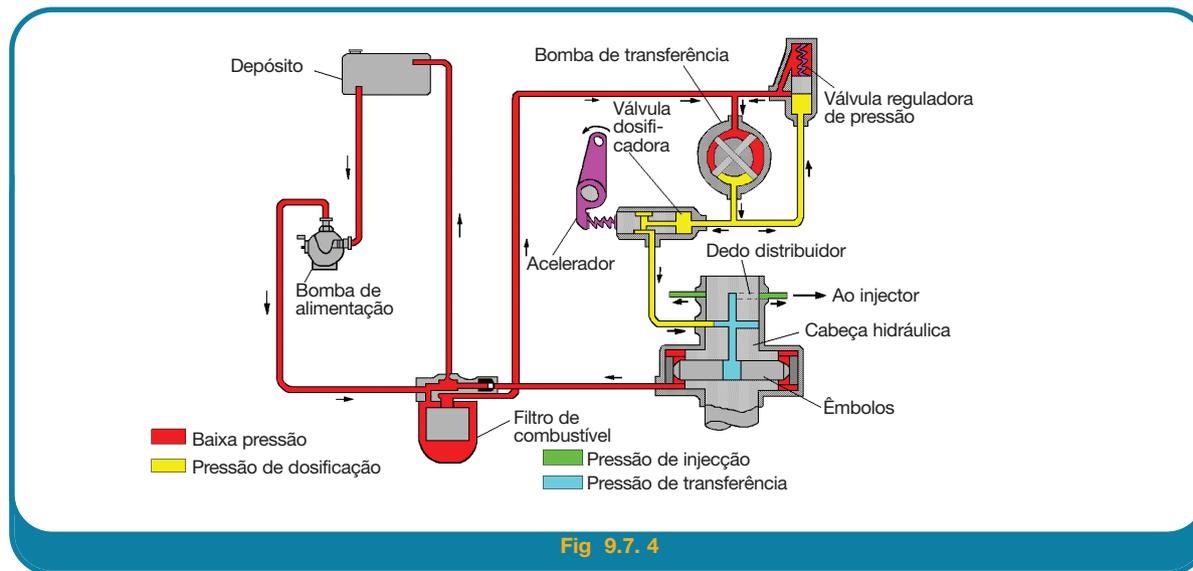


Fig 9.7.4

Há algumas que são lubrificadas pelo óleo do motor, não sendo necessária a manutenção atrás referida.

BOMBA DE INJEÇÃO ROTATIVA (Fig 9.7.3)

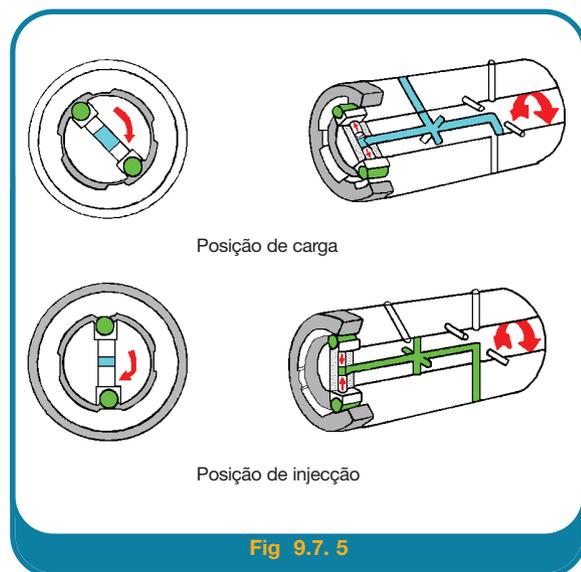
Tem apenas um *elemento de compressão* que alimenta, sucessivamente, o injector correspondente a cada cilindro do motor. Compõe-se, essencialmente, de um órgão rotativo denominado **rotor**.

O combustível, mercê da *válvula reguladora* e da *bomba de transferência*, passa por uma *válvula dosificadora*,

comandada pelo acelerador e segue para a *cabeça hidráulica*; esta, através de *dois êmbolos* simétricos, accionados por uma came e que deslizam numa cavidade disposta transversalmente em relação ao rotor, envia-o para os injectores. O exposto pode ver-se no esquema das figuras 9.7.4 e 9.7.5.

A lubrificação destas bombas é feita pelo próprio combustível.

São extremamente delicadas e encontram-se seladas, portanto, não são objectos para “mexer”; sempre

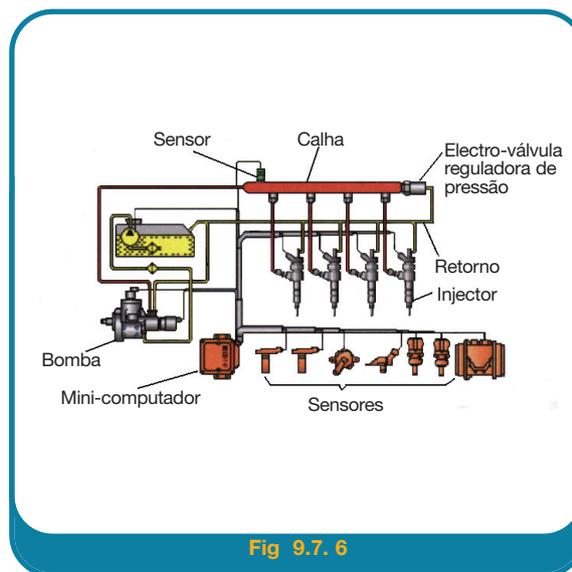


que surja algum problema devem ser enviadas a uma casa da especialidade e mais ninguém lá deverá tocar, senão os prejuízos poderão ser muito grandes.

SISTEMA COMMON RAIL

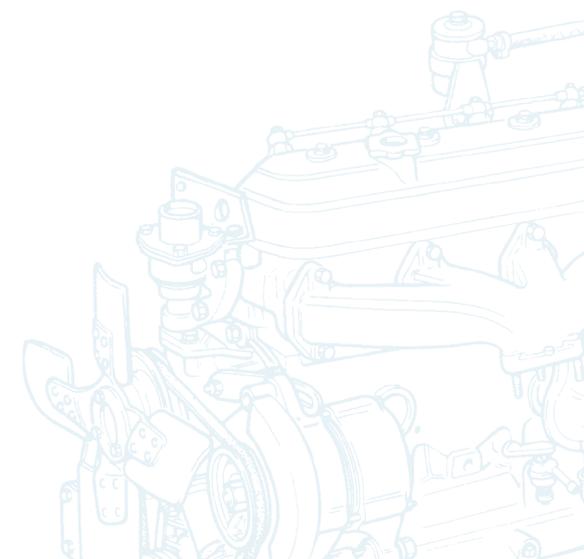
Actualmente é o sistema utilizado nos novos motores Diesel.

É constituído, como a figura 9.7.6 ilustra, por uma *bomba de alta pressão* que envia o combustível para uma *calha*, comum às tubagens dos injectores, onde



há uma *electro-válvula* que assegura a existência de uma pressão constante.

A chegada do combustível à válvula do injector é assegurada por *sensores* electrónicos, comandados em função da carga e rotação do motor.



O **injector** é, basicamente, uma válvula de alta pressão que recebe combustível enviado pela bomba de injeção e o introduz, sob a forma de jacto finamente pulverizado, no interior da câmara de combustão, de modo a poder espalhar-se facilmente por toda a massa de ar aí existente, criando boas condições para que se dê a sua inflamação e queima, tão completa quanto possível.

A pressão de injeção determina a dimensão das gotículas que, ao penetrarem no ar quente, se inflamam.

Há dois tipos de injectores, conforme a *forma da abertura*: para dentro e para fora (Fig 9.8.1 – A e B, respectivamente).

Nos de **abertura para dentro** a pressão do combustível actua sobre o extremo inferior da válvula movendo-a para dentro, para a abrir; leva uma mola, no extremo oposto, que permite ajustar a pressão de abertura. São os mais utilizados nos motores dos tractores.

Nos de **abertura para fora** a pressão do combustível, que é relativamente baixa, abre a válvula na mesma direcção em que se produz a injeção (1).

O injector vulgarmente utilizado (Fig 9.8.2) é constituído por duas partes fundamentais:

1 - Porta-injector, cuja função principal é suportar o injector, fixá-lo à cabeça do motor e ligá-lo à conduta de alta pressão, é constituído por um *corpo principal*

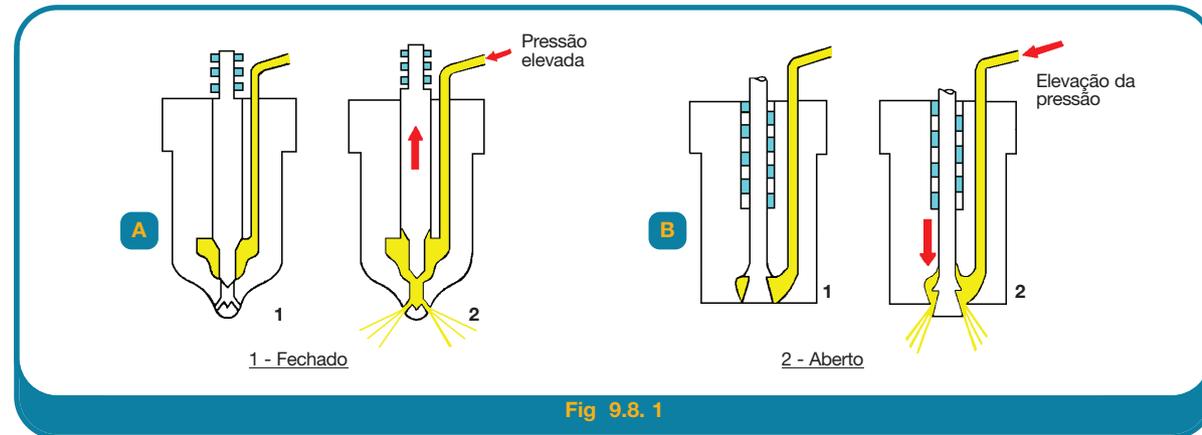


Fig 9.8.1

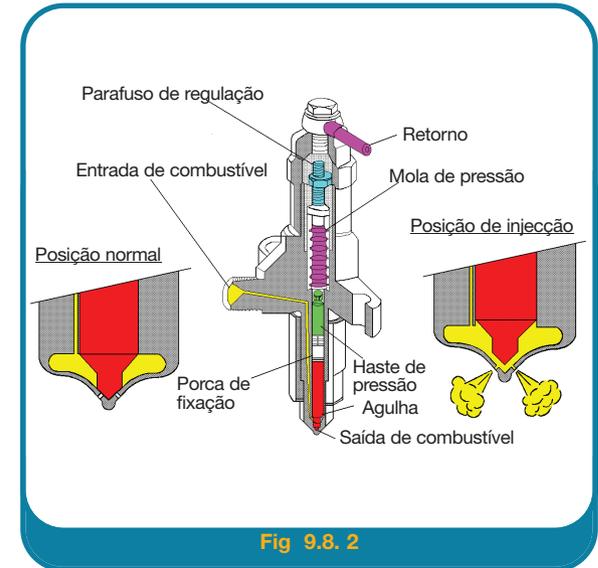


Fig 9.8.2

com uma entrada de combustível, um canal de alimentação e uma saída de retorno. Num furo central, segundo o eixo longitudinal do corpo principal, aloja-se uma *haste de pressão* com mola, cuja tensão é

(1) Os injectores de abertura para fora não necessitam de sistema de retorno, visto que a pressão do combustível é relativamente baixa, comparativamente com os de abertura para dentro.

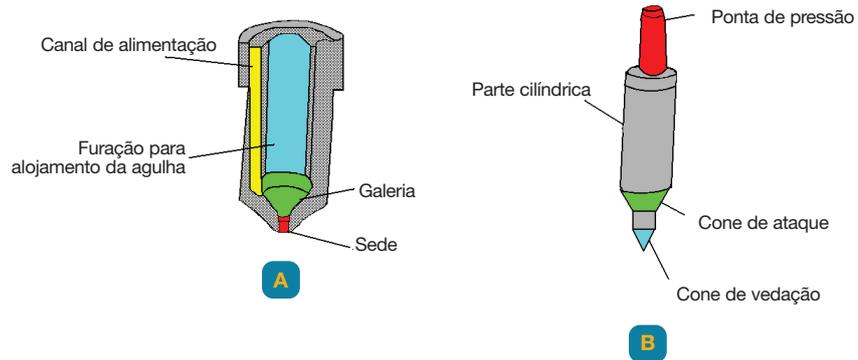


Fig 9.8. 3

regulada por uma porca, tampão, ou parafuso de regulação, ou ainda, menos vulgarmente, por anilhas de regulação;

2 - Bico injetor (Fig 9.8.3-A) é constituído por **corpo e agulha**. O **corpo**, além de um furo central segundo o seu eixo longitudinal onde se aloja a agulha, dispõe de uma *conduta anelar* ligada a uma *galeria*, por um ou mais *canais de alimentação*. Na parte terminal do corpo encontra-se um (ou mais) orifício através do qual se faz a pulverização do combustível. Na parte mais profunda da galeria está a *sede*, onde se apoia a ponta cónica da agulha, que veda a passagem do combustível para os orifícios de pulverização.

A **agulha** (Fig 9.8.3-B), além do *cone de vedação*, que se apoia na sede, dispõe também de um *cone de ataque*, de uma *parte cilíndrica*, que se ajusta com grande precisão ao furo central do corpo do bico injetor (embora deslocando-se livremente nele) e de uma *ponta de pressão*.

O bico injetor fixa-se ao porta-injetor com uma *porca de fixação*; a união do topo do corpo do primeiro com o do segundo é estanque, tanto para a parte interior como para a exterior, estabelecendo uma ligação perfeita entre os canais de alimentação de um com o outro. A haste de pressão transmite a força da mola à ponta da agulha, fazendo com que

esta mantenha a ponta cónica de vedação em contacto com a sede. Existem bicos e porta-injectores de diferentes tamanhos; os dois órgãos devem agrupar-se de modo a que as dimensões sejam correspondentes.

FUNCIONAMENTO

O combustível enviado, sob pressão, pela bomba de injeção entra no porta-injetor e atinge a conduta anelar, prosseguindo o seu caminho até à galeria. Uma vez esta cheia de combustível sob pressão, este exerce uma força sobre o cone de ataque da agulha, que tende a levá-la da sede, contrariando a acção da mola; uma vez esta vencida, a agulha sobe e deixa passar o combustível para o orifício (ou orifícios) de pulverização. A pressão a que a agulha abre está dependente da regulação da tensão da mola. Uma vez aberto o injetor e com a saída de combustível para os orifícios de pulverização, dá-se uma queda da pressão na galeria, que permite o seu fecho; uma vez fechado restabelece-se a pressão, abrindo de novo. Deste modo, enquanto a bomba de injeção estiver a enviar combustível para o injetor, a agulha deste efectuará aberturas e fechos sucessivos, a uma elevada frequência. Terminado o abastecimento o injetor fecha-se e mantém-se nesta posição até que, num novo ciclo, a bomba volte a enviar combustível.

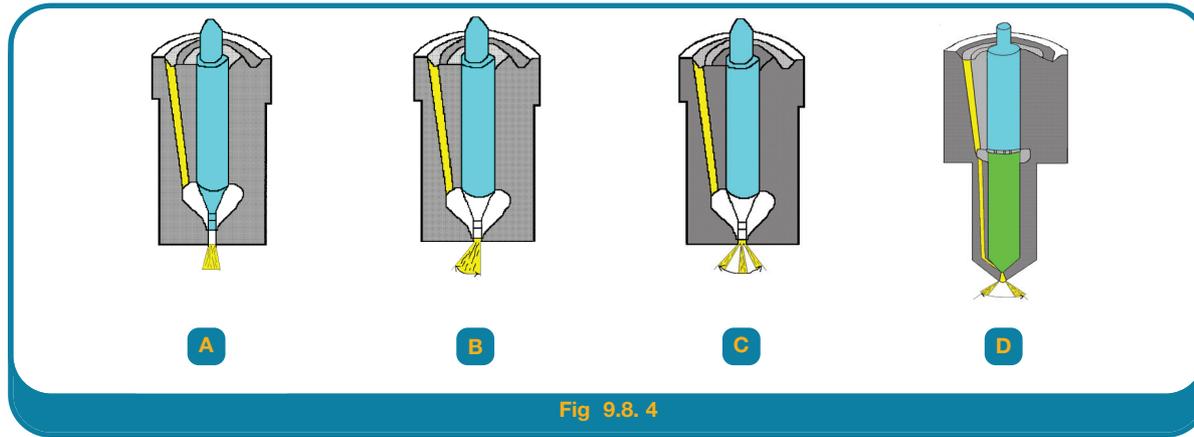


Fig 9.8.4

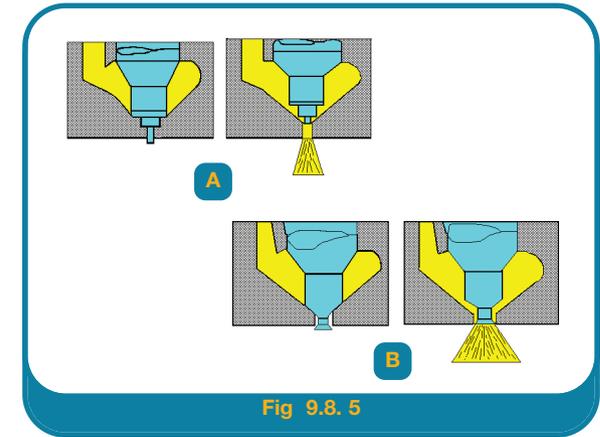


Fig 9.8.5

Apesar do perfeito ajustamento entre a parte cilíndrica da agulha e o corpo do bico injector, há sempre uma pequena fuga de combustível entre eles, a qual é desejável, dentro de certos limites, pois é com ele que se faz a lubrificação das partes móveis; o combustível resultante dessa fuga é enviado para o retorno (2).

TIPO DE BICOS

Com agulha de extremidade cónica (sem espiga)

São usados, principalmente, nos motores de injeção directa e dividem-se em três grupos:

- 1 - Com apenas **um orifício**, colocado no prolongamento do eixo do injector (Fig 9.8.4 - A);
- 2 - Com apenas **um orifício**, colocado obliquamente em relação ao eixo do injector (Fig 9.8.4 - B);
- 3 - Com **vários orifícios**, em que a posição e o número é variável e dependente das características do motor (Fig 9.8.4 - C e D); neste grupo merecem referência especial os de *guia comprida* (Fig 9.8.4 - D).

A pressão de abertura destes injectores está, geralmente, compreendida entre 150 e 250 Kg/cm²; no entanto, só o fabricante nos dá a pressão exacta.

Providos de agulha com espiga

São, fundamentalmente, usados nos motores de injeção directa e também se dividem em três grupos:

- a) - Com *agulha de espiga normal* (Fig 9.8.5 - A e B);

(2) Os injectores utilizados no sistema common rail são semelhantes aos descritos, com uma componente electrónica para a abertura.

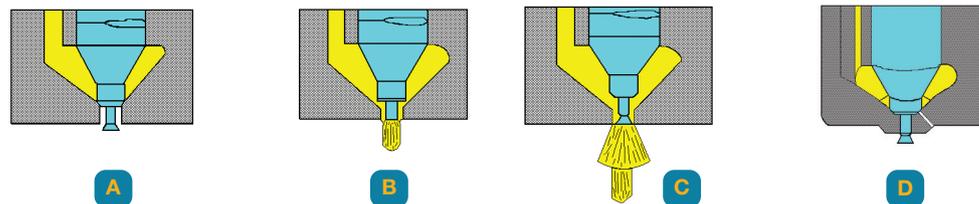


Fig 9.8. 6

b) - Com *agulha de espiga retardadora* (Fig 9.8.6 - A, B e C);

c) - Com *orifícios auxiliares de pulverização* (Fig 9.8.6 - D).

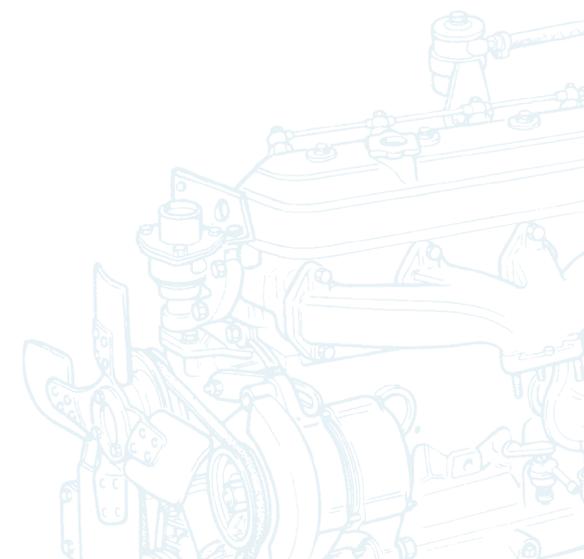
A conservação dos injectores é fundamental para o bom funcionamento do motor **(3)**. A manutenção apropriada depende das condições de utilização; combustível de boa qualidade e boa combustão, que depende em grande parte da compressão do motor e do estado de funcionamento do circuito de arrefecimento, são factores decisivos para que os

injectores se mantenham em bom funcionamento por longos períodos.

Os fabricantes dão, nos *manuals respectivos*, indicações sobre a periodicidade da revisão, a qual só deverá ser executada em oficinas da especialidade; “reparação” por pessoal não qualificado resulta sempre em fracasso e, muitas vezes, na sua destruição parcial, ou total.

A utilização de um injector com características ou dimensões diferentes das indicadas pelo fabricante, ou a utilização de acessórios de vedação não aconselhados pode, para além de outros danos, originar mau funcionamento do motor, ou até impossibilidade de arranque.

(3) Combustível mal queimado provoca o aparecimento de fumos negros no escape.



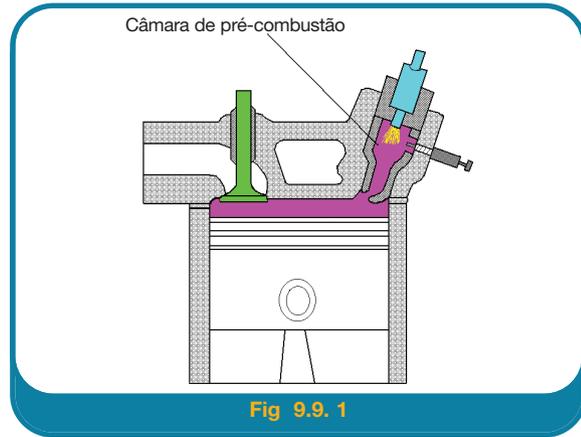


Fig 9.9.1

O injector contribui, como vimos na Nota Técnica nº 9.8, para uma boa mistura ar + combustível; para que seja perfeita contribuem também a forma da cabeça do êmbolo e do motor, bem como a localização do injector.

A injeção pode ser efectuada *indirecta* ou *directamente*.

Injeção indirecta – a câmara de combustão tem duas partes distintas: a principal, no topo do êmbolo e a auxiliar, na cabeça; esta última, cujo objectivo é otimizar a mistura, pode ser:

1 - Com câmara de pré-combustão ou pré-câmara (Fig 9.9.1) – existe uma pré-câmara, menos arrefecida que as restantes partes do motor, onde fica retida

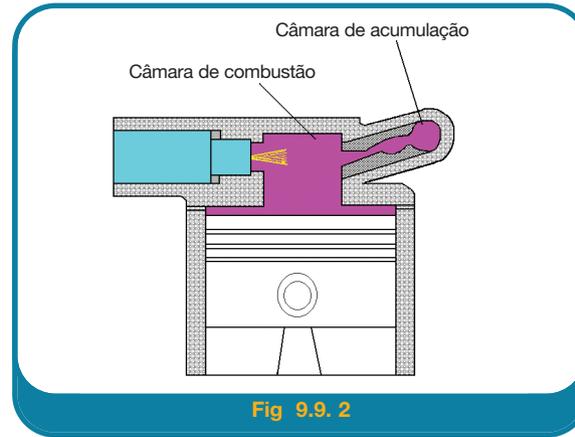


Fig 9.9.2

uma reserva de ar quente, proveniente da combustão anterior, com o objectivo de facilitar o início da combustão; a injeção é feita na pré-câmara a uma pressão relativamente baixa mas suficiente para se iniciar a combustão que, rapidamente, se propaga à câmara principal;

2 - Com câmara de acumulação ou reserva de ar (Fig 9.9.2) – parecido com o anterior; o injector não está situado na câmara de acumulação, mas sim à sua frente;

3 - Com câmara de turbulência (Fig 9.9.3) – há uma cavidade esférica, ligada à câmara de combustão por um canal largo, destinada a criar um *movimento turbilhonar* (ou turbulência) do ar, que favorece, no

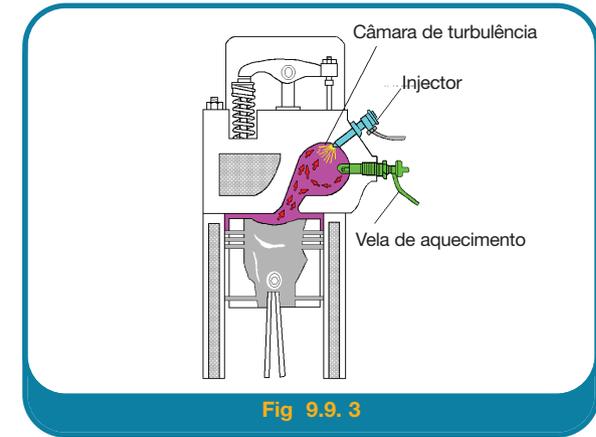


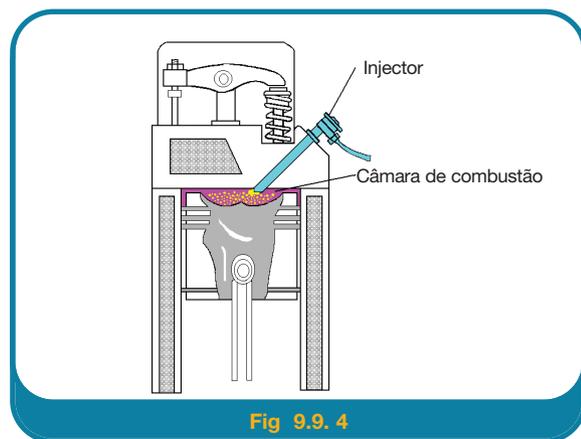
Fig 9.9.3

momento da injeção, a mistura íntima e quase instantânea do ar e do combustível.

Injeção directa (Fig 9.9.4) – é, actualmente, a utilizada na maioria dos motores Diesel; o combustível incide directamente sobre a cabeça do êmbolo.

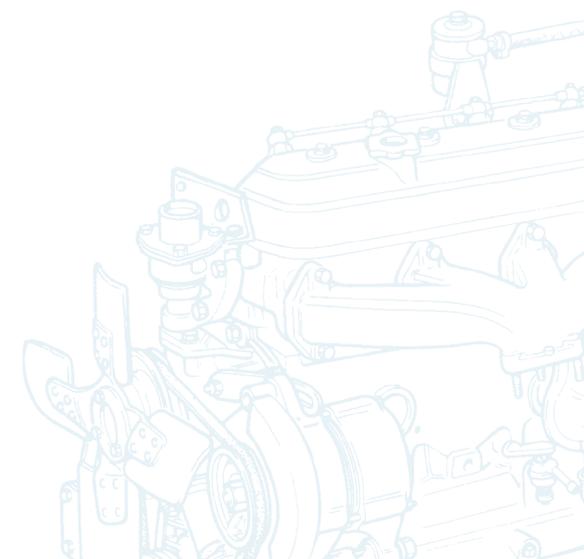
Geralmente, a câmara de combustão é cavada no topo do êmbolo de forma a provocar turbulência do ar, o que torna a mistura mais homogénea. O funcionamento é económico e o arranque fácil, mas exige pressões de injeção elevadas **(1)**.

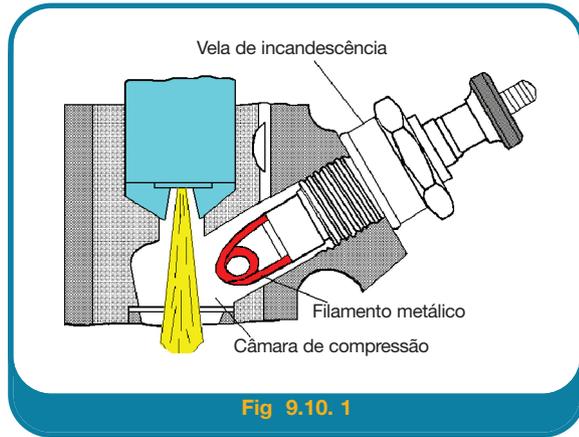
(1) Os motores de injeção directa têm uma taxa de compressão mais elevada; normalmente está compreendida entre 18 e 24:1.



Os injectores são, normalmente, de orifícios múltiplos, sendo os jactos direccionados para os pontos quentes do êmbolo, o que permite um arranque mais fácil do motor; para além desta vantagem tem mais as seguintes:

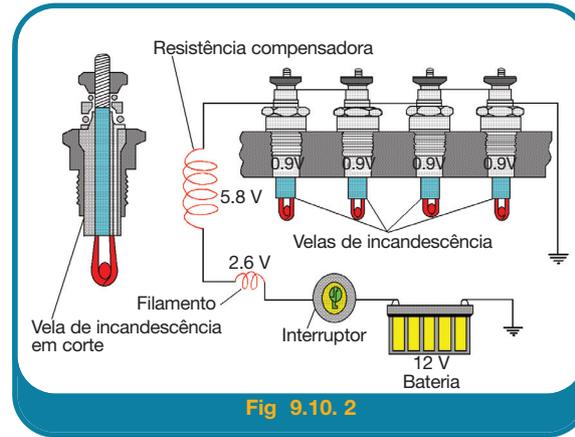
- Melhor rendimento do motor;
- Menor perda de energia;
- Pressão aplicada directamente no êmbolo;
- Menor consumo.





Temperaturas ambientes baixas dificultam o arranque dos motores Diesel; para o facilitar são equipados com determinados dispositivos, que podem ser de dois tipos:

1 - Velas de incandescência – vulgarmente conhecidas como *velas de aquecimento*, são instaladas na câmara de combustão (ou na câmara de turbulência) como se ilustra na figura 9.10.1. Ao serem ligadas, por intermédio de uma corrente eléctrica, há um filamento metálico que se põe ao

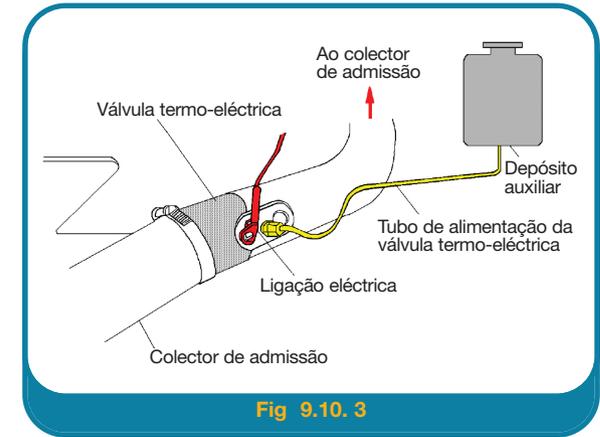


rubro e aquece o ar, facilitando a inflamação do combustível.

Há uma vela por cilindro, tal como explicita o esquema da figura 9.10.2.

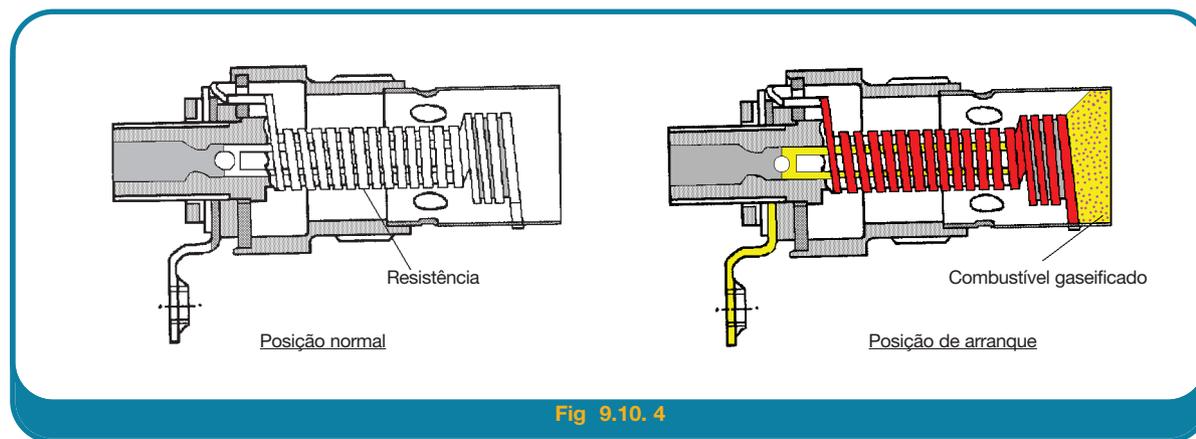
A seguir às primeiras combustões a cabeça do motor aquece, deixando de ser necessário este auxílio.

2 - Introdução de combustível gaseificado – há um pequeno depósito auxiliar (1) que, normalmente,

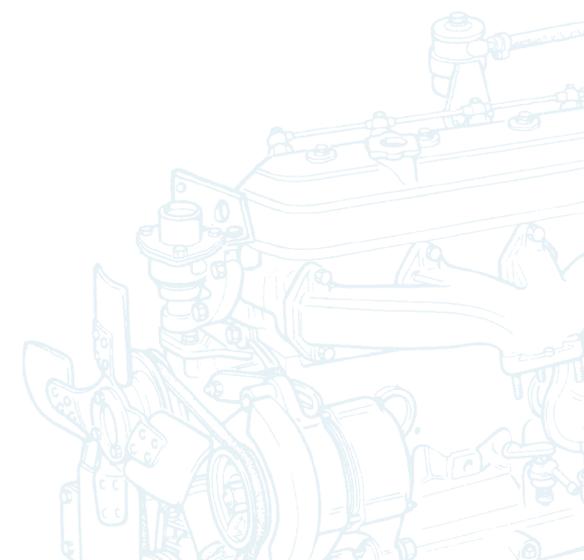


é alimentado pelo retorno (Fig 9.10.3). Mercê de tubagem própria, está ligado a uma *válvula termo-eléctrica* (Fig 9.10.4) montada no colector de admissão e equipada com uma resistência; uma vez ligada desenvolve-se uma temperatura tal que a obriga a abrir e deixar passar combustível, que é queimado ao contactar a resistência.

(1) É vulgarmente conhecido por burrinho.



Casos há em que o depósito não existe, mas sim um tubo (do retorno), sempre em carga, seguindo o combustível o trajecto normal até à válvula termo-eléctrica.





Sempre que, por qualquer motivo, entre ar no sistema há que extraí-lo, pois o motor deixa de funcionar: é a chamada **purga**, que vários motores executam automaticamente; naqueles em que assim não acontece faz-se da seguinte forma:

- 1** – Verificar se o depósito tem combustível;
- 2** – Abrir a torneira de passagem, se for caso disso;
- 3** – Com chave própria, afrouxar o parafuso de purga do filtro;
- 4** – Verificar se as passagens do depósito, bomba de alimentação, se houver **(1)** e filtro estão bem apertadas;
- 5** – Deixar sair combustível enquanto existir ar (parece espuma) até sair gasóleo límpido;
- 6** – Apertar o parafuso de purga;
- 7** – Afrouxar o parafuso de purga da bomba de injeção;
- 8** – Verificar se as passagens filtro – bomba estão bem apertadas;
- 9** – Deixar sair combustível enquanto houver ar, até sair gasóleo límpido;
- 10** – Apertar o parafuso de purga;
- 11** – Dar ao arranque a ver se “pega”; se tal não suceder, repetir tudo a partir do ponto 3; se voltar a não arrancar,
- 12** – Afrouxar os tubos no ponto de união com os injectores;
- 13** – Verificar o aperto dos tubos na união com a bomba;
- 14** – Ligar o motor e acelerá-lo um pouco;
- 15** – Accionar o motor de arranque 3 ou 4 vezes, com intervalos de uns segundos, até que saia combustível sem ar;
- 16** – Desligar o motor;
- 17** – Apertar os tubos dos injectores;
- 18** – Pôr o motor a funcionar e verificar se trabalha sem falhas **(2)**;
- 19** – Parar o motor;
- 20** – Limpar e verificar se há fugas.

(1) Quando não existe bomba de alimentação o combustível chega por gravidade; sempre que exista há que accioná-la durante a purga.

(2) Se necessário, repetir tudo de novo.



O gasóleo contém *energia calorífica* que se manifesta durante a combustão; cerca de 35 % transforma-se em *trabalho útil*, aproximadamente 30 % *perde-se* pelo escape e a restante, cerca de 35 %, converte-se em *calor de radiação*, difundindo-se entre os diferentes componentes do motor, o qual é necessário eliminar sob pena de elevação excessiva da temperatura nas peças, originando-lhes danos.

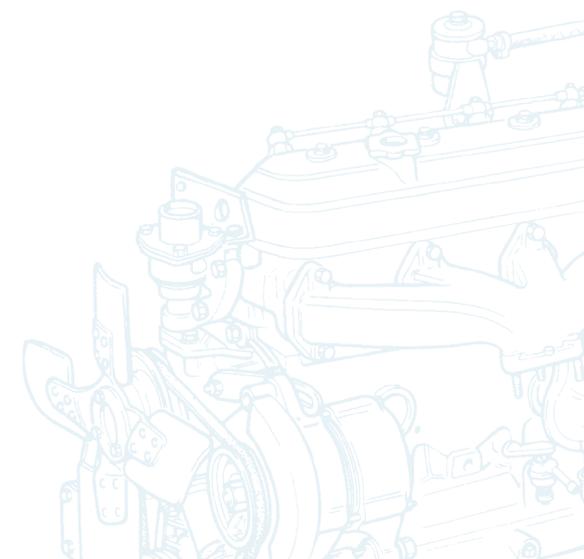
O **sistema de arrefecimento** tem que *eliminar o excesso de calor* gerado nos cilindros e *manter uma temperatura óptima de funcionamento* (cerca de 90° C), a qual deve ser atingida logo no início e o mais rapidamente possível, *mantendo-se sempre*, mesmo que o motor trabalhe a plena carga.

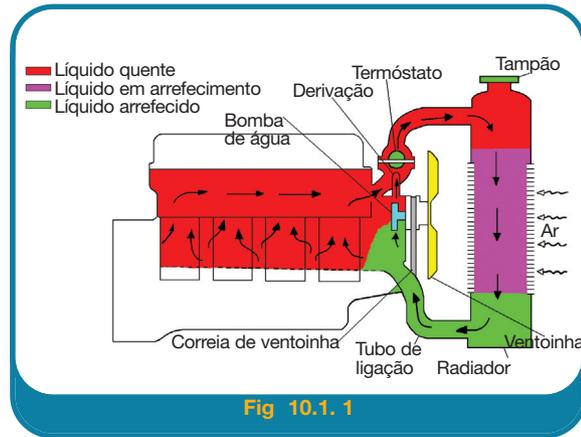
Isto é extremamente importante, visto que se um motor trabalhar *demasiado quente* dá-se a queima

de êmbolos e válvulas, lubrificação insuficiente e até deformação de peças; *demasiado frio* (abaixo de 60° C) deposita-se, no carter, ácido sulfuroso que origina uma rápida deterioração e decomposição do óleo, bem como vapor de água que dá origem à formação de lamas e corrosões nas paredes dos cilindros; há também um maior consumo e maior desgaste. Um motor a funcionar a 50° C desgasta-se várias vezes mais do que à temperatura normal, a qual nos é dada pelo *indicador de temperatura*, que se situa no painel de instrumentos.

Pelo exposto é fácil deduzir qual a importância deste sistema e do seu bom estado de funcionamento, tanto mais que absorve entre 5 e 10 % da potência total do motor.

Há dois sistemas fundamentais: **por líquido** e **por ar**.





O **líquido de arrefecimento**, normalmente *água*, passa, através do *termóstato*, do *bloco* do motor para a parte superior do *radiador* e daí, pelas condutas, à parte inferior, passando novamente ao bloco, em circulação forçada mediante a *bomba de água*. Há 3 tipos: termo-sifão, misto e bomba (1); este último é constituído (Fig 10.1.1), essencialmente, por:

- **Radiador** – órgão por onde passa o líquido de arrefecimento, a fim de ser arrefecido;

- **Tampão** – tapa o radiador e permite o trabalho do motor a uma temperatura mais elevada, sem que o líquido ferva;

- **Ventoinha** – força a circulação do ar que atravessa o radiador;

- **Bomba de água** – faz circular a água por todo o sistema;

- **Termóstato** – faz o líquido atingir a temperatura de serviço o mais rapidamente possível, mantendo-a;

- **Tubos de ligação** – unem os elementos do sistema;

- **Camisas de água** – local, à volta dos cilindros, onde circula o líquido de arrefecimento;

- **Líquido de arrefecimento** – produto que, durante o circuito, recebe o calor de radiação que é necessário eliminar.

A temperatura de funcionamento é dada pelo **indicador de temperatura**, que se encontra no painel de instrumentos.

(1) Os sistemas por termo-sifão e misto já não são utilizados nos tractores agrícolas actuais.

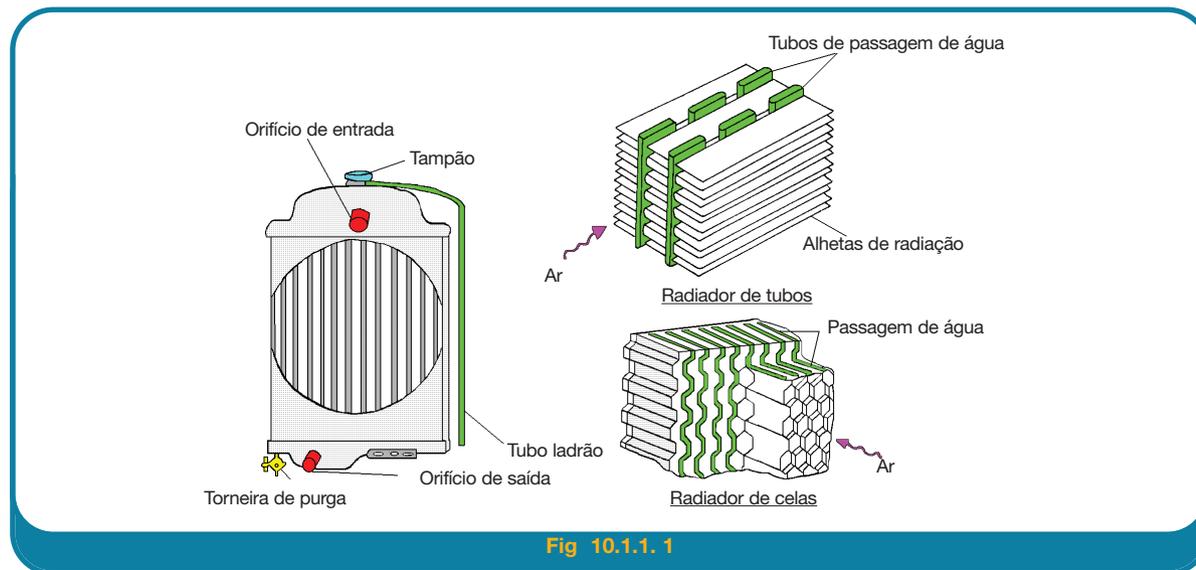


Fig 10.1.1. 1

Pode ser de **celas** e **de tubos** (Fig 10.1.1.1) O primeiro é utilizado, normalmente, em automóveis de corrida e aviões; o segundo, com alhetas, utiliza-se nos restantes motores.

O líquido de arrefecimento entra pela parte superior e desce por numerosos **tubos**, cujo conjunto forma o chamado **ninho**, com **favos**. O ar circula entre os tubos de pequenas dimensões, os quais são de pequena secção, entre os quais o ar circula; os tubos são, geralmente, rodeados de **alhetas**, para uma melhor

difusão do calor. Há uma redução da temperatura entre 5 e 9° C, sendo normais velocidades de circulação do ar impulsionado pela ventoinha, de 5 metros por segundo.

A base de tudo isto consiste no aumento, possível, da superfície de contacto do líquido com o metal e deste com o ar circulante, para que a quantidade de calor transmitido de um elemento ao outro e que é proporcional às superfícies, seja a totalidade da que o motor cedeu ao líquido.

O nível do líquido deve apenas cobrir os favos cerca de 1 a 2 centímetros; se for até ao nível do tampão tem tendência a sair pelo **tubo ladrão**, podendo fazer de sifão e despejar grande parte do radiador, provocando aquecimento do motor.

Nunca se deve deitar água fria num radiador com o motor quente e parado, pois pode estalar o bloco; como a água fria é mais densa do que a quente atinge rapidamente aquele, originando uma diferença brusca de temperatura que pode danificá-lo.

Diariamente o nível do líquido deve ser verificado e atestado, se necessário; deve também proceder-se à limpeza externa do radiador, retirando-lhe o pó e/ou outra sujidade, com um pincel, ou escova dura e lavá-lo com água sob pressão e/ou ar, *de dentro para fora*, ou seja no sentido contrário à aspiração do ar.

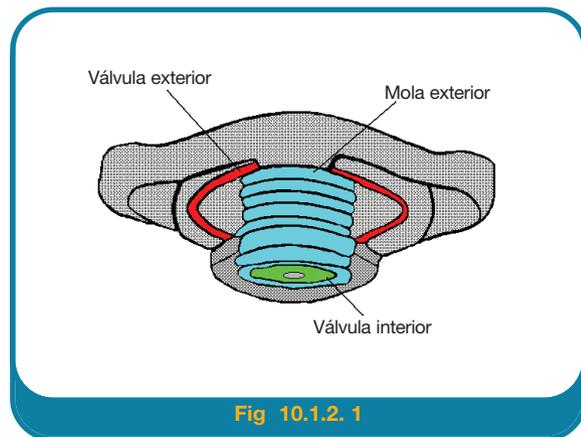
Anualmente o radiador deve ser limpo por dentro, com uma mistura de água e produto próprio **(1)**, à venda no mercado, na proporção indicada no rótulo

(1) Caso não se disponha de produto de limpeza, o mesmo pode substituir-se por uma solução de água com carbonato de sódio a 10 %, ou ácido clorídrico a 5 %.



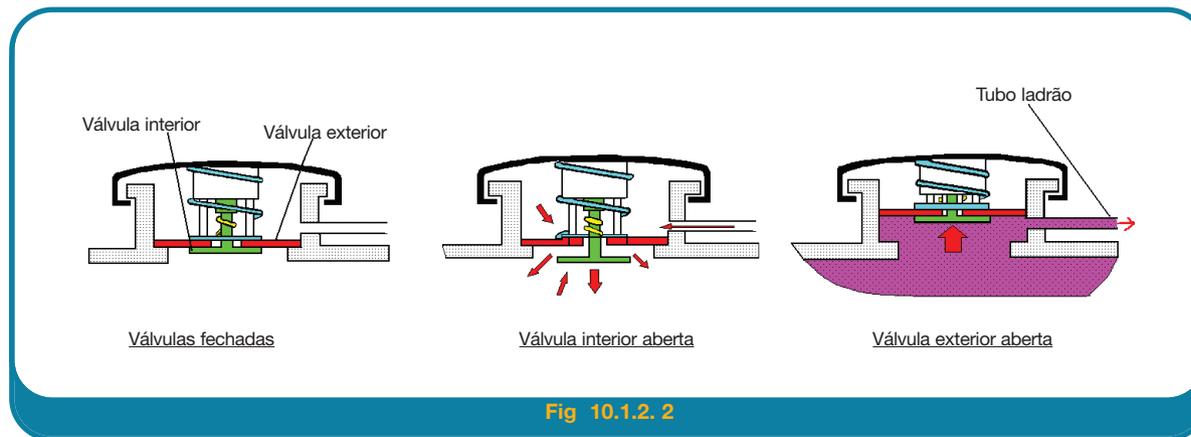
da embalagem e da seguinte forma: enche-se com a mistura e põe-se o motor a trabalhar, com poucas rotações, durante cerca de 15 minutos; para-se o motor e abrem-se as torneiras do radiador e bloco, até esgotar totalmente. Enxagua-se com nova água, até que saia completamente limpa; enche-se de novo, com a mistura de manutenção adequada.

Num *radiador velho*, onde nunca tenha sido utilizado qualquer produto de manutenção, não se lhe deve colocar nada a não ser água limpa, senão corre-se o risco de o transformar num “regador”, pois as mazelas estão tapadas com as incrustações, de calcário e ferrugem, as quais serão arrancadas pelo produto.



O sistema de arrefecimento sob pressão permite o trabalho do motor a uma temperatura elevada, sem que o líquido ferva ou se perca por evaporação. Isto consegue-se graças ao **tampão**, do radiador, que permite a entrada do ar atmosférico no radiador e impede a saída do líquido, à pressão normal. Estamos, portanto, perante um **tampão de pressão** (Fig 10.1.2.1), que mantém o equilíbrio desta no sistema por intermédio de **duas válvulas** que abrem, ou fecham, consoante a pressão exercida vence ou não a tensão exercida pelas molas.

A **válvula exterior (1)** deixa sair vapor quando a pressão ultrapassa um determinado valor (Fig 10.1.2.2 – válvula exterior aberta).



A **válvula interior (2)** abre-se quando o líquido arrefece e deixa entrar ar no sistema (Fig 10.1.2.2 – válvula interior aberta).

Cada tampão está devidamente *calibrado e tem um número*, o qual corresponde à pressão de serviço, acima da qual a válvula exterior abre. Quando avariado deve ser imediatamente substituído por outro com o mesmo número; se este for inferior a válvula abre antes da pressão ideal ser atingida e o motor perde potência e consome mais; ao contrário (número superior), cria uma pressão superior à correcta e provoca roturas nas partes mais fracas do sistema.

Nunca se deve destapar o tampão do radiador de repente, com o motor quente, pois isso pode provocar queimaduras graves; com um pano, ou desperdiço, desaperta-se até à primeira posição, a fim de sair a pressão existente e só depois se conclui o desaperto e se retira.

(1) Também é conhecida por válvula de descarga e válvula de pressão.

(2) Também é conhecida por válvula de entrada de ar e válvula de vácuo.

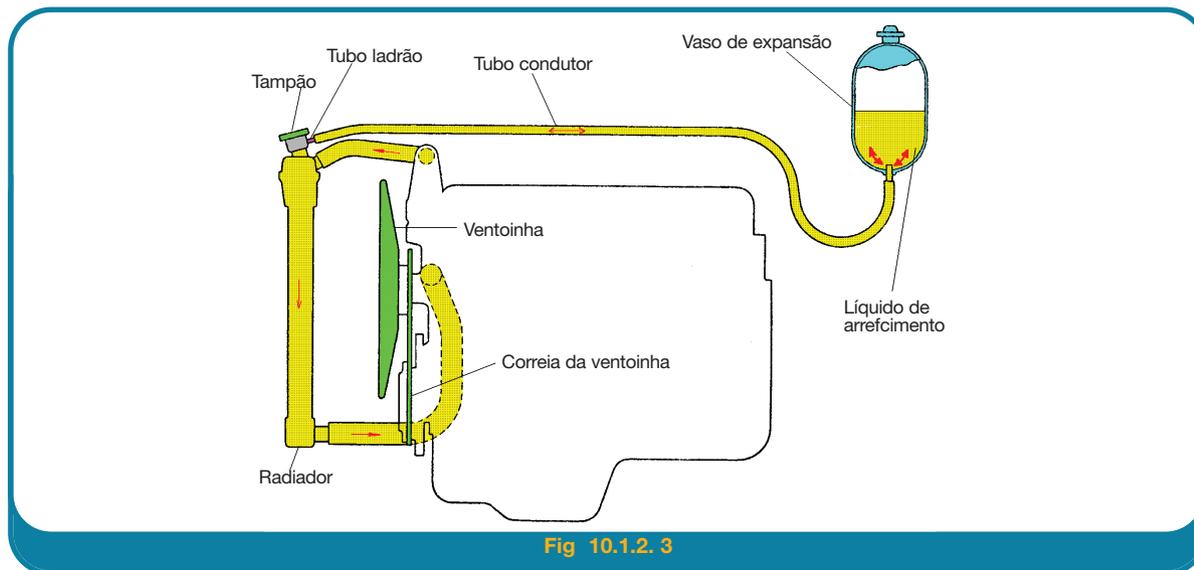


Fig 10.1.2. 3

O *tubo ladrão* permite a descarga do excesso de pressão e não só; nos sistemas de **circuito fechado** está ligado, por intermédio de uma conduta, a um depósito de captação, denominado **vaso de expansão**, para onde os “excessos” são encaminhados quando em sobre – pressão e do qual o líquido é sugado quando se dá o arrefecimento,

ficando, assim, o radiador sempre cheio e sem ar nem vapor (Fig 10.1.2.3).

O nível do líquido de arrefecimento (máximo e mínimo) está indicado no vaso e é nele que se atesta, sempre que necessário.

Situa-se atrás do radiador e tem como missão aumentar a velocidade do ar que passa através dele para que, no mesmo espaço de tempo, passe maior quantidade, visto que o calor transmitido, do radiador ao ar, é proporcional à quantidade de ar que o atravessa.

É dos órgãos que grande atenção teve dos desenhadores de motores, pois absorve uma percentagem bastante significativa da potência total dos mesmos. Está comprovado que deve ser tão grande quanto possível e deve girar a baixas rotações, para obter a máxima eficácia.

Há máquinas, principalmente as de maior potência, com ventoinhas cuja velocidade de rotação é regulada

de acordo com a temperatura do motor, em cada momento, o que permite grande economia, principalmente em trabalho com cargas médias, ou baixas e a temperaturas ambientais inferiores a 25° C.

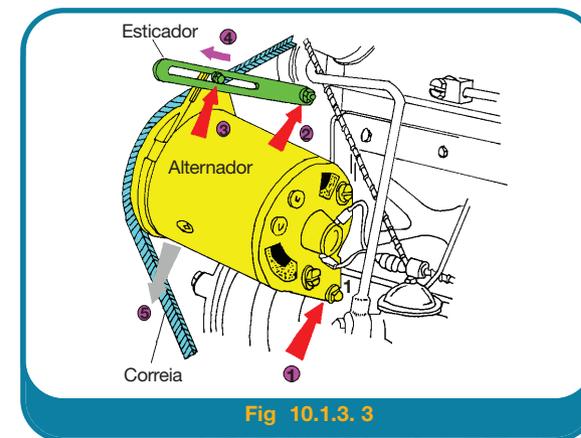
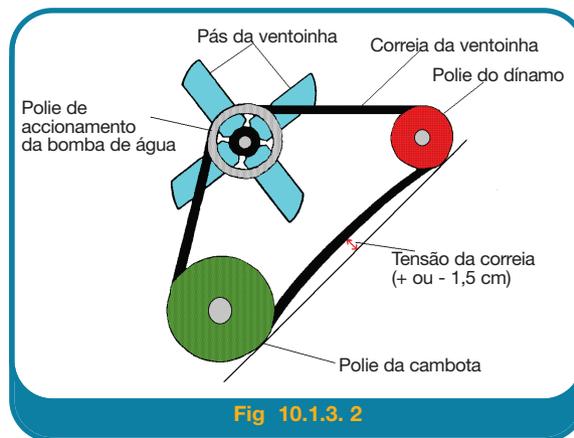
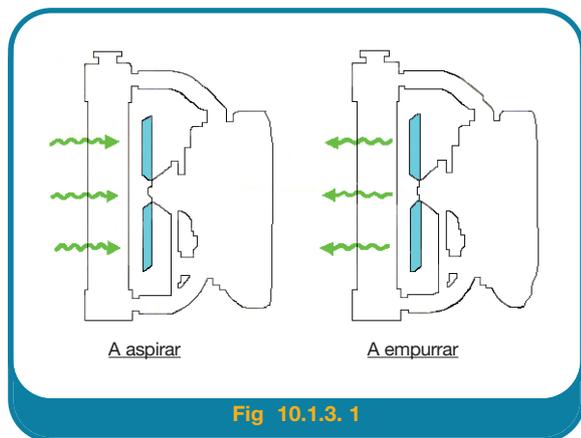
As ventoinhas podem *empurrar* ou *aspirar* o ar (Fig 10.1.3.1), conforme a colocação das pás; as primeiras forçam-no através do radiador e usam-se, normalmente, em máquinas industriais e sempre que haja possibilidade do radiador se “entupir” com materiais estranhos; as segundas aspiram-no através do radiador, fazem-no passar pelo motor e são mais utilizadas nas máquinas agrícolas.

O accionamento faz-se através da *correia* (Fig 10.1.3.2), a qual recebe movimento da polie da

cambota e o número de *pás* que a compõem é variável, consoante as marcas e modelos.

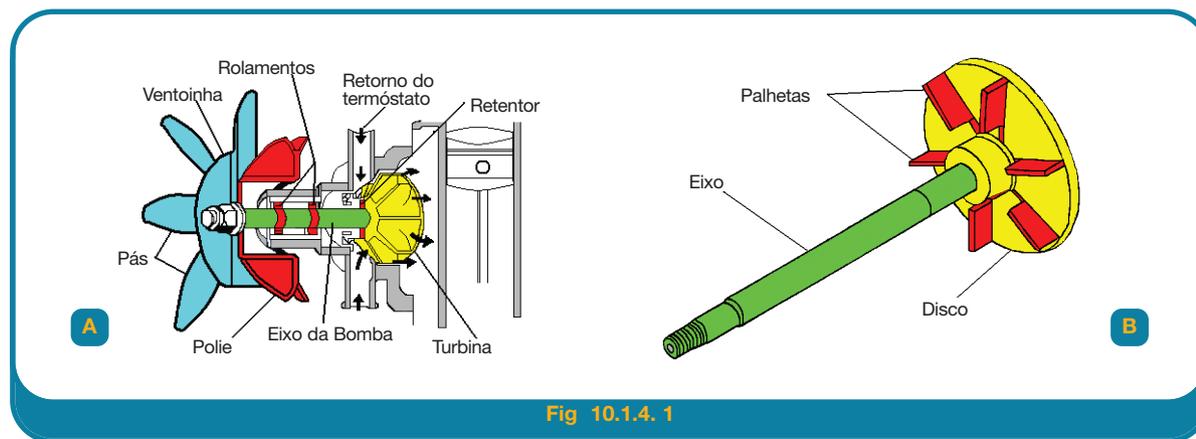
Diariamente deve verificar-se a folga da correia a qual deve ser, mais ou menos, de 1,5 centímetros; acima deste valor patina e o número de rotações da ventoinha diminui, originando aquecimento do motor; abaixo, demasiado esticada, pressiona o veio da bomba de água e respectivos rolamentos, danificando-os.

A figura 10.1.3.3 dá-nos uma ideia da forma como se *estica a correia*. As setas 1, 2 e 3 representam os parafusos de fixação do alternador, o qual e uma vez “solto” se desloca no esticador no sentido da seta 4, sendo de seguida puxado segundo o sentido da seta 5.



Depois voltam a apertar-se os parafusos de fixação.

As pás de uma ventoinha são todas iguais e calibradas, portanto, com o mesmo peso. Caso haja um percalço e uma delas se parta, o movimento do veio deixa de ser uniforme, porque fica desequilibrado e pode originar a gripagem do rolamento e/ou o empeno do veio; para o evitar deve-se substituir o mais rapidamente possível mas, antes de o fazer e caso o motor tenha que funcionar algum tempo, no caso de uma ventoinha com 4 pás, por exemplo, deve partir-se a oposta, como remedeio para que o movimento se mantenha relativamente uniforme.

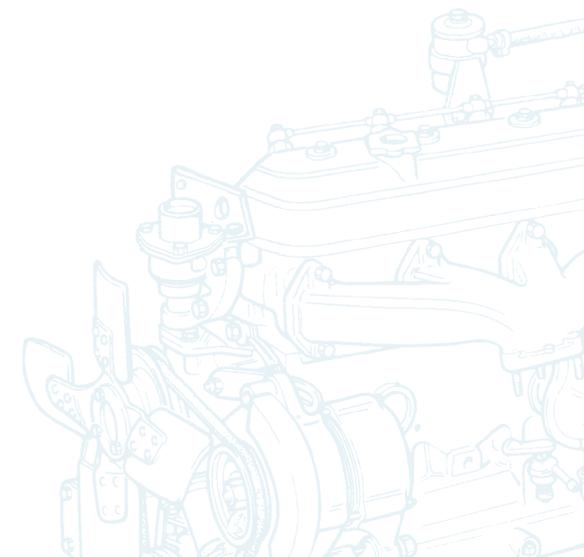


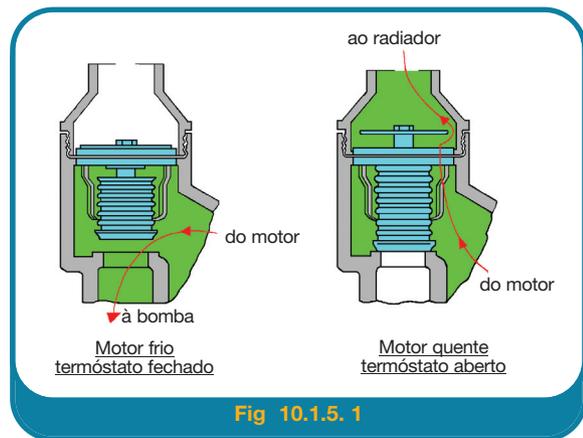
Normalmente do tipo centrífugo (Fig 10.1.4.1 - B) é, passe a comparação, o coração do sistema.

Colocada no mesmo eixo da ventoinha, como se pode ver na figura 10.1.4.1 - A e accionada pela mesma correia, tem como missão fazer circular o líquido por todo o sistema. É constituída por **eixo** e **turbina**, a qual é formada pelo **disco** e **palhetas**.

Quando não trabalha, ou fá-lo com rotações abaixo do normal, o líquido não circula, ou circula mal e o motor aquece.

Tem grande importância a folga da correia da ventoinha, tal como referido na Nota Técnica nº 10.1.3.

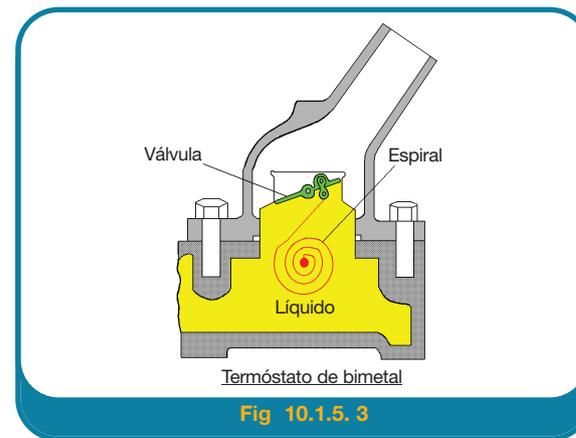




Quando o motor trabalha com pouca carga, mesmo que em tempo quente, apenas é necessária uma pequena parte do volume do líquido para o manter à temperatura de serviço, portanto, **um motor nunca deve trabalhar sem termóstato.**

Há três tipos de termóstatos:

1 - De fole (Fig 10.1.5.2) - o funcionamento está esquematizado na figura 10.1.5.1 e consta de uma superfície metálica, em forma de *fole*, que faz abrir e fechar uma válvula, por intermédio de um produto encerrado no seu interior, normalmente à base de éter.



2 - De bimetal (Fig 10.1.5.3) – consta de uma *espiral*, formada por dois metais com coeficientes de dilatação diferentes, que actua sobre uma válvula.

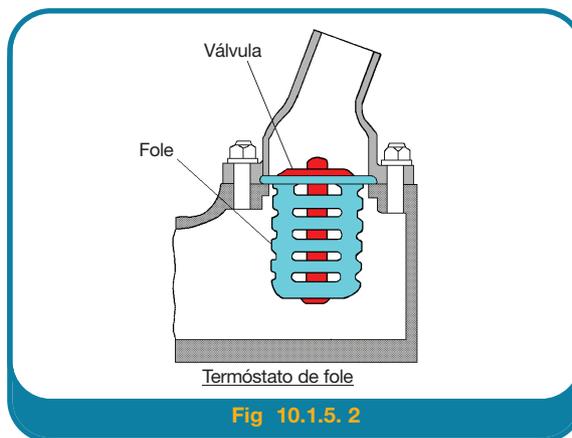
O par bimetal é constituído, normalmente, por aço e bronze, o qual, com o calor, tem maior dilatação que o aço; ao aumentar a temperatura do líquido que banha a espiral, esta desenrola-se e abre a válvula.

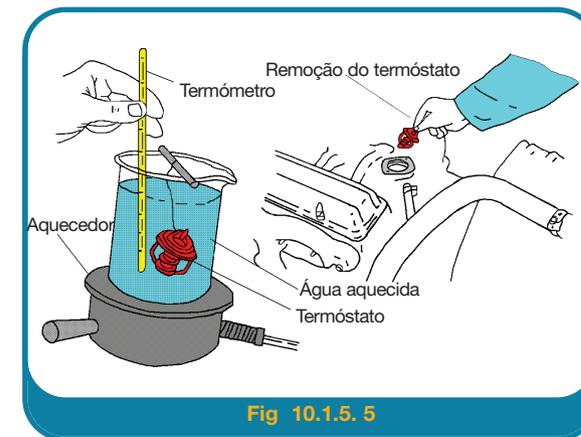
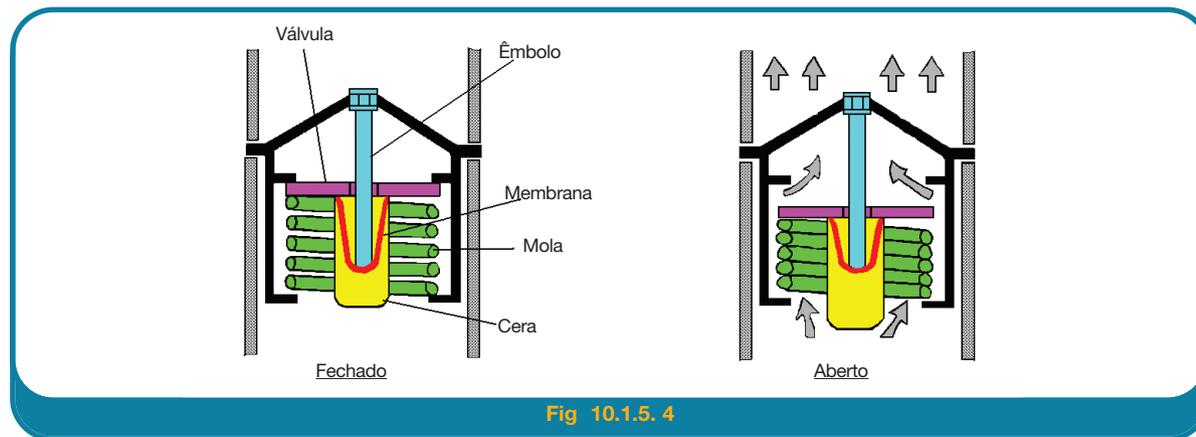
3 - De cera (Fig 10.1.5.4) – o elemento dilatador é uma cera apropriada que, ao ser aquecida, dilata e faz abrir uma válvula, vencendo a resistência de uma mola.

Tem como missão manter constante a temperatura normal de funcionamento do motor e está intercalado no circuito; abre, ou fecha, a passagem do líquido ao radiador e enquanto aquece permanece fechado e a bomba fá-lo circular pelo bloco e cabeça, sem que passe pelo radiador, fazendo com que o motor atinja, rapidamente, a *temperatura de serviço*.

Ao abrir, o líquido, que está quente, passa do motor ao radiador e deste, novamente, ao motor (Fig 10.1.5.1).

À medida que a temperatura vai variando o termóstato vai abrindo, ou fechando, deixando passar, respectivamente, maior ou menor quantidade de líquido.





O sobreaquecimento pode avariá-los de modo a que a válvula fique sempre aberta, ou fechada; no primeiro caso não cumpre a sua função; no segundo provoca aquecimento excessivo.

Para se verificar se um termostato está avariado, pode proceder-se da seguinte forma (Fig 10.1.5.5):

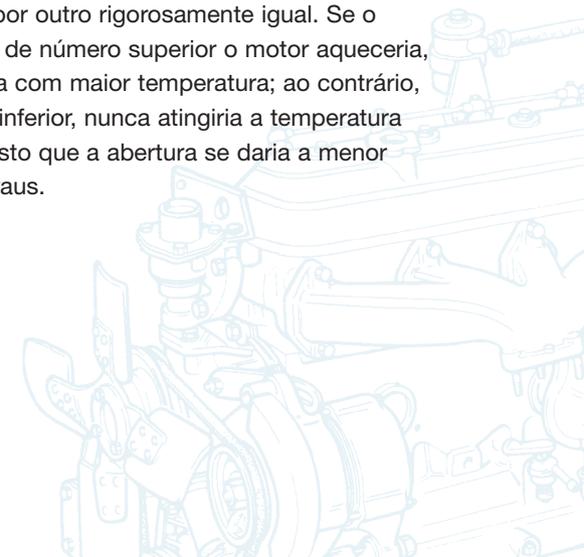
1 – Lavar com água limpa e verificar se a válvula está fechada;

2 – Aquecer água limpa num recipiente limpo, com o termostato mergulhado nela e medir a temperatura com um termómetro;

3 – Verificar se a válvula abre entre, mais ou menos, 5° C. da temperatura limite indicada pela fábrica.

4 – Se não abrir está avariado e deve ser substituído por um novo.

Os *termostatos* têm um número que indica a temperatura a que começa a abrir. Isto vem calculado de fábrica; sempre que tenha que haver substituição, terá que ser por outro rigorosamente igual. Se o fosse por um de número superior o motor aqueceria, pois só abriria com maior temperatura; ao contrário, com número inferior, nunca atingiria a temperatura de serviço, visto que a abertura se daria a menor número de graus.



Para unir entre si os elementos do sistema de arrefecimento utilizam-se **tubos**, flexíveis e normalmente em borracha, porque resistem melhor às vibrações do que os rígidos. Os do radiador (de água quente e inferior) podem danificar-se pelo ar, calor e líquido, de duas formas diferentes:

1 - Endurecendo e gretando, pelo que perdem a flexibilidade, originando derrame de líquido e desprendimento de pequenas partículas que entopem a tubagem do radiador (Fig 10.1.6.1 - A);

2 - Amolecendo e dilatando, o que provoca o desprendimento do revestimento interior, acabando por originar roturas (Fig 10.1.6.1 - B).

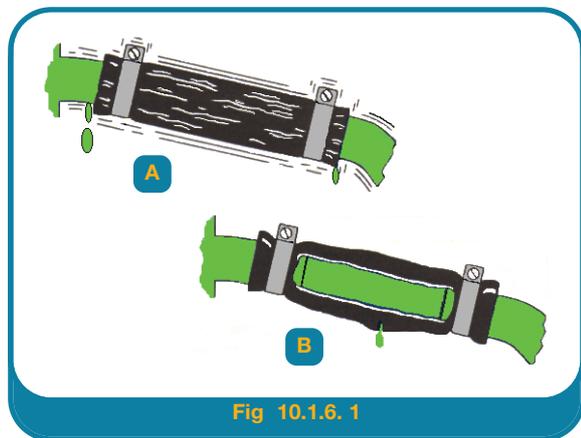


Fig 10.1.6.1

Devem *substituir-se* com determinada frequência para que não endureçam, ou amoleçam, pelo envelhecimento e não cheguem à perda de líquido; podem estar muito deteriorados interiormente, sem que o aspecto exterior o denuncie.

A figura 10.1.6.2 mostra um tubo de ligação, em borracha, bastante danificado interiormente; os entupimentos do sistema, com os consequentes aumentos de temperatura são inevitáveis.

Devem ser *vistoriados duas vezes por ano*, para além da verificação diária de fugas.

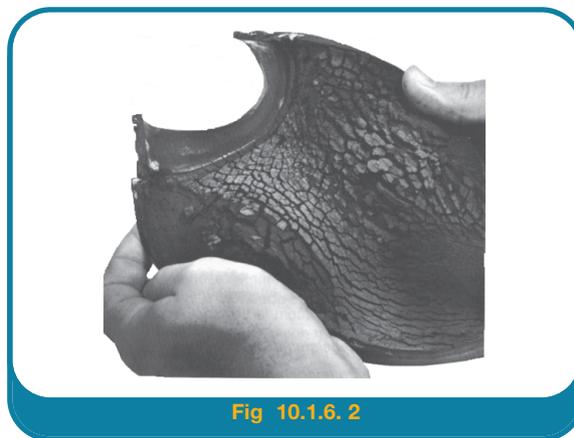


Fig 10.1.6.2

Não devem contactar com combustíveis e/ou lubrificantes, pois qualquer destes produtos, para além de outros, danifica-os rapidamente.

É de toda a conveniência a utilização de tubos em material de boa qualidade; são mais caros mas a duração é bastante maior, pelo que tem aqui cabimento o ditado popular: *o barato sai caro*.



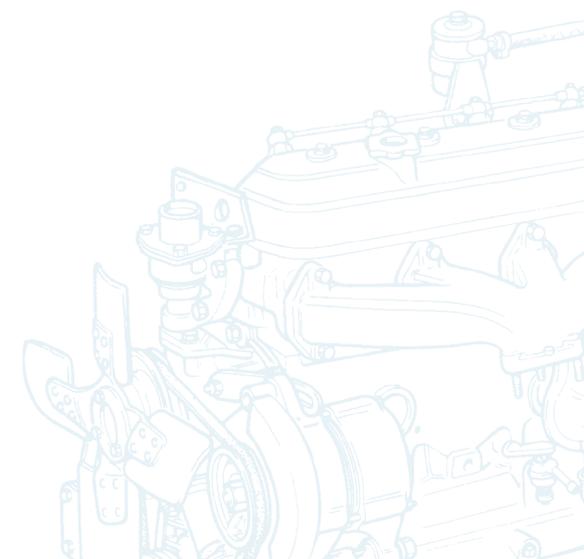
São câmaras ocas que existem à volta dos cilindros e no interior da cabeça do motor, pelas quais circula o líquido de arrefecimento a fim de extrair a temperatura excessiva que ali se forma, motivada pela combustão.

Na Nota Técnica nº 4 está explicado o tipo de camisas que existem e o que são.

O líquido, que circula pelo interior do bloco e restantes partes, oxida as paredes e vai formando uma capa,

cada vez maior, que reduz a capacidade do sistema e origina uma menor transferência de calor do motor ao líquido.

A oxidação pode evitar-se utilizando produtos próprios para o efeito e à venda no mercado, que se juntam ao líquido de arrefecimento, tal como se explicou na Nota Técnica nº 10.1.1.



Nas máquinas agrícolas utiliza-se, vulgarmente, a **água**, pelas seguintes razões principais:

- a) - Existe nas explorações;
- b) - Absorve bem o calor;
- c) - Flui bem a qualquer temperatura compreendida entre os pontos de congelação e ebulição;

Como *inconvenientes* principais tem os seguintes:

- a) - Congela a uma temperatura não muito baixa;
- b) - É corrosiva para os metais e deixa incrustações no sistema.

O primeiro inconveniente evita-se com os anticongelantes, que lhe devem ser misturados na percentagem indicada pelo fabricante e que vem explicitada no rótulo das embalagens. De qualquer forma e a título meramente informativo apresentamos, a seguir, a relação temperatura, % de água e % do anti-congelante.

Temperatura	% água	% anti-congelante
- 10	80	20
- 15	73	27
- 20	66	34
- 25	61	39
- 30	56	44

O segundo inconveniente evita-se com a utilização de águas não “duras” e de anticorrosivos, que formam uma película, muito delgada, sobre todas as superfícies interiores do sistema, protegendo-o.

Sem entrar em grandes pormenores, é importante conhecerem-se os seguintes aspectos:

- **A acidez** ou a **alcalinidade** do líquido é, normalmente, expressa através do índice de **pH**; um valor de **7** representa uma situação **neutra**, isto é,

nem ácida nem alcalina; *mais baixo* indica acidez e *mais elevado* significa alcalinidade (Fig 10.1.8.1).

A acidez provoca corrosão (picado) e a alcalinidade a formação de calcário; ambas danificam o sistema.

O pH do líquido de arrefecimento deve estar entre 8 e 10 (Fig 10.1.8.2); as águas “macias”, incluindo a da chuva, têm um valor menor. Uma água que contenha mais de 0,15 gramas de sais minerais por litro, tem um índice superior a 10.

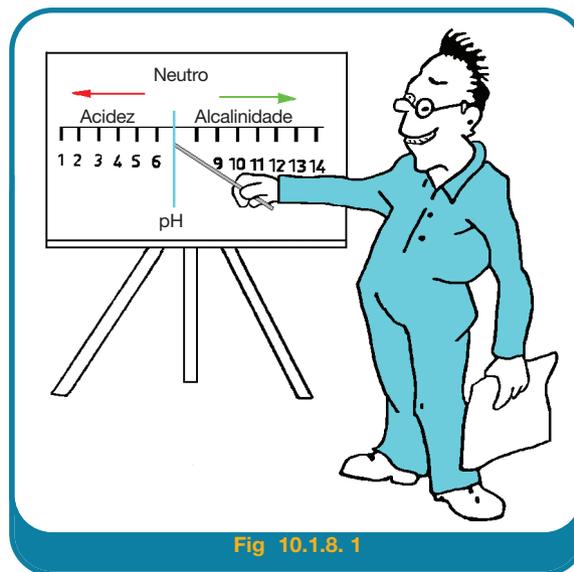


Fig 10.1.8. 1

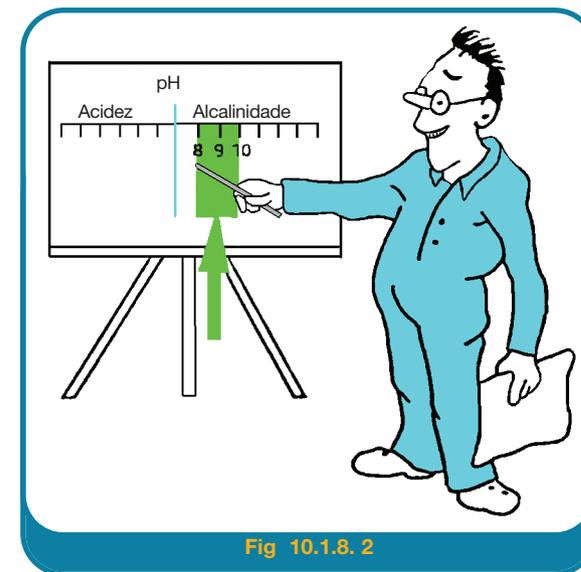


Fig 10.1.8. 2

Quanto aos *anti-congelantes*, existem dois tipos recomendáveis: à base de álcool e de glicerina.

Os motores trabalham, normalmente, a temperaturas superiores à da ebulição do álcool, por isso os fabricantes aconselham anticongelantes à base de glicerina e denominados como *permanentes*, porque não se evaporam por ebulição.

O termo permanente não quer dizer que se conserve indefinidamente; anualmente, no começo do inverno, ou semestralmente, conforme o manual de instruções, deve ser substituído.

Agora que todos os componentes do sistema foram tratados, vamos resumir os principais cuidados a ter para o seu bom funcionamento:

1 – Empregar água o menos “dura” possível, limpa e com a adição de produto de manutenção;

2 – Fazer a limpeza, interior e exterior, do sistema, às horas recomendadas no manual de instruções;

3 – Nunca trabalhar sem termóstato;

4 – Nunca adicionar água fria a um motor quente com ele parado;

5 – Manter a correia da ventoinha com a tensão correcta;

6 – Sempre que necessário, substituir a correia da ventoinha; nos motores que usam duas, substituir o conjunto. Nunca utilizar, simultaneamente, correias novas e velhas, pois o estado de tensão de umas nunca pode ser igual à das outras;

7 – Sempre que haja sintomas de sobreaquecimento, fazer uma cuidadosa vistoria ao sistema, pois pode verificar-se:

a) – Um baixo nível do líquido;

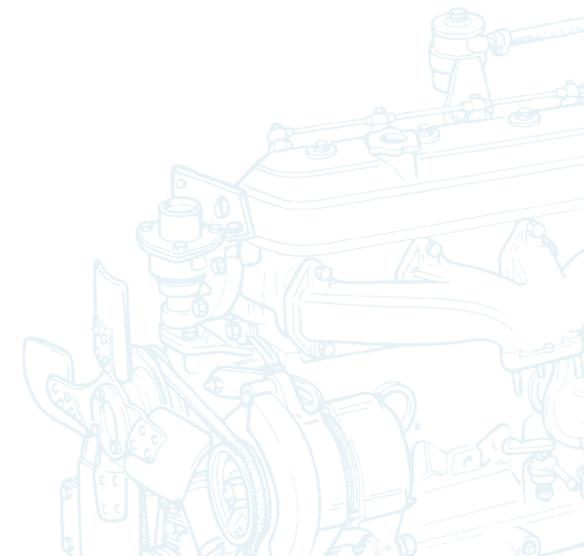
b) – Deficiente funcionamento da bomba de água;

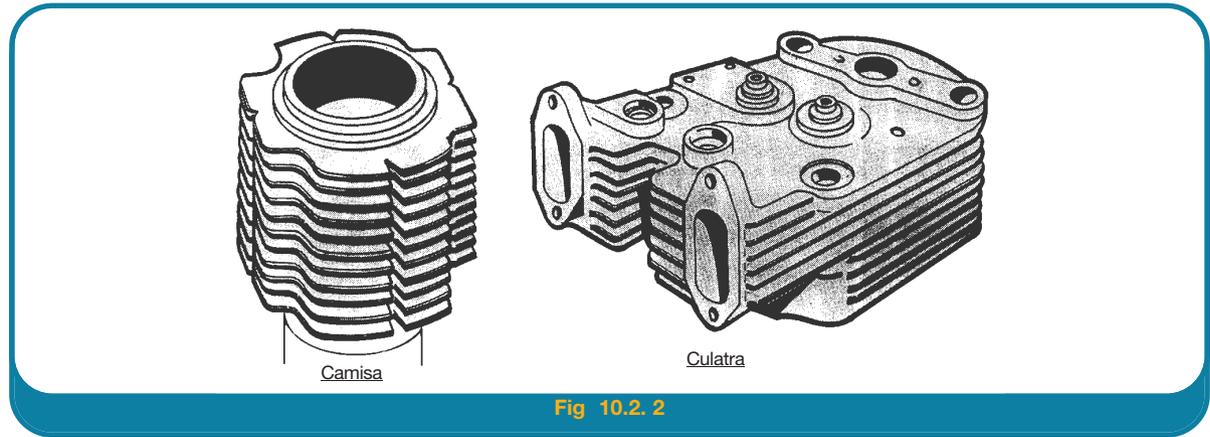
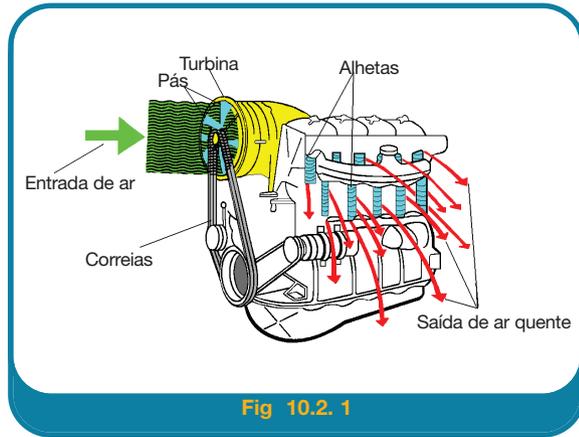
c) – Termóstato avariado;

d) – Radiador sujo ou entupido, exterior ou interiormente;

e) – Correia da ventoinha frouxa, ou partida;

f) – Filtro de ar sujo (ver Nota Técnica nº 7).

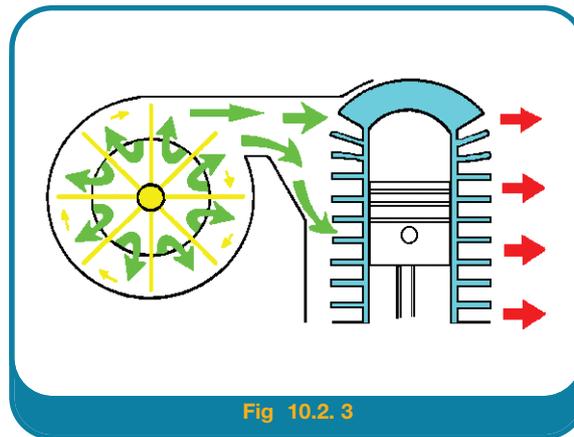




O excesso de calor tem que ser extraído directamente das paredes quentes do motor para o ar exterior (Fig 10.2.1) sem nenhum elemento intermédio, tal como o líquido no sistema anterior.

Como o coeficiente de condutibilidade calorífica do metal com o ar é menor que com a água há, neste sistema, diferenças de construção significativas, tais como o uso de materiais à base de ligas de alumínio, pela maior condutibilidade ao calor. Os cilindros são independentes, para que o ar possa circular entre eles e com alhetas, para aumentar a superfície de irradiação do calor (Fig 10.2.2).

Um elemento fundamental deste sistema é a turbina (Figs 10.2.1 e 10.2.3), a qual lança o ar directamente



sobre as partes a arrefecer; difere das ventoinhas especialmente em duas características fundamentais: volume e velocidade do ar impulsionado.

Tendo em atenção que o espaço calorífico entre as alhetas e o ar que as rodeia é, aproximadamente, o dobro do que entre o radiador e o ar que o atravessa, pode-se chegar a uma temperatura de saída mais elevada; portanto, para a extracção total de calor é necessária uma quantidade de ar relativamente menor **(1)**.

(1) No sistema de arrefecimento por líquido são necessários volumes de ar à volta de 80m³ por cada kW/hora desenvolvido pelo motor; no arrefecimento por ar são suficientes, normalmente, 55 m³.



Como o ar tem que alcançar os cilindros mais distantes da turbina é necessário dar-lhe maior pressão, ou seja imprimir-lhe maior velocidade, a qual costuma ser de, aproximadamente, 10 metros por segundo; as turbinas têm, portanto, que ser potentes e, muitas vezes, estão equipadas com *deflectores* (2).

Tal como no sistema anterior, há motores com reguladores automáticos para a velocidade da turbina, consoante a temperatura do mesmo.

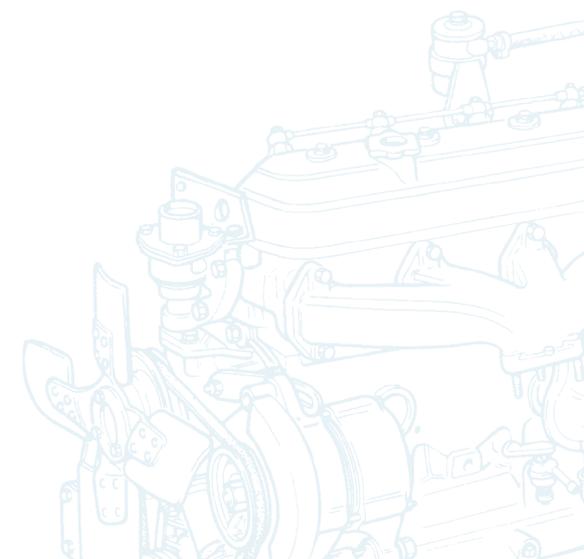
As grandes vantagens deste sistema consistem na eliminação de todo o circuito e elementos auxiliares que constituem o anterior, desaparecendo os problemas de corrosão e incrustação; o motor atinge mais rapidamente a temperatura de serviço por

serem menores as massas a aquecer, o que encurta o período de funcionamento em condições críticas.

Para funcionar bem tem que estar sempre limpo; as alhetas não devem estar, nunca, com incrustações de sujidade ou outras e a correia, ou correias (3), da turbina deve estar com a tensão correcta.

(2) Deflectores são elementos que mudam a direcção e/ou sentido do ar.

(3) De uma maneira geral, as turbinas são accionadas por duas correias paralelas.



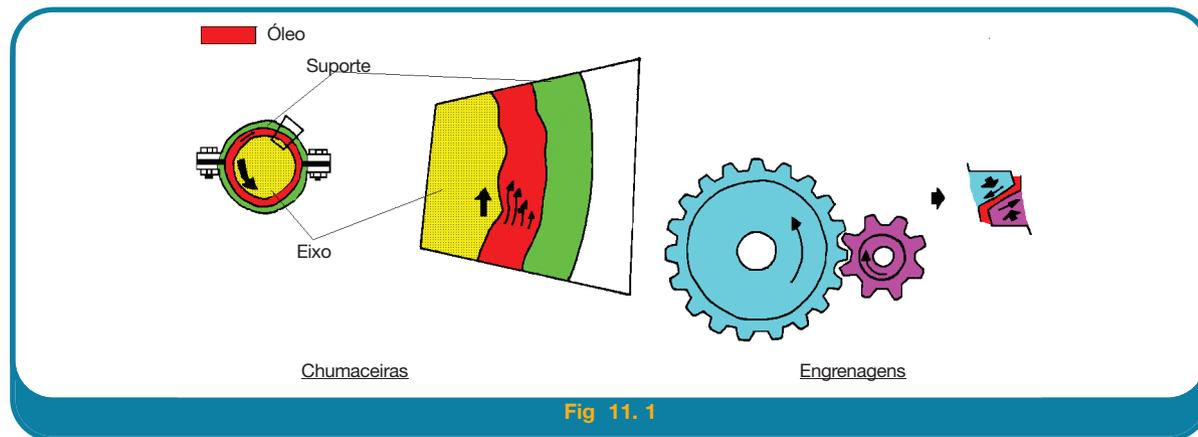


Fig 11.1

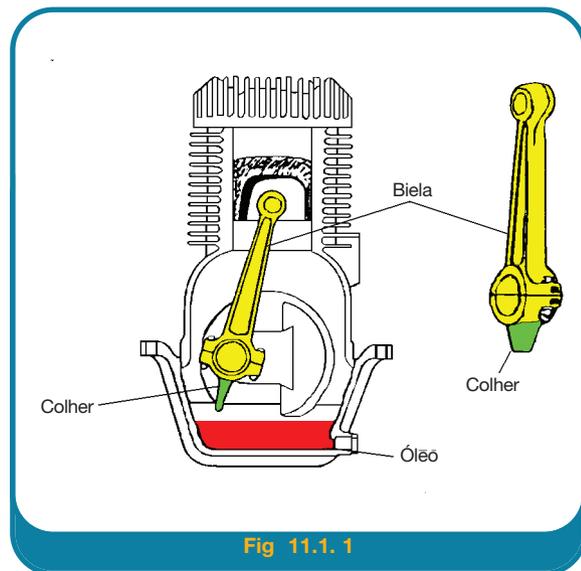
Qualquer peça de um motor, fixa ou móvel, não está tão lisa quanto parece à vista desarmada; ao microscópio, ou lupa potente, vêm-se irregularidades.

As peças móveis, quando em movimento, roçam umas de encontro às outras; se isto se fizesse directamente originaria um grande atrito, que provocaria aquecimento, desgaste e até fusão e conseqüente colagem. Para que tal não suceda coloca-se, entre as superfícies, uma substância com propriedades adequadas para o efeito, a qual se denomina por **lubrificante**; forma uma película capaz de resistir a um severo arrastamento e opõe-se à colagem entre as peças, pelo chamado *poder anti-desgaste*.

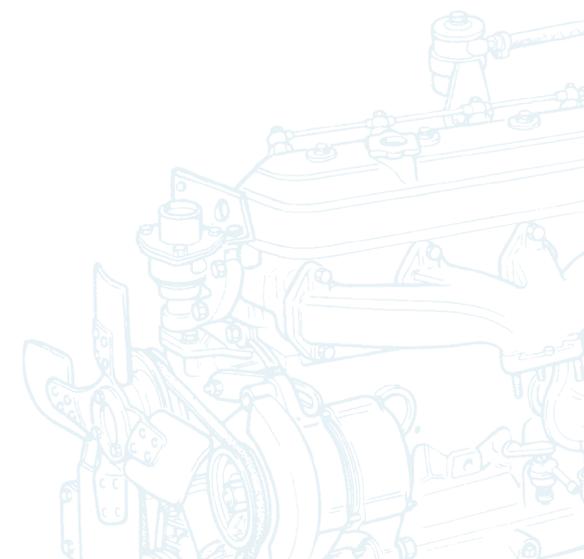
Os lubrificantes com tal poder são os **óleos**, minerais, vegetais e sintéticos, que também absorvem e dissipam o calor, melhoram a vedação entre os êmbolos e os cilindros, limpam as peças, arrastam a sujidade e amortecem os ruídos do motor.

A figura 11.1, ilustra um pouco a função do óleo entre duas superfícies móveis.

Ao conjunto dos órgãos que têm por função garantir a presença do óleo nas partes do motor que dela carecem, garantindo o seu bom e prolongado funcionamento, chama-se **sistema de lubrificação**, do qual há 3 tipos: por **chapinhagem**, **misto** e **sob pressão**.



Utiliza-se em pequenos motores monocilíndricos de 4 tempos e é feita através de um prolongamento do chapéu da cabeça da biela, denominado **colher** (Fig 11.1.1), que, no seu movimento, mergulha no óleo contido no carter projectando-o de encontro a todas as partes a lubrificar.



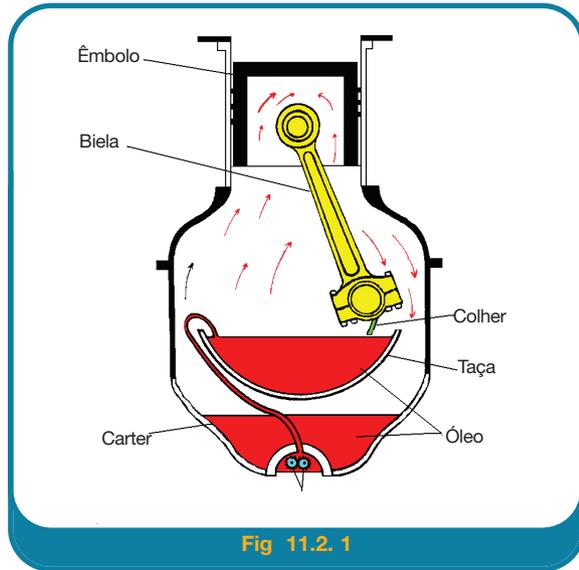
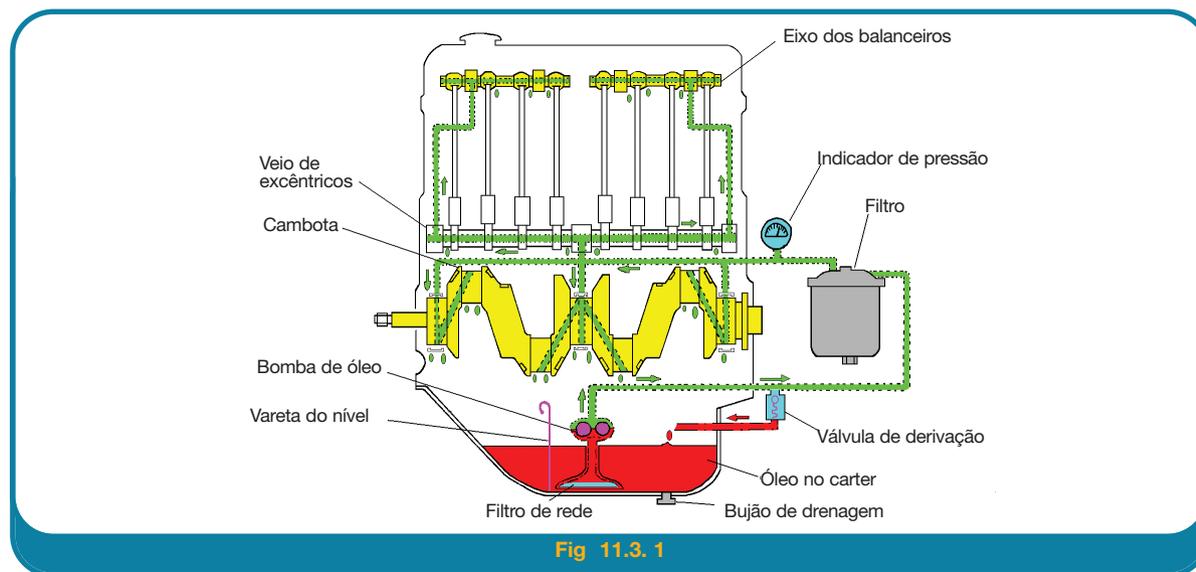


Fig 11.2. 1

Há uma taça para o óleo e o abastecimento desta é feito através de uma bomba que, permanentemente, o transfere do carter para ela, onde a colher o apanha, fazendo a chapinhagem (Fig 11.2.1).



Também denominada por **lubrificação forçada** (Fig 11.3.1), é a mais eficiente e utilizada na grande maioria dos motores.

É constituída, essencialmente, por:

- **Bomba de óleo** – envia-o, sob pressão, para o filtro e daí a todas as partes do motor que dele necessitam;

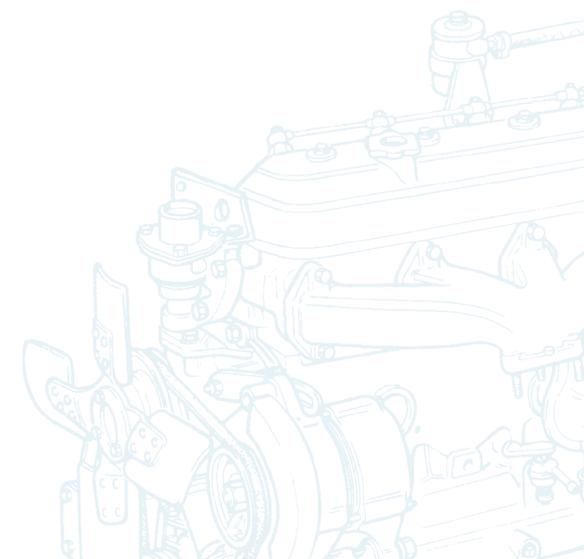
- **Filtro de óleo** – liberta-o de impurezas;

- **Válvula de descarga** – permite a descarga do óleo em excesso, assegurando uma pressão constante.

Há motores que, no sistema, têm ainda elementos auxiliares, tais como:

- **Radiador;**

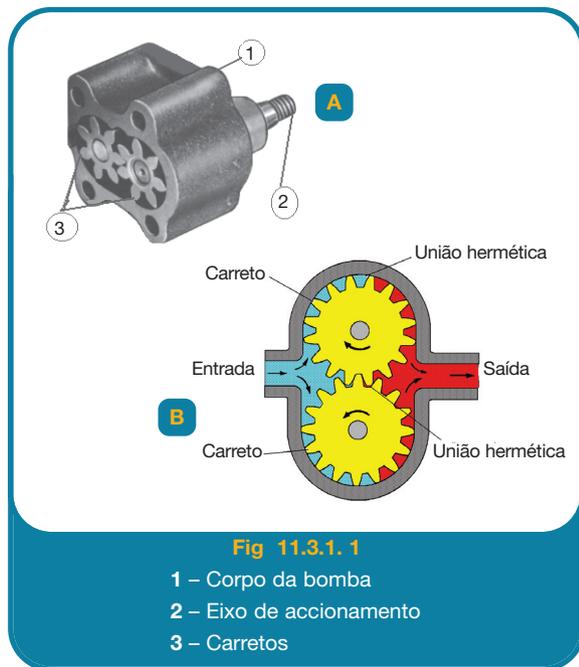
- **Indicador de pressão.**



É o elemento encarregado de aspirar o óleo do reservatório (carter) e enviá-lo, sob pressão, a todas as partes do motor que dele necessitam; está colocada no carter, ou muito próximo dele.

Pode ser de dois tipos:

1 - De carretos (Fig 11.3.1.1) – é a mais utilizada e consta de dois carretos iguais, engrenados entre si e



fechados numa caixa denominada *corpo da bomba*; o *eixo de accionamento* é solidário com um dos carretos, o que obriga o outro a girar (Fig 11.3.1.1 - A).

À medida que os carretos giram os dentes transportam o óleo e, continuando a girar, obrigam-no a sair sob pressão (Fig 11.3.1.1 - B).

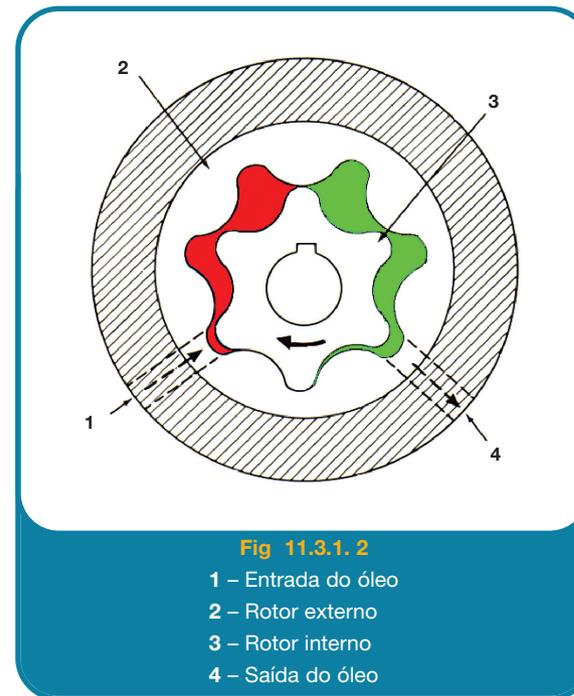
Normalmente, à entrada da bomba existe um *filtro de rede* para evitar a entrada de impurezas, o qual deve ser limpo anualmente.

2 - De rotor (Fig 11.3.1.2) – é uma variante da de carretos; consta de um *rotor* interno que gira dentro de outro, externo e montado dentro de um *anel*.

Ao girar, o rotor interno apenas engrena com o externo por um dos dentes, em virtude de ter menos um; o oposto ao que está engrenado fecha completamente com o externo, impedindo o retrocesso do óleo; ao separarem-se aspiram-no e ao aproximarem-se expõem-no, sob pressão.

Se a bomba funcionar mal a lubrificação é deficiente, o que pode originar avarias graves.

Se a rede que protege a entrada da bomba não existir, ou estiver danificada, as impurezas que o óleo eventualmente contenha podem danificar o sistema.



A contaminação do óleo encurta a vida do motor; para o evitar existe o filtro cuja função é libertá-lo das impurezas que nele se vão acumulando, por acção da lubrificação. Há dois tipos fundamentais:

1 - De superfície – retêm as partículas que o óleo transporta, de tamanho maior que o dos poros da superfície filtrante; caem para o fundo do filtro, mas as mais pequenas vão ficando incrustadas até à obstrução; antes que isso aconteça é necessário substituí-lo. São em malha de aço fina, de aros de papel, ou de metal sobrepostos, de cinta metálica em espiral, de celulose moldada ou de cartão poroso **(1)** (Fig 11.3.2.1).

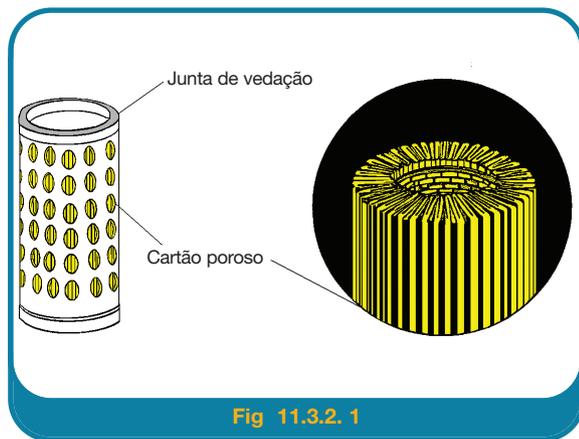


Fig 11.3.2.1

Devem ser substituídos periodicamente e a periodicidade é indicada pela casa fabricante, através do manual de instruções;

2 - De profundidade – diferem dos anteriores porque o volume de material filtrante que o óleo tem que atravessar, circulando em várias direcções para chegar à saída, é maior. Neste caso há dois sistemas:

2.1 - De derivação (Fig 11.3.2.2) – só 5 a 10 % do óleo debitado pela bomba é filtrado e isto depende do diâmetro da boca de saída do filtro; no entanto, à medida que se vai obstruindo reduz-se a quantidade

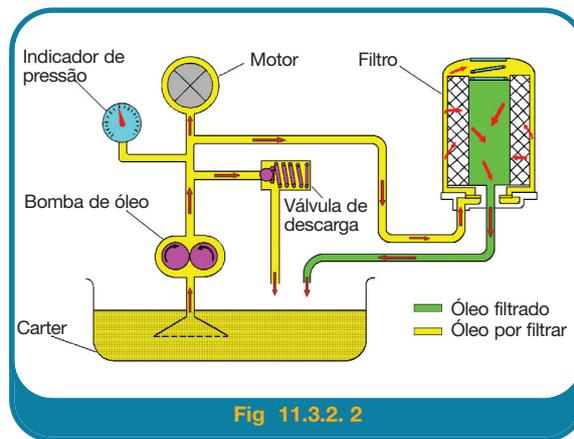


Fig 11.3.2.2

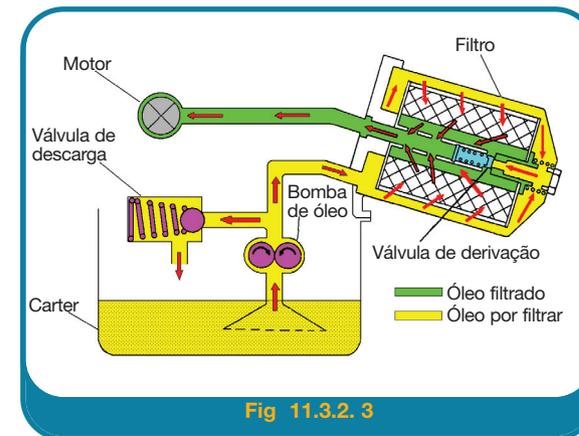


Fig 11.3.2.3

filtrada. Graças ao maior caudal que circula pelo circuito principal, o estado do filtro não influi na pressão do óleo;

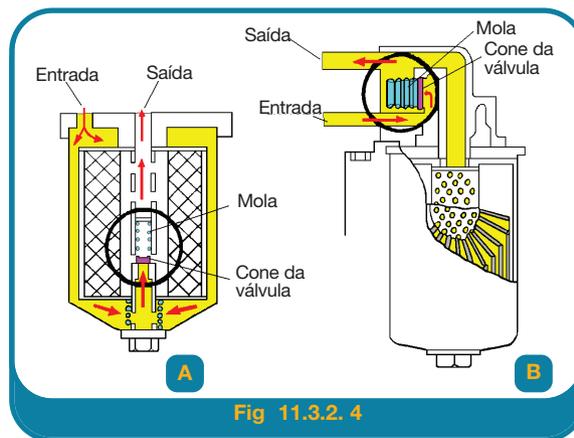
2.2 - De filtragem total – a bomba envia todo o óleo ao filtro; quando este fica obstruído, uma parte deriva para o motor, sem ser filtrado (Fig 11.3.2.3).

(1) Nos motores actuais já não são utilizados e os metálicos são limpos e substituídos quando danificados.

No interior do filtro há uma **válvula de derivação**, que assegura a lubrificação em caso de obstrução, a qual pode estar montada no próprio filtro, ou na base da sua caixa (Fig 11.3.2.4 – A e B, respectivamente).

Ao mudar um filtro há que substituir também as *juntas de vedação*, em borracha; nunca colocar filtros novos com juntas velhas, pois o óleo dilata-as.

Filtros em mau estado podem danificar o sistema, por isso respeitar a periodicidade das mudanças.



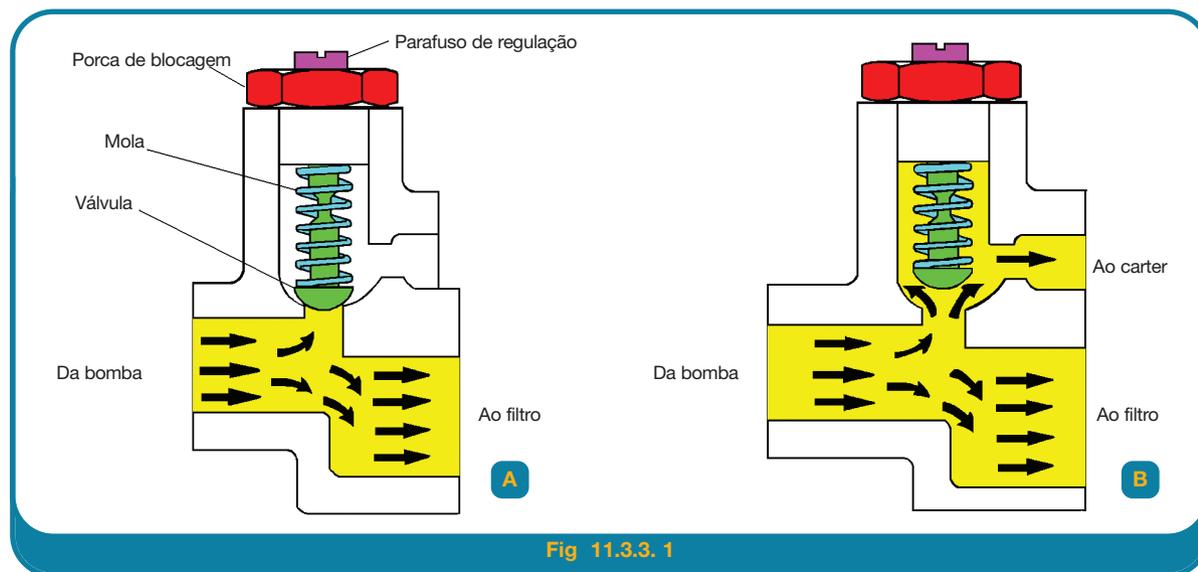


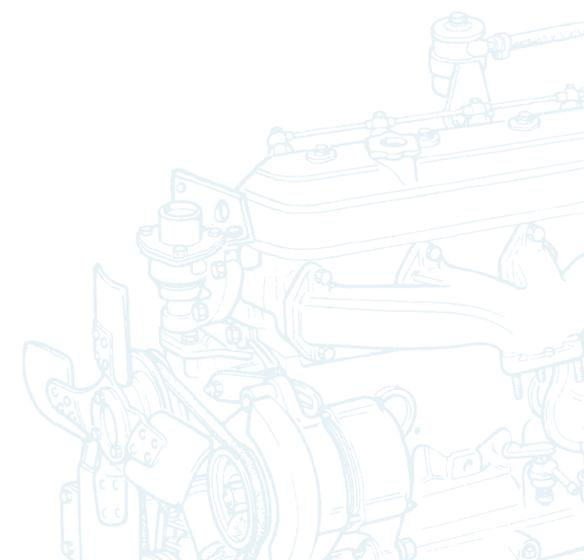
Fig 11.3.3. 1

Também conhecida por **válvula reguladora ou limitadora de pressão**, tem por função manter a pressão correcta no sistema, independentemente do número de rotações do motor, ou da temperatura do óleo.

Evita excessos de pressão enviando o óleo “em excesso” para o carter, mas assegura a lubrificação visto que, se a pressão diminuir, a válvula fecha e o óleo, que antes escorria para o carter, vai para os pontos a lubrificar.

É formada por uma *válvula*, em forma de bola, que fecha um orifício por intermédio de uma *mola* (Fig 11.3.3.1 - A); quando a pressão é excessiva o óleo faz abrir a válvula e vai para o carter (Fig 11.3.3.1 - B).

Esta válvula deve estar, sempre, em perfeito estado de funcionamento, para que a sua função não seja adulterada.



Há motores que têm um **radiador** incorporado, a fim de arrefecer o óleo, o qual pode funcionar com o líquido de arrefecimento ou com a corrente de ar da turbina.

A figura 11.3.4.1 ilustra o funcionamento de um radiador de arrefecimento por líquido, o qual passa pelos tubos enquanto o óleo circula à sua volta; o calor passa para o líquido que o transfere para o ar, no radiador do sistema de arrefecimento.

A figura 11.3.4.2 mostra o funcionamento de um radiador de arrefecimento por ar.

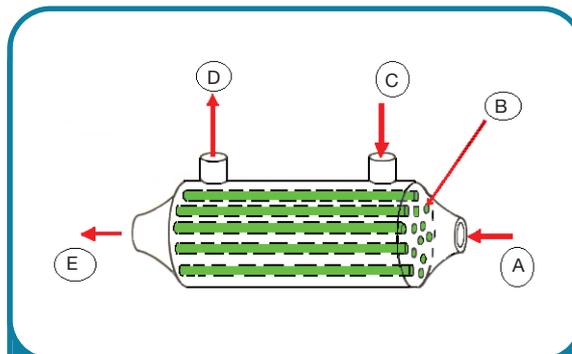


Fig 11.3.4. 1

- A – Entrada do líquido de arrefecimento;
- B – Tubos de arrefecimento;
- C – Entrada do óleo;
- D – Saída do óleo;
- E – Saída do líquido

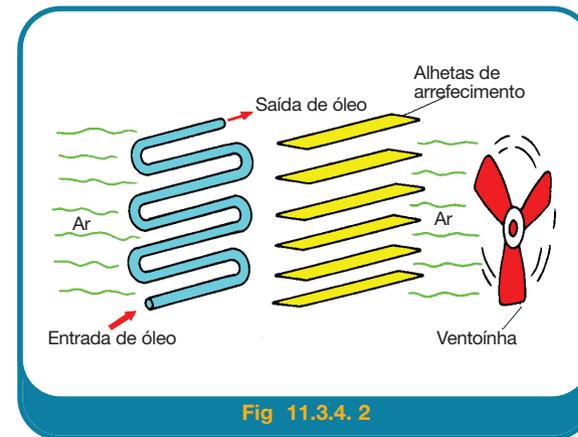


Fig 11.3.4. 2

Da tubagem da lubrificação parte um “ramal” que vai para um elemento de aviso da pressão do óleo, situado no painel de instrumentos; é de grande importância, pois se houver uma diminuição anormal da pressão pode ser devida, principalmente, a um baixo nível do óleo, demasiada fluidez do mesmo, bomba gasta e perda por ela, pelo filtro, ou pela válvula de descarga que pode estar mal ajustada.

Se, pelo contrário, houver pressão excessiva, pode ser avaria do indicador, óleo demasiado espesso, ou válvula de descarga presa.

O indicador, vulgarmente conhecido por **manómetro**, pode ser:

1 - Mecânico (Fig 11.3.5.1) – consta, normalmente, de um *tubo*, curvo e flexível, em que uma ponta está ligada à entrada do óleo, sob pressão e a outra ao *elo de accionamento* do mecanismo do *ponteiro* indicador da pressão.

Um aumento da pressão no interior do tubo tem tendência a estendê-lo e este movimento transmite-se ao *pinhão*, que faz girar a *mola*, a qual movimentava o *ponteiro* que está dentro de um *mostrador* e nos indica o valor da pressão do óleo. Este sistema já não é utilizado nos motores actuais.

2 - Eléctrico (Fig 11.3.5.2) – consta de um tubo de contacto, que faz acusar as variações da pressão do óleo.

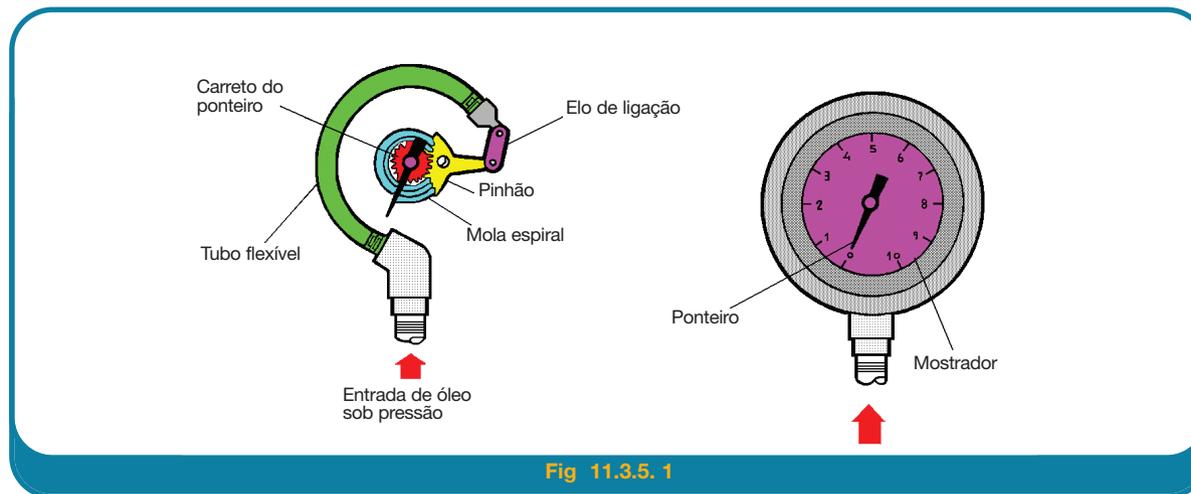


Fig 11.3.5.1

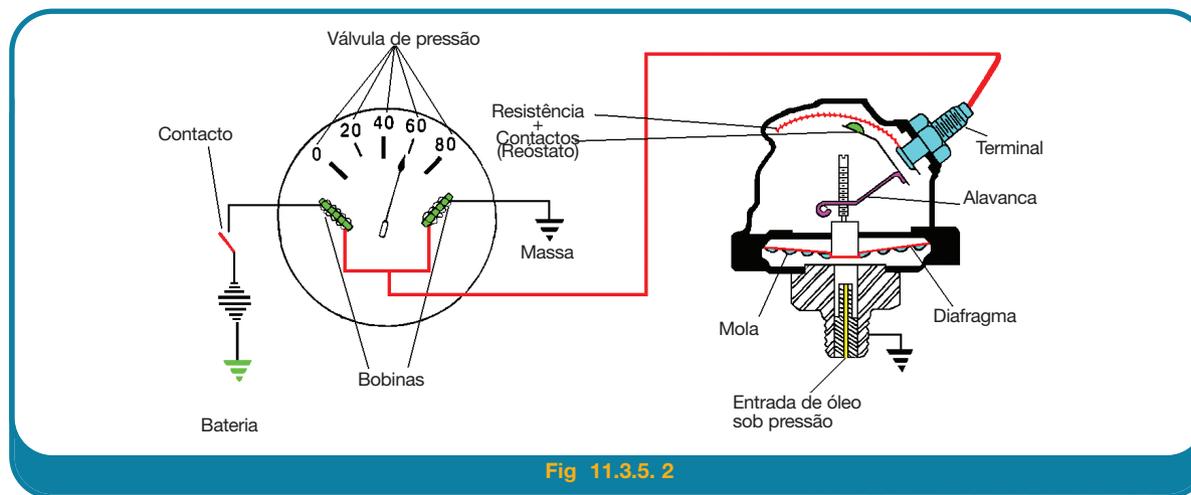
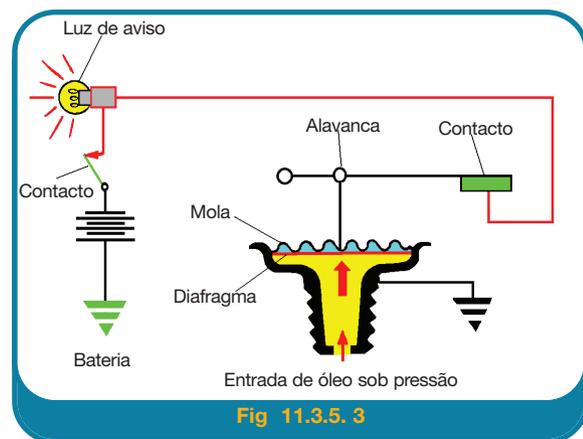


Fig 11.3.5.2

Um aumento da pressão empurra o *diafragma*, fazendo girar a alavanca e o seu *contacto* numa *resistência* **(1)** que fecha o circuito e que aumenta, ou diminui, consoante a pressão, o que faz variar a corrente eléctrica que atravessa o *amperímetro* onde se lê o seu valor. É o sistema que, normalmente, se usa nos motores actuais e que maior garantia dá, uma vez que a pressão é medida a cada momento.

A leitura da pressão também pode ser dada por *interruptor de bimetal*, ou *simples*, o qual funciona por intermédio de *luz de aviso* (Fig 11.3.5.3).



Neste caso não sabemos a pressão exacta do óleo, pelo que é melhor o sistema com mostrador do que com luz.

Como a luz de aviso se pode fundir, a sua verificação deve ser bastante frequente.

Terminado o sistema de lubrificação vejamos, resumidamente, os principais cuidados a ter com a sua manutenção:

- 1- Verificar o nível de óleo do motor, o qual deve estar correcto **(2)**;
- 2 - Substituí-lo às horas indicadas no manual de instruções e da forma descrita na Nota Técnica nº 12;
- 3 - Substituir o filtro na altura própria;
- 4 - O filtro do respiradouro do carter, quando existe, deve ser lavado sempre que o óleo é mudado;
- 5 - A tampa de entrada do óleo deve ser estanque, para evitar a introdução de impurezas e/ou água;

6 - Observar, com frequência, o indicador de pressão do óleo;

7 - Se aparecer qualquer fuga verificar a origem e repará-la;

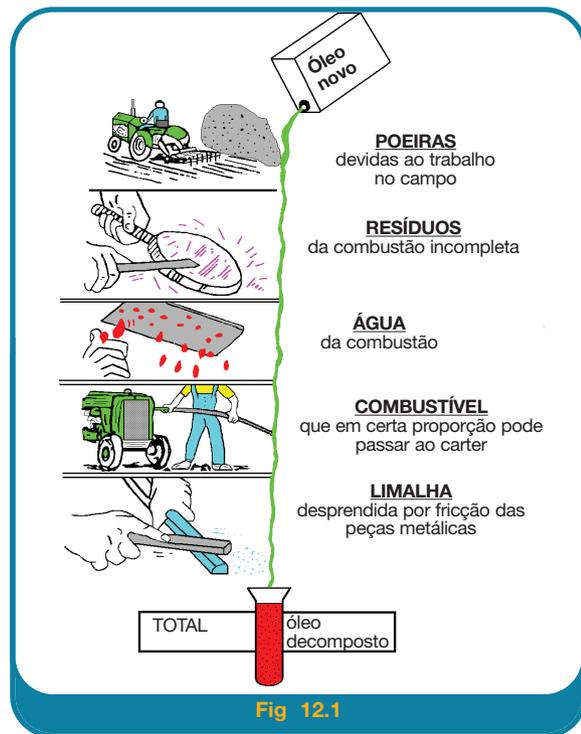
8 - Usar, de preferência, óleos recomendados pelo fabricante.

Custa tão pouco!... e os motores agradecem o bom tratamento.

(1) A resistência e o contacto é um *reóstato*.

(2) O *nível correcto* do óleo do motor é entre o máximo e o mínimo; abaixo deste pode originar danos nas peças, por excesso de aquecimento, ou até gripagem. Acima do máximo provoca excesso de pressão, no carter, a qual força as partes mais fracas, que são as juntas e os retentores, danificando-as e provocando perdas de óleo.

O óleo, mesmo filtrado, carrega-se, progressivamente, de materiais diversos que o tornam impróprio para a conservação do motor; ao fim de certo tempo vai perdendo as propriedades lubrificantes obtendo-se, como produto final, o **óleo decomposto**, vulgarmente conhecido por *óleo queimado* (Fig 12.1); torna-se então necessário substituí-lo.



O tempo de duração de um óleo depende de vários factores, nomeadamente:

- Género de trabalho do motor;**
- Meio em que foi utilizado;**
- Estação do ano;**
- Cuidados com o filtro de ar;**
- Capacidade do cárter;**
- Eficiência do sistema de purificação;**
- Percentagem de enxofre do combustível.**

Uma boa regra consiste em seguir à risca as indicações expressas no manual de instruções e ter sempre presente que *não há vantagem* em prolongar a sua utilização para além do período indicado **(1)**.

Ao proceder-se à mudança há que ter em consideração os seguintes pontos:

- 1-** Fazê-lo, sempre, com o motor quente porque se torna mais fluido, escorre com mais facilidade e arrasta mais impurezas;
- 2-** Efectuá-lo em local plano, horizontal e limpo **(2)**;
- 3-** Deixar o cárter a escorrer durante algum tempo, para que saia todo o óleo decomposto, mas não abandonar o local sem repor o bujão e o óleo novo para que ninguém, por esquecimento, ou desconhecimento, utilize o motor sem lubrificante;

4 - O bujão deve ser limpo, inspecionado e reposto com substituição da respectiva anilha de vedação;

5 - Substituir os filtros respectivos, de acordo com as instruções do fabricante.

Os óleos decompostos e não só, devem ser guardados e, posteriormente, entregues para reciclagem; nunca se devem despejar para o solo, porque danificam as plantas e contaminam as águas.

Chamamos a atenção para a Nota Técnica nº 9.1 pois as regras de armazenamento aplicam-se também, em grande parte, aos lubrificantes, com mais um pormenor: os nomes escritos nos tambores, com o tempo e ao relento, apagam-se, o que pode provocar enganos na aplicação.

Os lubrificantes são produtos escorregadios, pelo que podem originar acidentes; para os evitar deitar, sobre o derrame, serradura, ou terra seca e depois varrer.

(1) Para além das melhorias de fabrico dos motores, a qualidade dos óleos tem melhorado de forma notável e o seu período de utilização, nos motores actuais, aumentou.

(2) Tratando-se de semoventes, devem estar engatados e/ou calçados.

A realização prática do invento de Beau de Rochas revelou-se um factor decisivo para o advento da era mecanizada; em todos os países industriais, da Europa e do Novo Mundo, surgiram entusiastas procurando aperfeiçoar o motor do Otto e Langen, que foi o primeiro a utilizar o ciclo de quatro tempos.

Aquele motor foi pela primeira vez apresentado em Paris, na exposição de 1878 e, um ano depois, Dugalg Clerk, baseando-se no ciclo de Beau de Rochas, idealizou e construiu um motor de explosão que apresentava como inovação necessitar apenas de dois trajectos do êmbolo (2 tempos) para efectuar um ciclo completo; foi considerado, pelos técnicos da época, como revolucionário e capaz de destronar o motor de quatro tempos, mas as provas que este motor tem prestado, ao longo do tempo, deram-lhe um prestígio que ultrapassa largamente o que inicialmente foi alcançado pelo de dois tempos.

Uma das características do motor de dois tempos é a ausência de válvulas e demais sistema de distribuição. Estas foram substituídas por *aberturas*, na parede do cilindro e designadas por *janelas* (Fig 13.1), as quais são tapadas, ou postas a descoberto, pelo êmbolo, durante o seu percurso.

Há variadas concepções de motores de dois tempos, que não interessa detalhar; distinguimos

apenas dois grupos, nos quais se incluem os modelos mais conhecidos:

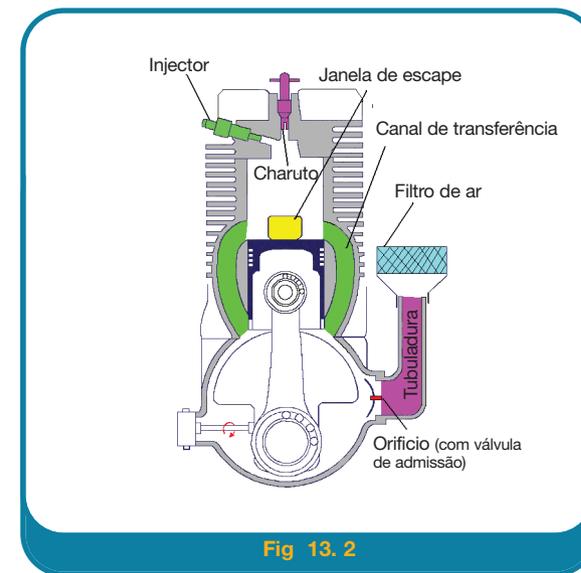
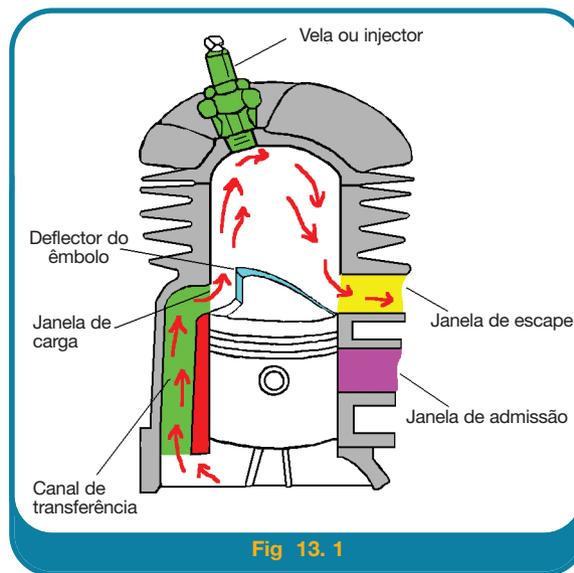
1º grupo – é o dos motores mais simples, onde se aproveita o movimento do êmbolo no percurso da compressão para se aspirar a mistura gasosa, isto é, a compressão e a admissão fazem-se no mesmo movimento do êmbolo;

2º grupo – é o daqueles em que existe um turbo – compressor, ou uma bomba especial, nos motores mais antigos, movida em sincronismo adequado

com o êmbolo principal e que se destina a aspirar a mistura combustível e enviá-la ao motor.

A “complicação” mecânica que este êmbolo, ou bomba auxiliar, origina não é tão grande quanto se possa supor e, em contrapartida, proporciona vantagens importantes, pois melhora a “varredura e o enchimento”, que constituem a principal dificuldade deste tipo de motores.

Vamos apenas debruçar-nos sobre os pertencentes ao primeiro grupo; em primeiro lugar devemos dizer que o carter é hermeticamente fechado, com



dimensões reduzidas e cuidadosamente calculadas, não se destinando a armazenar o óleo da lubrificação, mas sim a mistura gasosa que chega através da *janela de admissão*, a qual é tapada, ou posta a descoberto, pelo êmbolo, no seu movimento alternativo.

Do mesmo lado da janela de admissão e acima dela, situa-se a *janela de escape*, estando no lado oposto o *canal de transferência* (Fig 13.1); a sua posição varia de acordo com o construtor, podendo até não existir a de admissão que, nos motores Diesel, é substituída por um *orifício* feito na parte superior do carter (Fig 13.2) e ligado ao filtro de ar por uma tubuladura; no orifício há uma válvula, automática, que apenas permite a passagem no sentido filtro de ar carter e nunca no inverso.

Não há válvulas de admissão e escape nem, portanto, veio de excêntricos, balanceiros, etc.

Estes motores também não precisam de ter a cabeça desmontável, podendo ser fundida em peça única com o cilindro, se este não for de camisa amovível. Como peças móveis têm, basicamente, o êmbolo, a biela e a cambota, o que lhes dá uma simplicidade mecânica apreciável e suprime as desafinações resultantes dos desgastes dos excêntricos e das válvulas.

CICLO DE 2 TEMPOS DE CLERK

Antes da descrição convém frisar que, nestes motores, a chegada da mistura ao cilindro processa-se em duas fases:

1ª - Entrada da mistura gasosa para o carter; é a admissão propriamente dita;

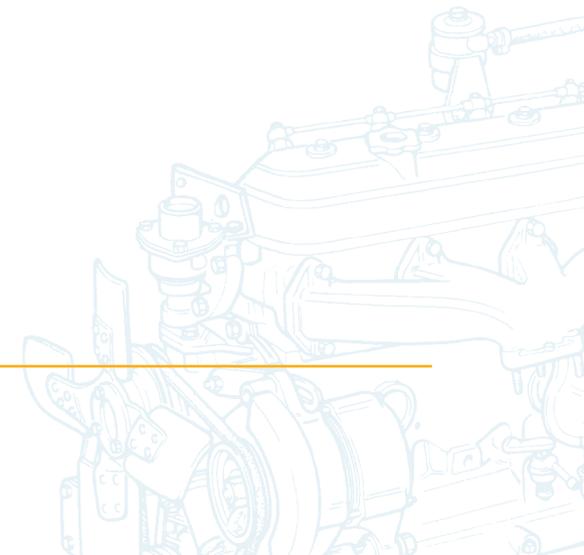
2ª - Entrada para o cilindro.

Na primeira fase a mistura é aspirada através da janela de admissão para o carter, a qual se destapa com a subida do êmbolo;

Na segunda fase a mistura gasosa penetra no cilindro quando o êmbolo destapa a janela de carga, sendo impulsionada pelo aumento da pressão que, entretanto, surge no carter pela descida do êmbolo, não retornando ao carburador porque ele (êmbolo) fecha a janela de admissão, ou fecha-se a válvula unidireccional **(1)** instalada no carter.

A entrada da mistura no cilindro, bem como a saída dos gases de escape, é orientada por uma saliência da parte superior do êmbolo, que se denomina por *deflector* (Fig 13.1) ou pela colocação estratégica de duas janelas de transferência que asseguram a “varredura” dos gases de escape (Fig 13.2).

(1) É o sistema mais utilizado nos motores Diesel.



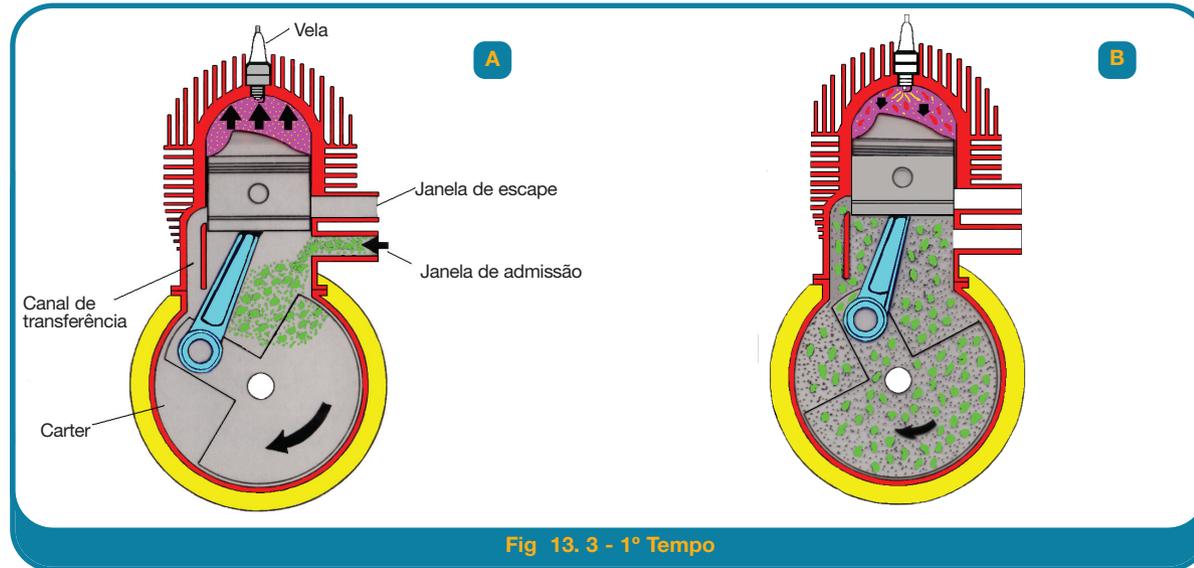


Fig 13.3 - 1º Tempo

ponto morto inferior fazendo o *trabalho*, bem como uma *pré-compressão* no carter (Fig 13.4 – A). Antes de atingir o ponto morto inferior abre a janela de escape, por onde *saem* rapidamente os gases queimados por acção da pressão ainda existente no cilindro; logo de seguida é posta a descoberto

Vejamos então o funcionamento do ciclo:

1º tempo – admissão e compressão – a partir do ponto morto inferior, o êmbolo sobe, fecha a janela de transferência e depois a de escape; provoca uma depressão no carter e abre a janela de admissão, provocando a entrada de ar fresco no mesmo (Fig 13.3 – A).

Com a subida faz a *compressão* (no cilindro) até atingir o ponto morto superior, onde “salta” uma fâisca eléctrica (Fig 13.3 – B) ou é injectado combustível, conforme se trate, respectivamente, de um motor a gasolina (Otto) ou a gasóleo (Diesel) (2).

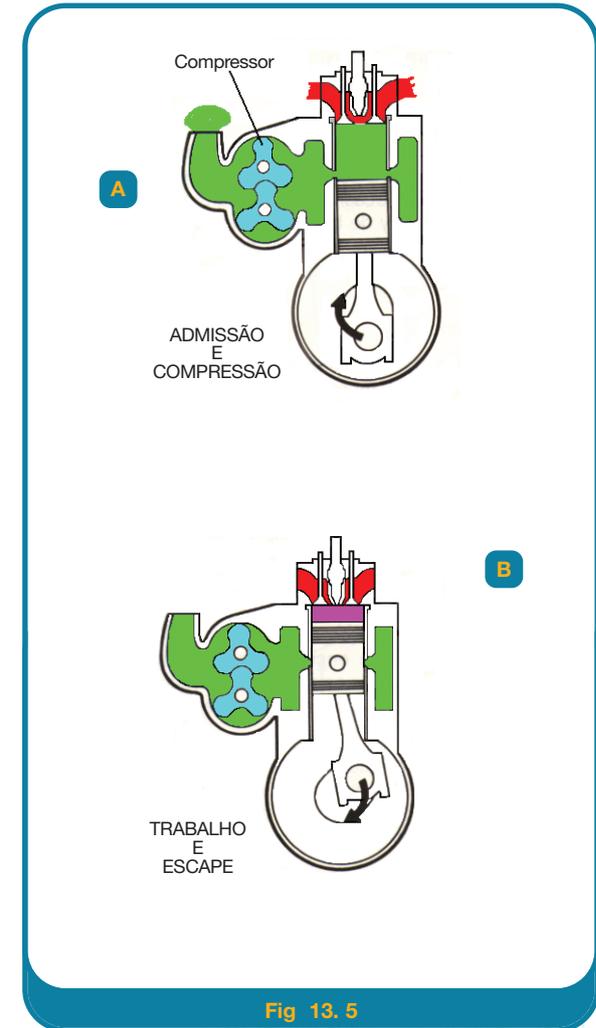
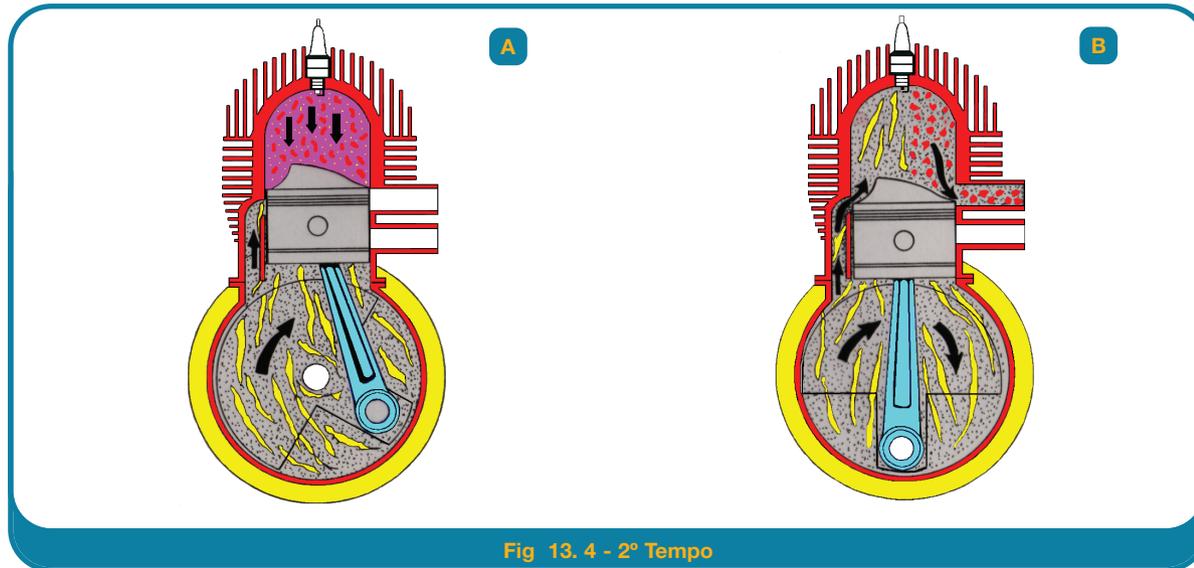
2º tempo – trabalho e escape – partindo do ponto morto superior, onde teve lugar o início da combustão, os gases expandem-se e o êmbolo desce para o

(2) Nos motores Diesel a 2 tempos há um injector em vez da vela.

a janela de carga permitindo a entrada, no cilindro, dos gases que se encontram pré-comprimidos no carter, assegurando estes, graças à posição estratégica da (ou das) janela de carga, ou pelo deflector do êmbolo, a “varredura” do cilindro com a expulsão dos gases de escape (Fig 13.4 – B).

A pré-compressão no carter pode ser melhorada pela existência de uma *bomba*, que obriga os gases a entrar com uma ligeira pressão, melhorando o rendimento do motor.

Existem algumas variantes na concepção e funcionamento destes motores com o fim de conciliar as desvantagens que apresentam em relação aos de quatro tempos. Uma destas situações tem a ver com um motor com óleo no carter, válvulas de escape à cabeça e janelas de admissão directas ao cilindro. Resumidamente, o funcionamento baseia-se na admissão forçada por um compressor e compressão no 1º tempo (Fig 13.5 – A); no 2º tempo e com o êmbolo a descer, faz o tempo de trabalho e o escape, seguido de nova admissão (Fig – 13.5 - B); normalmente, são motores Diesel.



VANTAGENS E INCONVENIENTES DOS MOTORES DE COMBUSTÃO A DOIS TEMPOS EM RELAÇÃO AOS DE QUATRO TEMPOS

Vantagens:

- 1** – Maior regularidade de funcionamento, que lhe é conferida pelo facto de haver uma combustão (ou explosão nos Otto) em cada volta da cambota;
- 2** – Maior leveza, resultante da existência de menos peças;
- 3** – Potência sensivelmente constante a alta ou baixa rotação; é evidente que, quanto maior for a velocidade de deslocação do êmbolo menor será o período de admissão de ar fresco, portanto, menor será a quantidade de mistura a ser comprimida no cilindro, permanecendo a potência praticamente constante;
- 4** – Pode trabalhar muito inclinado e, em alguns casos, até mesmo invertido, visto que a lubrificação é feita por óleo misturado no combustível; daqui resulta o seu emprego frequente em pequenas máquinas tais como motocultivadores, motoceifeiras

e motoserras que, muitas vezes, trabalham em terrenos bastante declivosos;

5 – Teoricamente teria o dobro da potência de outro motor de 4 tempos, com as mesmas dimensões e o mesmo número de rotações por minuto, por ter o dobro dos tempos activos mas, na realidade, superam aqueles apenas em cerca de 30 a 35 % da potência.

Inconvenientes:

- 1** – Consomem mais combustível que os de 4 tempos, da mesma potência, pelo facto de não ser nítida a separação da mistura fresca da dos gases queimados; assim, não só parte dos produtos da combustão ficam dentro do cilindro, diminuindo o poder explosivo da mistura admitida, como também parte dela é arrastada para o exterior pelos gases de escape **(3)**;
- 2** – Têm tendência a isolar as velas porque o lubrificante penetra no cilindro juntamente com o combustível; as velas necessitam, portanto, de verificação frequente.

(3) Este inconveniente está atenuado nos motores de dois tempos com pistão auxiliar, ou bomba especial de aspiração e não existe nos motores Diesel porque, nesses, o combustível só é injectado quando a compressão do ar atinge o valor mais elevado.

Recentemente apareceu um motor que é uma mistura dos de dois e quatro tempos; efectivamente, é um motor de quatro tempos ao qual foi adicionado uma ligação entre o carter e o colector de admissão, ligação essa que designamos por **canal de transferência (1)**. A lubrificação é assegurada pela mistura óleo + combustível, na mesma proporção dos de dois tempos.

O funcionamento é o seguinte:

1 – O êmbolo desce, a válvula de admissão abre e admite, no cilindro, a mistura proveniente do carter, através do canal de transferência e também do exterior (Fig 14.1);

2 – O êmbolo sobe e as duas válvulas estão fechadas; dá-se a compressão no cilindro e a entrada de gases no carter, via canal de transferência (Fig 14.2);

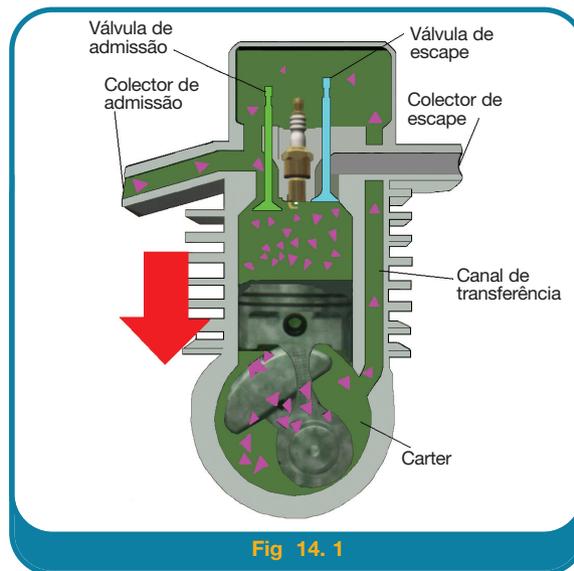


Fig 14. 1

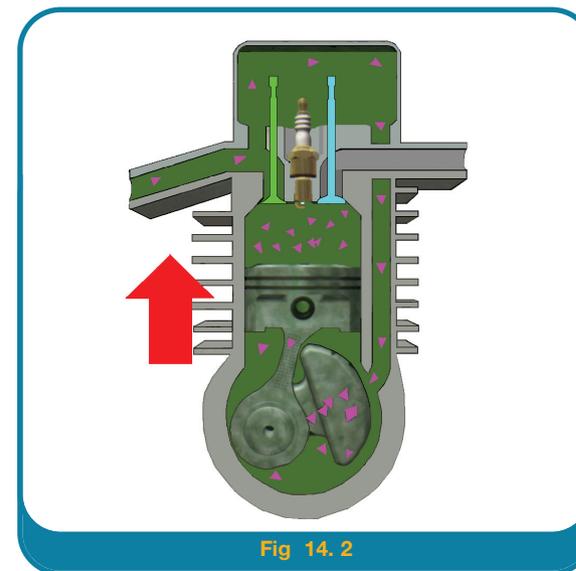
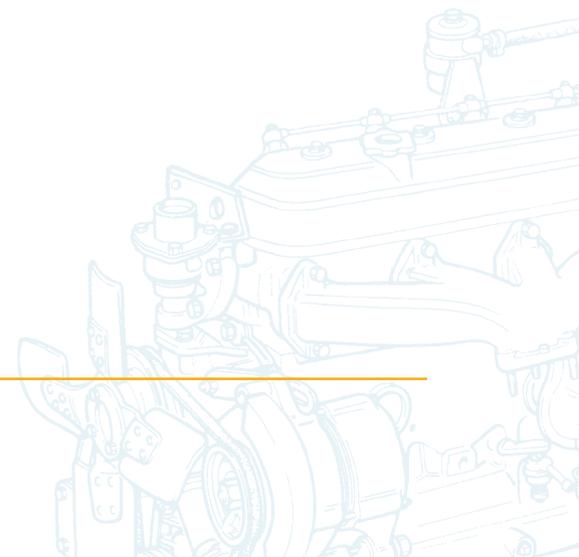


Fig 14. 2

(1) Este motor foi desenvolvido pela Stihl e por ela denominado 4 – MIX; ao canal de transferência chamam-lhe bypass.



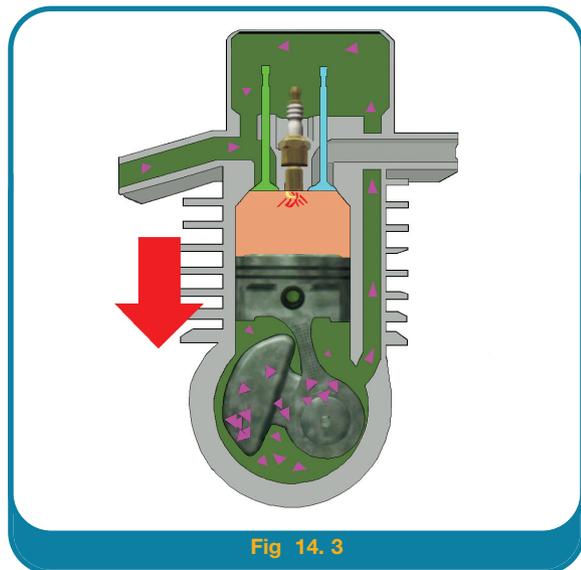


Fig 14.3

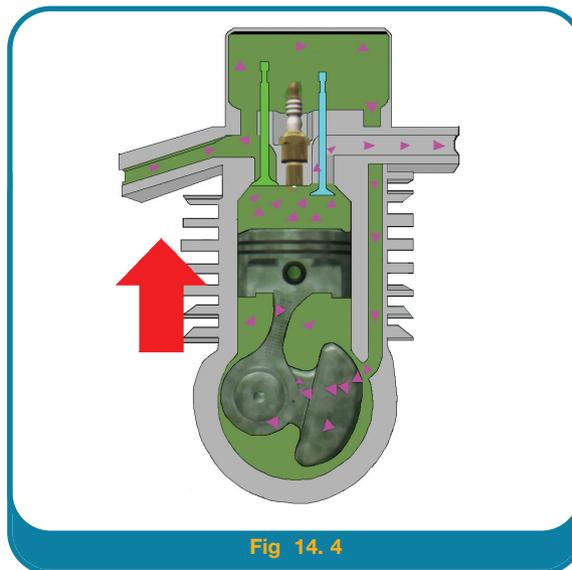


Fig 14.4

3 – Finda a subida do êmbolo dá-se a explosão, os gases expandem-se e o êmbolo desce, fazendo o tempo de trabalho; os gases do carter são empurrados pelo canal de transferência (Fig 14.3);

4 – O êmbolo sobe, a válvula de escape abre e os gases queimados são expulsos para o exterior; entram gases no carter pelo canal de transferência (Fig 14.4).

São motores de dimensões reduzidas e estão implantados, por enquanto, em cortadores de dorso.

Em relação aos seus congêneres de dois tempos, em igualdade de circunstâncias, têm as seguintes vantagens:

- **Menor emissão de gases de escape nocivos;**
- **Menor ruído;**
- **Mais potência;**
- **Menor consumo.**



Nos motores, todo o movimento mecânico processa-se sobre uma película lubrificante, motivo pelo qual nos interessa um determinado conhecimento sobre o assunto.

Como já referimos na Nota Técnica nº 11, **lubrificante** é toda a substância que reduz os efeitos do atrito entre duas superfícies que se deslocam uma sobre a outra.

O *petróleo bruto* é a principal matéria para a produção de lubrificantes. Há, contudo, matérias primas (para lubrificantes) que não provêm do petróleo, como por exemplo:

- Lubrificantes naturais:

De origem animal – cera, óleo de cachalote, sebo, lanolina, etc.;

De origem vegetal – resinas, óleo de colza, rícino, etc.;

De origem mineral – enxofre, grafite, talco, etc.;

- **Lubrificantes artificiais:** - à base de óleos de origem natural mais produtos de síntese (aditivos);

- **Massas lubrificantes:** - mistura de sabões, ou outras matérias, com óleos minerais, por forma a dar uma substância pastosa.

COMPOSIÇÃO GERAL DOS LUBRIFICANTES

Tanto nos óleos como nas massas há um componente que constitui, regra geral, mais de 75 % do lubrificante: é o *óleo base*, mineral ou sintético.

O óleo base derivado do petróleo é obtido a partir dos resíduos da destilação, à pressão atmosférica, dos produtos brutos, resíduos esses que se submetem a uma destilação no vácuo a que se seguem, geralmente, processos para extração de matéria asfáltica, compostos aromáticos de parafinas e, finalmente, tratamentos de acabamento.

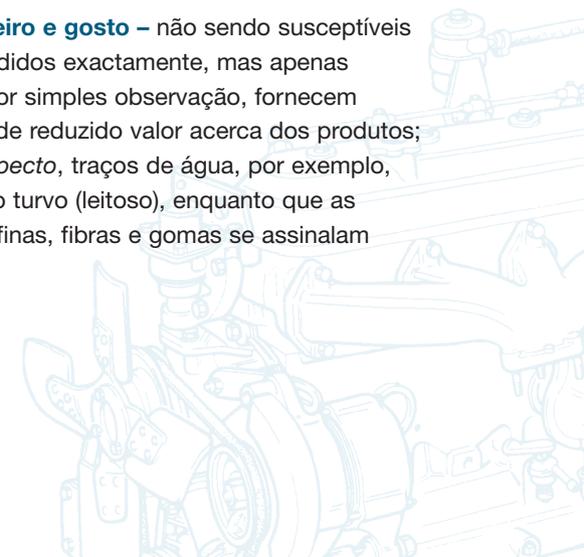
As características deste óleo dependem do tipo de petróleo bruto utilizado, bem como do método e extensão da refinação; de acordo com a composição relativa, em termos de hidrocarburetos, há três tipos: **parafínicos**, **nafténicos e aromáticos**, o que se reflecte nas suas propriedades. Estas designações são também usadas para denominar os petróleos brutos, não se tratando, nunca, de uma classificação rigorosa; servem, fundamentalmente, para exprimir a tendência da complexa composição química dos óleos base e suas propriedades.

Os *óleos base parafínicos* caracterizam-se, em relação aos outros, por uma maior proporção de hidrocarbonetos parafínicos e menor quantidade de nafténicos e aromáticos; obtêm-se de petróleos brutos parafínicos; as propriedades mais importantes, em relação aos outros, são: Índice de viscosidade mais elevado, o que significa menor variação da fluidez com a temperatura; Ponto de fluxo mais elevado; Densidade mais baixa; Menor volatilidade; Maior resistência à oxidação.

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS LUBRIFICANTES

As principais considerações, em relação a este ponto, são:

Aspecto, cheiro e gosto – não sendo susceptíveis de serem medidos exactamente, mas apenas apreciados por simples observação, fornecem informações de reduzido valor acerca dos produtos; quanto ao *aspecto*, traços de água, por exemplo, tornam o óleo turvo (leitoso), enquanto que as poeiras, parafinas, fibras e gomas se assinalam por filtração;



Cor – a coloração pode dar uma indicação em relação ao tipo de refinação a que o óleo foi submetido:

- *Coloração intensa* – tratamento pouco cuidado;
- *Coloração clara* – tratamento muito completo;

Reflexo – permite determinar a origem do petróleo bruto utilizado:

- *Azulado* – óleos naftênicos, ou asfálticos;
- *Verde* – óleos parafínicos.

Ponto de escorrimento ou de congelação – é a temperatura mais baixa a que ele escorre ou flui, quando arrefecido em condições determinadas.

Características físicas e químicas

Densidade – a densidade de uma substância é a relação existente entre a massa de um determinado volume de matéria e a massa de igual volume de água, medidos à mesma temperatura. É, ao fim e ao cabo, o **peso específico**. Na prática, os métodos mais usados para determinar a densidade são através dos **hidrómetros ou picómetros**; fazem-no com grande rapidez, pelo que são muito utilizados nas refinarias.

Ponto de inflamação e combustão – o ponto de inflamação de um óleo é a temperatura mínima a qual liberta, à superfície, uma concentração

suficiente de vapores que se inflamam pela aproximação de uma chama; por exemplo: - se o aquecermos num recipiente aberto, com uma velocidade de aquecimento pré-fixada, começará a libertar pequenas quantidades de vapores inflamáveis, que aumentarão com a temperatura. Este ponto depende dos seguintes factores:

- Nos óleos novos varia conforme a preparação, com bases destiladas cujo ponto de inflamação é baixo;
- Nos de baixa viscosidade é inferior a outros do mesmo tipo, mas com viscosidade mais elevada;
- Da origem das ramas.

Untuosidade – dois óleos com a mesma viscosidade não têm, necessariamente, o mesmo poder lubrificante; quanto mais resistente for a película interposta entre as superfícies mais fácil é o deslizamento e mais marcada é a sua untuosidade; óleos pouco refinados são mais untuosos do que os muito refinados.

Resíduo carbonoso – indica a tendência para a formação de resíduos carbonosos que se depositam sobre as superfícies internas dos motores, formando incrustações; óleos parafínicos tratados por dissolventes têm resíduos carbonosos fracos e da mesma ordem dos naftênicos, que possuem, naturalmente, um baixo resíduo.

Cinzas – são determinadas sob duas formas: *simples ou sulfatadas*. As primeiras apresentam um valor igual a zero em óleos novos e não aditivados; em óleos usados podem ser compostas por cálcio, sílica, óxidos metálicos, etc.; as sulfatadas dão-nos uma ideia da contaminação dos óleos usados mas, quando se trata de novos e aditivados, podem informar sobre o nível de aditivação que possuem.

Calor específico – é muito importante porque deve ser capaz de arrefecer os órgãos lubrificados, o que tem particular interesse nos óleos de motor.

Viscosidade – como toda a matéria, o óleo é constituído por um número muito grande de *partículas ou moléculas*, as quais se atraem entre si (forças de coesão) pelas superfícies sólidas de outros corpos (forças de adesão); devido a estas últimas há sempre uma camada que adere às sólidas e que, devido às forças de coesão, tende a arrastar as camadas vizinhas quando as superfícies se põem em movimento.

Introduzindo uma película de óleo entre duas superfícies em movimento, o atrito que haveria é substituído pelo atrito interno do próprio óleo; isto deve-se ao movimento rotativo, relativo, das suas partículas, que se denomina por **viscosidade** e representa a resistência no seio de um fluído ao movimento rotativo, ou escorregamento entre si das

diversas partículas e camadas; é o que, sumariamente, se aprecia quando se fala na maior ou menor *fluidez* de um óleo, ou quando se diz que ele é *mais ou menos fluido*.

Mede-se com aparelhos próprios para o efeito e denominados **viscosímetros**; nos casos mais comuns aprecia-se, fundamentalmente, o tempo de escoamento de um determinado volume de líquido segundo condições bem definidas, nomeadamente de temperatura.

A escolha de um óleo para determinadas aplicações tem, sempre, como ponto de partida a viscosidade.

Muitos órgãos mecânicos são concebidos para trabalhar, entre si, protegidos por uma película lubrificante, a fim de reduzirem o atrito e o desgaste. A viscosidade do lubrificante tem que ser suficientemente elevada para assegurar uma película lubrificante e suficientemente baixa para que as perdas, por atrito próprio, não sejam excessivas.

Dado que a viscosidade se altera com as variações de temperatura é necessário ter atenção à que o óleo atingirá com o motor em funcionamento.

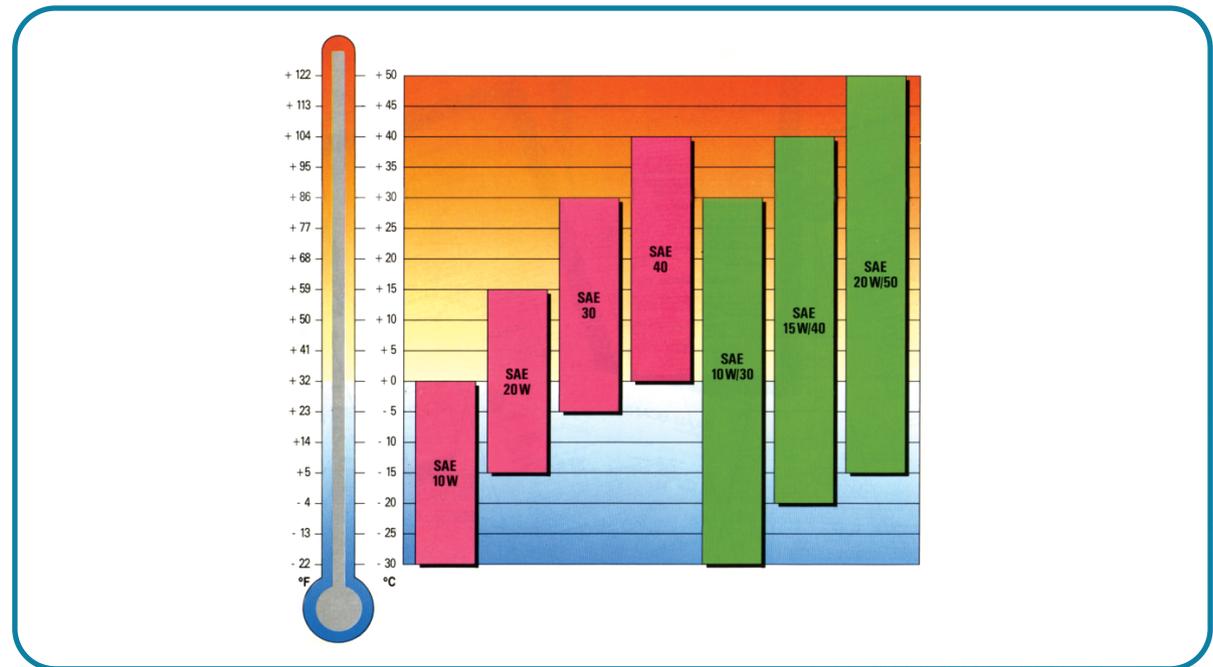
Índice de viscosidade – é o valor obtido pela aplicação de uma fórmula em que entram as viscosidades medidas a 40 e 100° C. Serve para comparar comportamentos relativos entre

lubrificantes, sendo a taxa de variação da viscosidade com a alteração da temperatura (aquecimento ou arrefecimento) tanto menor quanto mais alto for o índice de viscosidade.

Desta forma, quando se utiliza um lubrificante para trabalhos sob regimes térmicos muito diferenciados, além do conhecimento da viscosidade é necessário saber o valor do seu índice; quando o lubrificante é

aplicado num equipamento sob regime estabilizado de temperatura de serviço, o conhecimento da viscosidade, àquela temperatura, é, normalmente, suficiente.

No quadro seguinte e a título meramente informativo, indicam-se alguns valores da viscosidade em função da temperatura de trabalho.



ADITIVOS

São definidos como: *matérias que melhoram as propriedades dos óleos lubrificantes. Actuam por acção física ou química.*

Quimicamente são usados para reduzir a deterioração do óleo e os depósitos prejudiciais, evitar a corrosão e o desgaste; **fisicamente** empregam-se para alterar propriedades tais como: a viscosidade, o ponto de congelação e o índice de viscosidade.

Os aditivos para lubrificantes são, geralmente, classificados de acordo com o fim a que se destinam; por exemplo: - dispersantes, inibidores da oxidação, corrosão e ferrugem, melhoradores do índice de viscosidade, abaixamento do ponto de congelação, anti-desgaste, anti-espuma, anti-ferrugem, alcalinos, etc..

ÓLEOS PARA MOTOR

Classificação de viscosidade SAE (Society of Automotive Engineers)

A classificação **SAE** caracteriza-se por agrupar os óleos de motor unicamente em função da viscosidade, sendo-lhe atribuída uma graduação que

ADITIVOS ANTI-OXIDANTES OU INIBIDORES DA OXIDAÇÃO	Aumentam a vida do óleo retardando a oxidação
MELHORADORES DO ÍNDICE DE VISCOSIDADE	Produzem o grau de variação da viscosidade, consoante a temperatura
DETERGENTES DISPERSANTES	Mantêm em suspensão e dispersos, produtos insolúveis da combustão, ou da oxidação, impedindo a formação de depósitos
ANTI-DESGASTE	Protegem as superfícies em movimento, contra o desgaste
ALCALINOS	Neutralizam os ácidos provenientes da combustão, impedindo o ataque às superfícies metálicas
ABAIXADORES DO PONTO DE CONGELAÇÃO	A congelação dos óleos lubrificantes tem sido resolvida, em muitos casos, com aditivos abaixadores do seu ponto de congelação
ANTI-FERRUGEM	Evitam a criação de ferrugem na presença de água ou humidade

consiste num número e a letra W para óleos de Inverno, ou climas com temperaturas baixas - 0W, 5W, 10W, 15W, 20W e 25W - e apenas um número para óleos de Verão ou climas temperados ou quentes - 20, 30, 40, 50 e 60.

A letra **W**, primeira da palavra inglesa "**Winter**", significa:

- Controlo de viscosidade a temperaturas negativas;
- Controlo da temperatura limite de bombada, isto é, a medida da capacidade que o óleo tem para ser bombeado com facilidade e proporcionar-lhe uma adequada pressão na altura do arranque.

Óleos “monogrades” e “multigrades”

Todos os óleos diminuem a viscosidade (tornam-se mais fluidos, ou menos viscosos) quando a sua temperatura aumenta; todavia, esta diminuição não é tão nítida nos *multigraduados*, comparativamente aos *monograduados*.

Um lubrificante que resiste mais à diminuição da viscosidade do que outro, significa que possui um maior índice de viscosidade (I. V.), como já anteriormente se referiu.

O quadro seguinte (MONOGRADUADOS VERSUS MULTIGRADUADOS) mostra como se podem comparar as características de viscosidade de um óleo multigraduado (com mais de duas graduações de viscosidade) SAE 10 W 50 com dois monograduados (com uma só graduação de viscosidade) SAE 10 W e SAE 50.

O óleo SAE 10 W / 50 comporta-se como um óleo de “inverno 10” a -20°C e como um óleo de “verão 50” a 100°C .

Classificação de qualidade, serviço ou performance

Quem possui uma máquina que necessita de ser lubrificada não lhe interessará ter um “lubrificante” caro, mas sim garantir uma boa lubrificação da

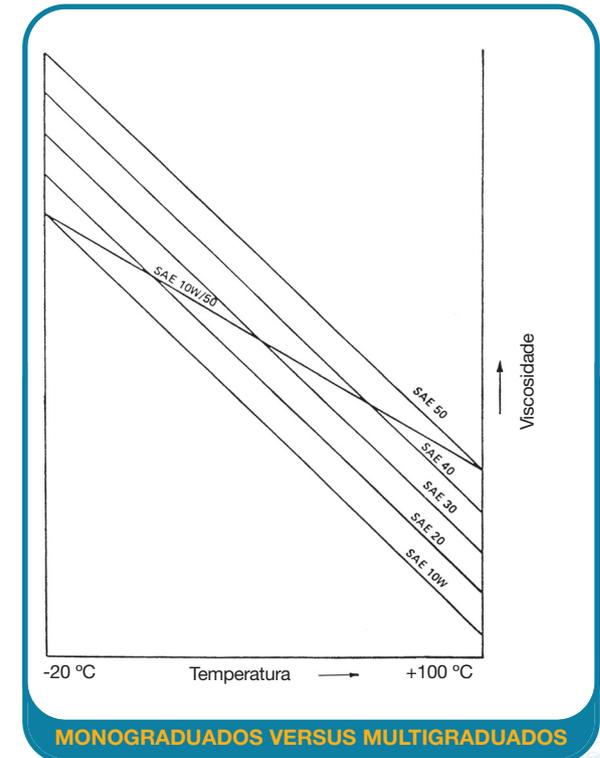
forma mais económica. Por esta razão, os lubrificantes não devem ser classificados como “bons” ou “maus” de um modo abstracto ou em função do seu preço; um que permita uma excelente lubrificação num dado equipamento, pode ter comportamento inadequado quando aplicado noutra mecanismo.

Sendo a escolha do lubrificante um processo que parte da máquina para a lubrificação e daí para o lubrificante, ninguém melhor que os construtores dos equipamentos (individualmente ou por intermédio de instituições que controlam e em quem delegam a parametrização dos níveis de performance) para definir e classificar os atributos que devem possuir para integrarem satisfatoriamente determinados sistemas.

No ramo auto, as classificações de serviço mais utilizadas hoje em dia são:

- **Na Europa** as da **ACEA** (Association des Constructeurs Européens d’Automobiles);
- **Nos Estados Unidos** as da **API** (American Petroleum Institute), não deixando estas de também estarem muito vulgarizadas na Europa.

Também alguns construtores europeus (Volkswagem, Daimler Benz, Volvo e MAN, entre outros) exigem ainda testes e cumprimento de requisitos adicionais.



Na classificação API a categoria “S” (SA a SL) refere-se a óleos para motores a gasolina, enquanto que a “C” (CA a CH) os indica para Diesel.

Os que têm as duas categorias (“S” e “C”), tal como o SF/CD, são adequados tanto para os motores a

gasolina como para os Diesel, dentro das respectivas exigências.

Evolução das especificações API

GASOLINA - API "S"

SA	SF (1980)
SB (1930)	SG (1989)
SC (1964)	SH (1992)
SD (1968)	SJ (1996)
SE (1972)	SL (2002)

DIESEL - API "C"

CA	CF - 4 (1991)
CB (1949)	CF (1994) Injecção indirecta
CC (1961)	CF 2 (1994) - 2 Tempos
CD (1970)	CG - 4 (1995)
CD II (1998) 2 Tempos	CH - 4 (1998)

No quadro seguinte mostra-se a classificação para óleos de motor segundo as normas de qualidade **API** e **ACEA** e de viscosidade **SAE** (ano de 2003).

MASSAS LUBRIFICANTES

As máquinas, maioritariamente, são satisfatoriamente lubrificadas com um produto líquido; no entanto, há

MOTOR	Classificação							
	Qualidade/Serviço						Viscosidade	
	Inferior		Médio		Superior		Monograduados	Multigraduados
	API	ACEA	API	ACEA	API	ACEA	SAE	SAE
Diesel 4 tempos	CD-CE	B-2	CF	B-3	CG-CH	B3-B4	5W, 10W, 15W 20W, 25W, 30, 40, 50	5W 40, 15W 40 20W 40
Gasolina 4 tempos	SG-SH	A-2	SI	A-3	SJ-SL	A3-A4	idem	5W40, 10W 40 15W 40, 20W50
Gasolina 2 tempos					TC			

situações em que o seu uso não é racional, nem praticável, mas podem resolver-se com uma **massa**, a qual é indicada para os pontos que não dispõem de vedação própria ou, quando a têm, é insuficiente e, portanto, a contaminação ou o derrame de um "líquido" seria constante.

A massa é, por si só, um **estanque**, suprimindo ou melhorando uma vedação precária, o que tem especial relevo nas chumaceiras das máquinas que trabalham muito sujas, ou em locais alagados. São também utilizadas quando o órgão a lubrificar não é acessível; nestes casos deve assegurar a sua lubrificação durante um longo período.

Composição

A **massa lubrificante** é o produto resultante da dispersão de um *agente espesso* e um *lubrificante líquido*, ficando com a resistência de sólida a semi-fluida, podendo ainda conter outros ingredientes destinados a conferir-lhe propriedades especiais, portanto, **Produto espesso + Lubrificante líquido + X = MASSA**.

Na "fórmula", o produto espesso é qualquer um que, combinado com um líquido apropriado, vai formar a estrutura da massa. O lubrificante líquido pode ser óleo mineral, que pode ir de fluido a viscoso, com qualquer outro produto que possua propriedades lubrificantes, ou seja o X. (O produto espesso é,

normalmente, um sabão metálico de cálcio, sódio, lítio, bário e alumínio). Também há massas cuja base não é sabão, mas um composto químico que lhe confere características especiais.

Em função das propriedades que condicionam as suas aplicações, as massas classificam-se em três categorias:

1 – De cálcio – *resistentes à água e a temperaturas médias* – trabalham bem até temperaturas de 75 a 80° C. e são recomendadas para lubrificação de chumaceiras lisas, bombas de água, chassis, etc.;

2 – De sódio – *solúveis em água e resistentes a temperaturas elevadas* – resistem pouco à acção de lavagem da água e suportam temperaturas de serviço até 90° C.; são indicadas para a lubrificação de rolamentos, podendo também o ser em chumaceiras de casquilho;

3 – De lítio – *resistentes à água e a elevadas temperaturas* – resistem à acção de lavagem da água e suportam temperaturas de serviço até 130° C.; são as que menos variam com a temperatura, podendo também trabalhar com graduações baixas (- 20° C): utilizam-se em rolamentos e chumaceiras de casquilho, chassis, bombas de água, juntas universais, etc..

Enquanto que num óleo, como já foi dito, se pretende assegurar uma boa fluidez, indicada pelo valor e índice de viscosidade, numa massa o mais importante é a garantia da sua introdução e fixação no órgão a lubrificar, ou seja, pretende-se que, em regime de serviço, tenha uma *consistência* equilibrada para que não “*amoleça*” demasiado a fim de não escorrer, nem “*endureça*” de forma a dificultar o movimento.

O **grau de consistência** de uma massa lubrificante é aferido por um teste laboratorial, em que se mede o nível de penetração de um cone metálico incidente em queda livre.

A consistência é classificada pela NLGI numa tabela numérica com os números 000, 00, 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6, sendo 000 para as de menor consistência e 6 para as mais espessas.

Além do tipo de sabão e da sua consistência, duas outras características são importantes para prever o comportamento, em serviço, de uma massa:

1 - O ponto de gota (temperatura em que se inicia a liquefação);

2 - Viscosidade da mistura dos óleos base utilizados na sua composição.

Existem ainda vários testes específicos para aferir a performance das massas lubrificantes, tais como: resistência às cargas, comportamento na presença de água, etc..

ÓLEOS PARA TRANSMISSÃO

Sendo a transmissão do tractor agrícola bastante diversificada, principalmente com o desenvolvimento de novas tecnologias tanto ao nível de embraiagens como de caixas de velocidades e ainda com os componentes dos travões em banho de óleo e a utilização do óleo da caixa e do diferencial para o sistema hidráulico, torna-se evidente a necessidade de um lubrificante capaz de dar resposta a exigências bastante específicas e, por vezes, contraditórias.

Tal como nos óleos para motor, também estes são sujeitos a uma classificação SAE para apreciação da viscosidade, em função da utilização, sendo esta de 70W, 75W, 80W, 85W, 90W, 140W e 250W.

Relativamente a níveis de qualidade e “performance” de óleos para caixas manuais e diferenciais são classificados, segundo as normas API, em GL-1, GL-2, GL-3, GL-4 (não aconselhável para engrenagens hipóides) e GL-5 (particularmente para engrenagens hipóides).

Nos tractores agrícolas e por causa das condições severas de trabalho – ambientes poeirentos, cargas altas a baixas rotações e grande diversidade de equipamentos – procura-se a máxima racionalização com a utilização de lubrificantes de aplicações múltiplas. Apareceram então os óleos tipo **STOU** (Super Tractor Oil Universal), defendidos por alguns fabricantes para aplicação universal em todos os órgãos do tractor, representando uma máxima racionalização. No entanto e na maior parte dos casos, especificam a utilização de um lubrificante para o motor e outro do tipo **THF** (Transmission and Hydraulic Fluid) para os restantes órgãos.

Esta opção, pela utilização de óleos de múltiplas aplicações, facilita as operações de lubrificação e manutenção, diminuindo os riscos de troca de produtos específicos que seriam necessários para cada equipamento.

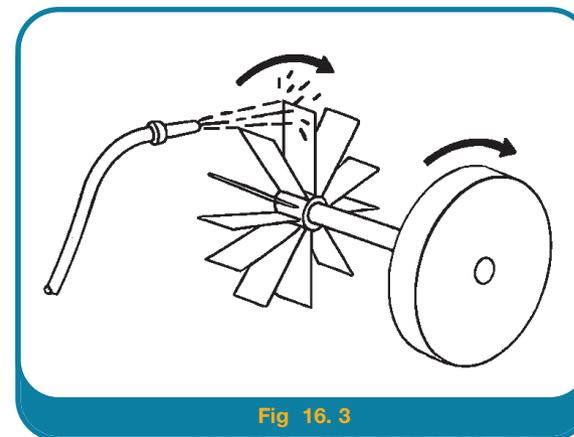
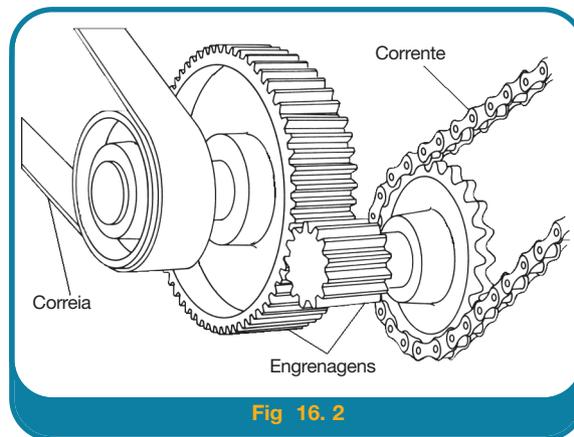
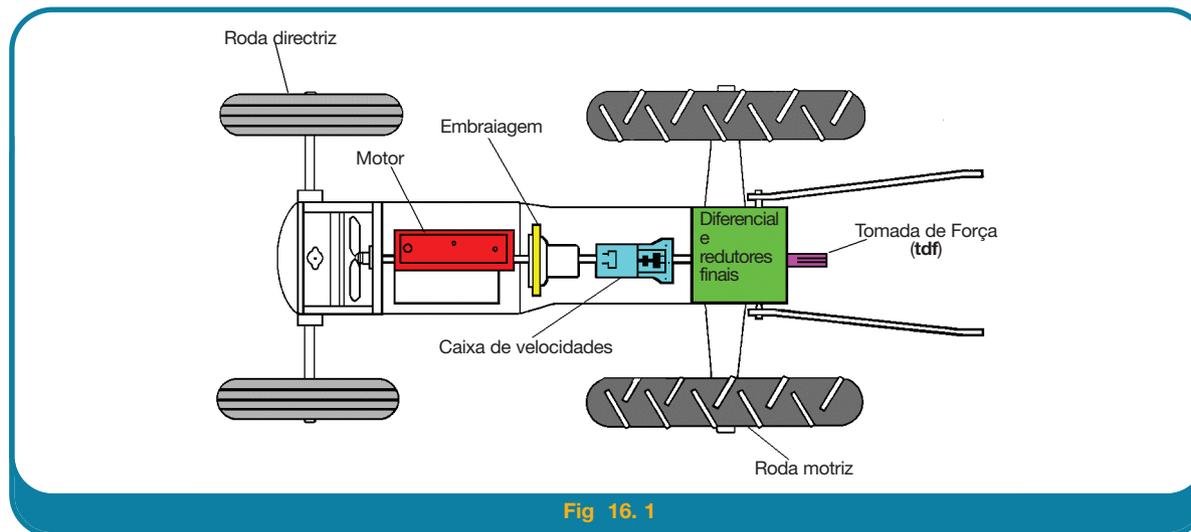
A **transmissão** é o conjunto de mecanismos que transmitem a energia fornecida pelo motor aos órgãos que asseguram o seu deslocamento e aos que movimentam as máquinas que lhe estiverem ligadas.

Para que possa cumprir as suas funções, tem os seguintes componentes básicos (Fig 16.1):

- **Embraiagem** – para ligar e desligar o movimento do motor com os restantes componentes;
- **Caixa de velocidades** – para seleccionar a velocidade de deslocação, a inversão de marcha e a paragem com o motor em funcionamento;
- **Diferencial** – para que as rodas motrizes girem independentemente uma da outra;
- **Redutores finais** – para reduzir a velocidade de rotação das rodas e aumentar o binário.

A transmissão do movimento entre órgãos pode fazer-se por (Figs 16.2 e 16.3):

- **Engrenagens** – sistema mais utilizado quando as cargas são grandes;
- **Correntes** – utilizadas, de preferência, para a ligação entre eixos com rodas dentadas;



- **Correias** – usadas, principalmente, para a ligação entre eixos paralelos.

- **Fluidos** – sistema actualmente mais utilizado e que vai substituindo os anteriores.

Em qualquer dos casos existem vários tipos.

Possibilita a ligação progressiva ou a separação rápida de duas peças giratórias independentes montadas, segundo o mesmo eixo, no prolongamento uma da outra ou concêntricamente.

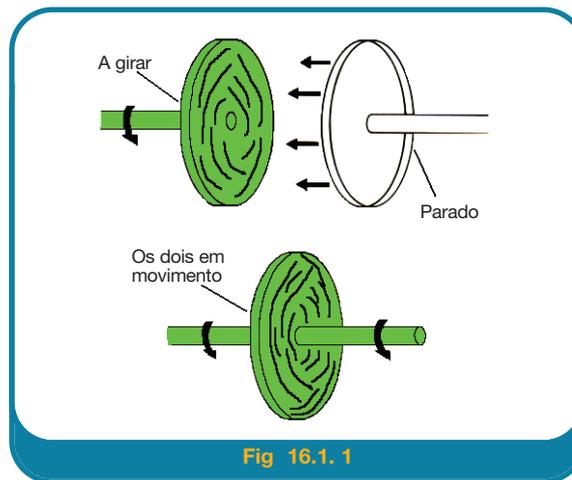
Assim, compete à **embraiagem** tornar independente o motor da transmissão, deixando-o girar livremente ou ligá-lo a ela, para que possa enviar o seu movimento aos órgãos de trabalho.

Situa-se entre o volante do motor e a caixa de velocidades e actua através do denominado **pedal da embraiagem**; quando se **desembraia**, isto é quando se carrega no pedal, desliga-se a transmissão do movimento contínuo do volante do motor; **embraiando**, ou seja levantando o pedal **(1)**, liga-se e transmite-se o movimento à transmissão.

Dos vários tipos de embraiagem citaremos os seguintes:

- De disco

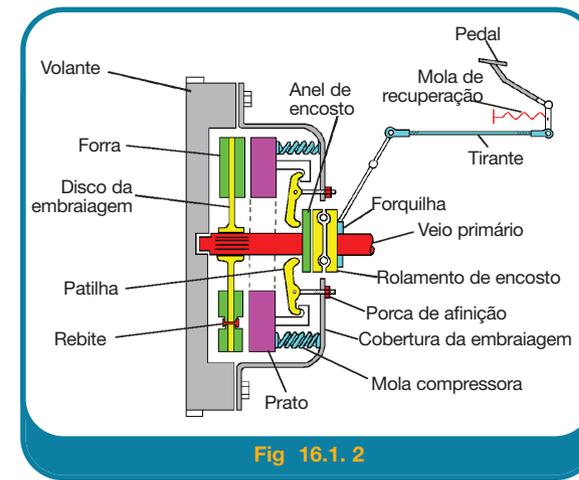
A figura 16.1.1 dá-nos uma ideia do princípio de funcionamento desta embraiagem: - dois **discos**, cada um com o seu próprio eixo, um a girar e o outro parado; enquanto não se tocam, um gira a uma velocidade determinada e o outro não se move.



Se juntarmos o parado ao que está em movimento, ambos acabam a girar unidos e à mesma velocidade.

Portanto, o seu funcionamento baseia-se na aderência entre duas superfícies, quando colocadas em contacto; *uma é solidária com o volante e a outra com o veio da transmissão.*

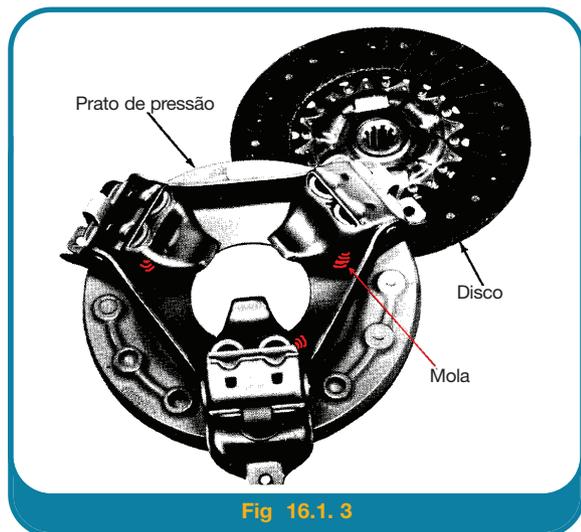
Podem ser de **disco único**, **disco duplo** ou **duplo efeito**, ou **discos múltiplos** secos ou em banho de óleo.



- De disco único

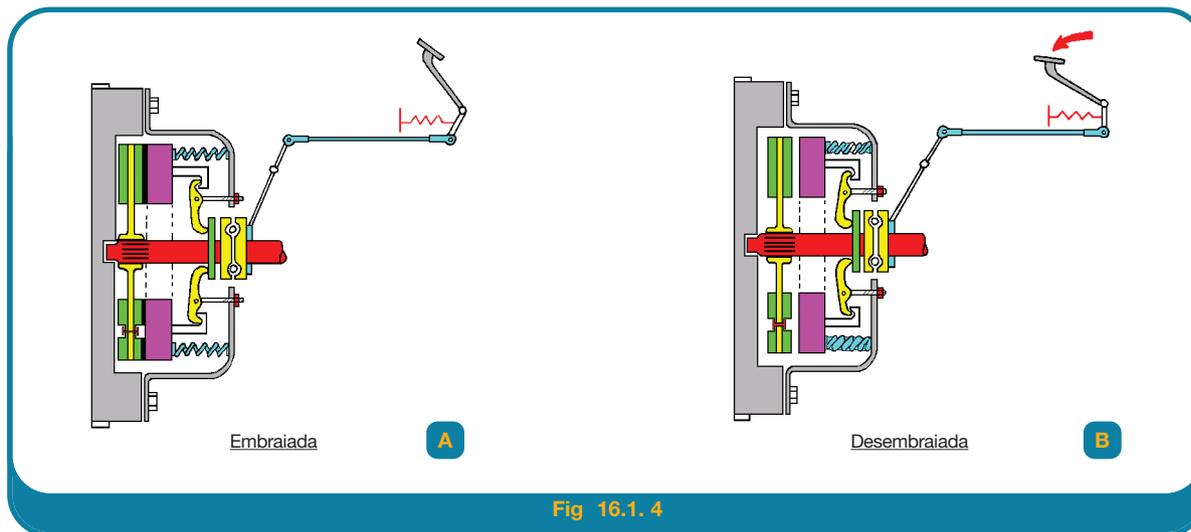
A figura 16.1.2 representa uma embraiagem de disco único (monodisco) que tem uma parte solidária com o volante e outra com o veio da transmissão, que é o **veio primário**, unidas por duas superfícies de fricção e por um mecanismo que comprime ou afrouxa essas superfícies.

(1) O movimento de levantamento do pedal deve ser lento e progressivo.



Solidário com o volante está a **tampa**, fixa a ele por meio de parafusos; gira assim o **prato de embraiagem ou prato de pressão**, no qual se apoiam fortes **mol**as que o empurram contra o volante, ficando o disco preso entre ambos (Fig 16.1.3).

O disco tem, de ambos os lados, **forras** (também designadas por **guarnições** e **balatas**) de superfície rugosa, constituídas por fios metálicos e amianto. Quando o disco gira, gira o veio também (Fig 16.1.4 – A).

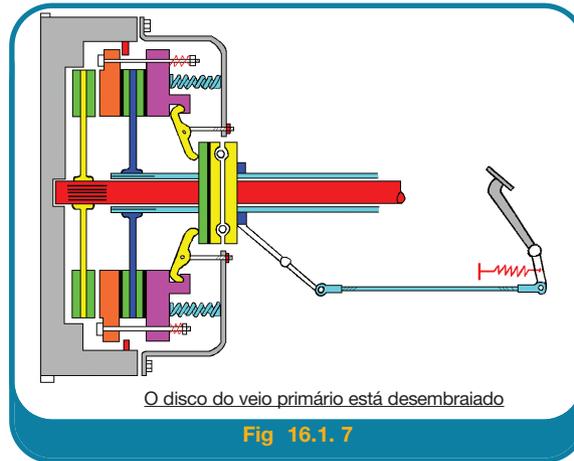
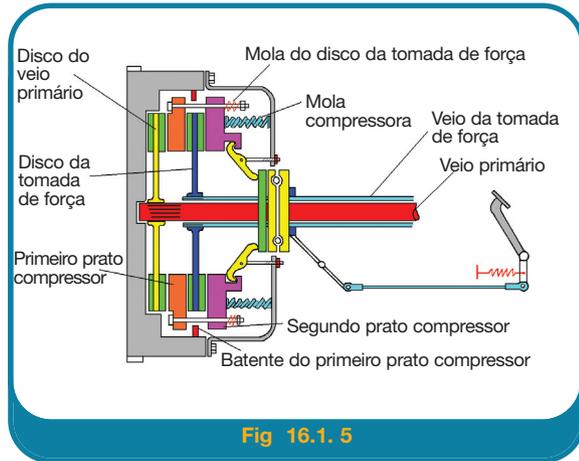


Por fim há o **rolamento de encosto**, sobre o qual actua o pedal; ao pisá-lo (desembraiar) o prato vence a resistência das molas e o disco fica livre, interrompendo o movimento do eixo que vai à caixa de velocidades, detendo-se a máquina (Fig 16.1.4 – B).

No início do curso do pedal deve haver sempre uma **folga de segurança**, indicada pelo fabricante, podendo, de uma maneira geral, corresponder a um terço do curso total do pedal.

- De duplo efeito

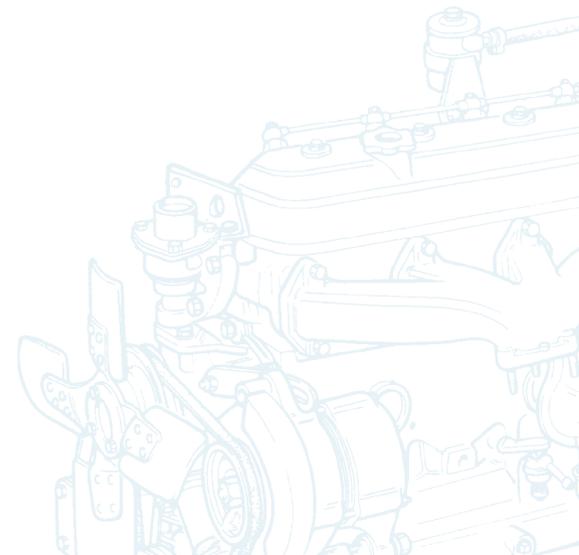
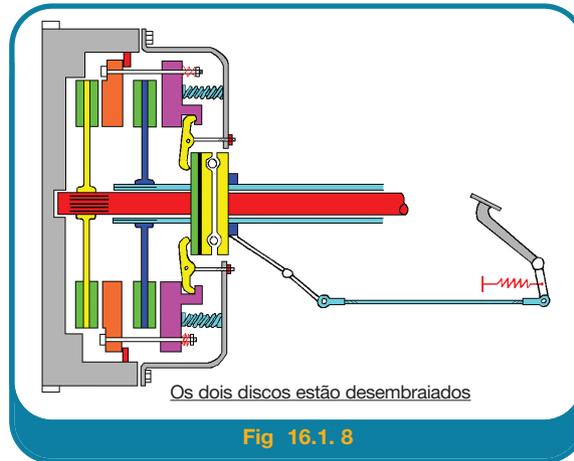
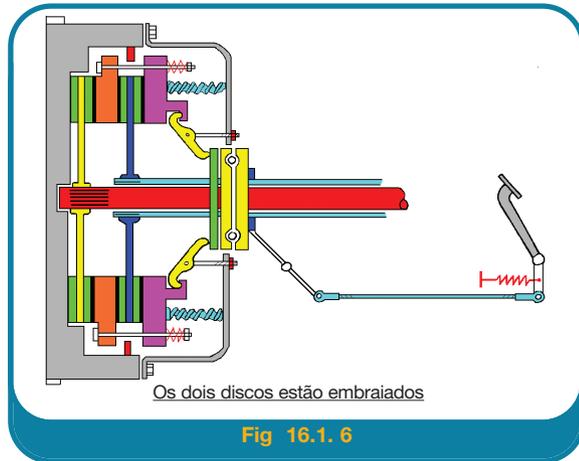
É de disco duplo e permite ligar e desligar, sucessivamente e numa sequência precisa, dois veios conduzidos: o *do avanço do tractor* e o *da tomada de força*. Neste caso e como se pode ver na figura 16.1.5, há dois discos, um para cada lado de um prato intermédio. A figura também nos mostra dois veios: o **interno** que é o **veio primário** da caixa de velocidades e o **externo**, coaxial com aquele, que acciona a tomada de força.



Quando o conjunto está embrado o primeiro disco fica preso entre o prato intermédio e o volante, enquanto que o segundo está entre o prato de pressão e o prato intermédio (Figs 16.1.6 e 16.1.7).

Assim, quando se desembra (Fig 16.1.8), liberta-se primeiro o disco que comanda o veio interno, ou seja o do avanço do tractor e, depois de uma maior deslocação do pedal, o do veio exterior, ou seja o da tomada de força.

A folga do pedal será a indicada pelo fabricante.



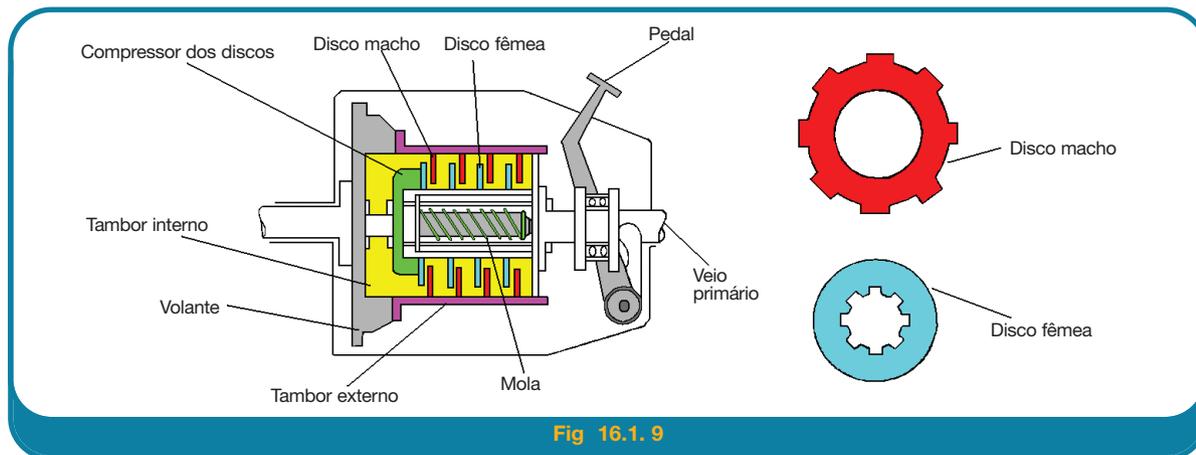


Fig 16.1.9

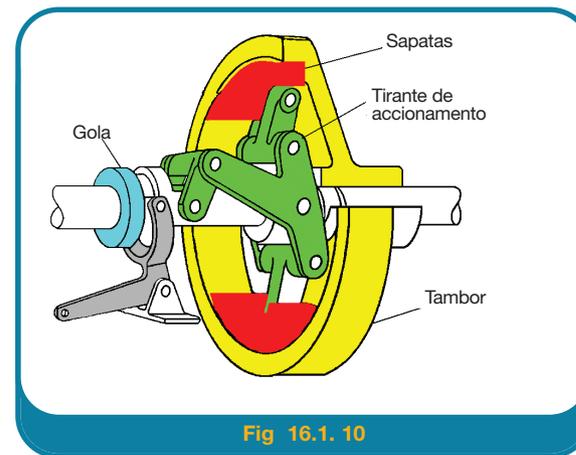


Fig 16.1.10

- De discos múltiplos

Este tipo (Fig 16.1.9) é constituído, essencialmente, por duas séries de discos, macho e fêmea, um compressor dos discos e uma mola.

Os *discos fêmea* estão montados no estriado do veio primário da caixa de velocidades e os *macho* numa caixa cilíndrica com canelado interior e fixos ao volante do motor. Os discos fêmea e macho são intercalados e o conjunto está disposto de forma a poderem ser comprimidos, uns contra os outros, por acção de uma forte mola.

O funcionamento processa-se da seguinte forma: para transmissão do movimento do motor deixa-se o

pedal livre; a *mola* obriga o *compressor dos discos* a comprimi-los uns contra os outros. Calcando o pedal anula-se a acção da mola, os discos desencostam-se e o motor fica “desengatado”. Estas embraiagens podem ser de discos secos ou em banho de óleo.

A folga a dar ao pedal é indicada pelo fabricante.

- Centrífuga

Neste tipo há umas **sapatas (2)** dispostas de tal forma que se afastam mecanicamente e por acção da força centrífuga (Fig 16.1.10 e 16.1.11) encostam-se ao *tambor*, transmitindo movimento do motor para a transmissão.

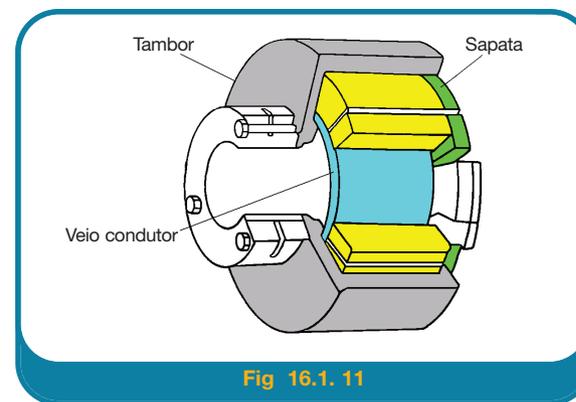
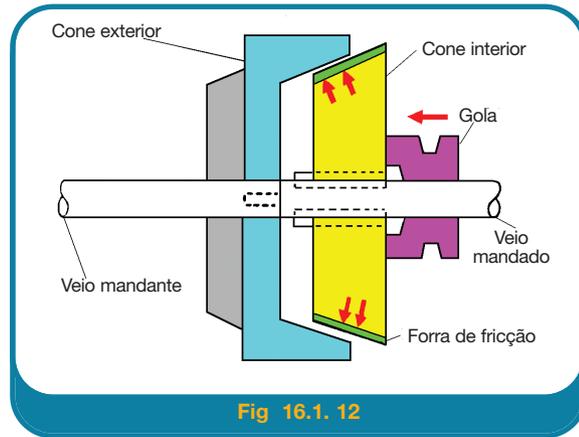


Fig 16.1.11

(2) Estas sapatas têm o “mesmo” efeito dos discos com forro.



O desligamento faz-se automaticamente e ao ralenti; a ligação retoma-se a partir de um determinado número de rotações; no entanto e como se pode ver na figura 16.1.10, existe um tirante de accionamento que permite a interrupção do movimento a qualquer momento, independentemente da rotação do motor.

São utilizadas em máquinas de jardinagem, motosserras, etc..

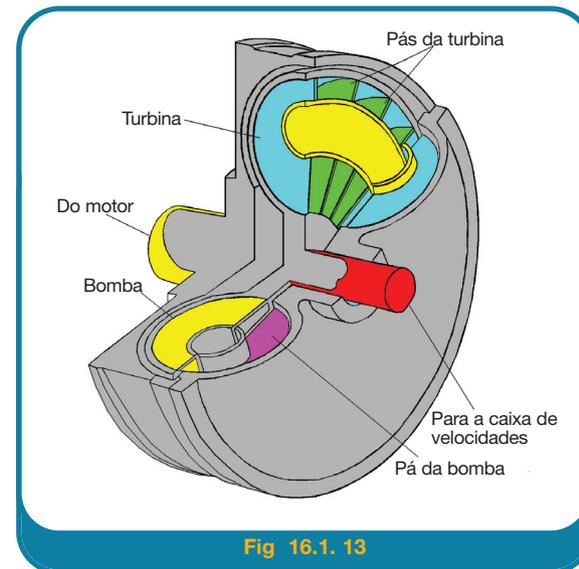
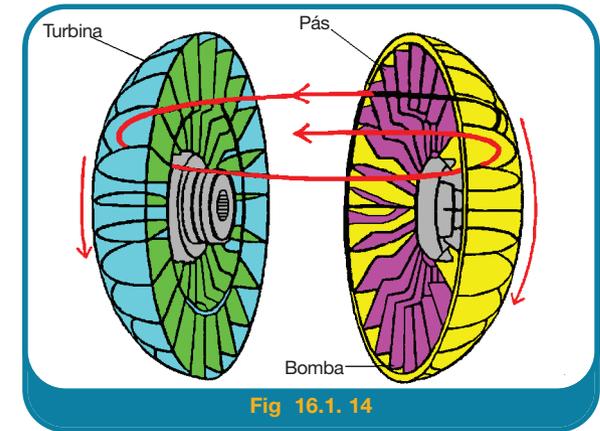
- Cónica

O esquema da figura 16.1.12 ilustra a sua composição e funcionamento: o *cone interior*

é pressionado por intermédio de uma *gola*, até se estabelecer um encosto com o *cone exterior*; a partir deste momento é possível a transmissão da força.

Para desembraiar é afastado o cone interior; o exterior deixa de contactar com ele, interrompendo-se a transmissão da força.

Elementos cónicos idênticos são utilizados em engrenagens sincronizadas como auxiliar das mudanças, bem como embraiagens de segurança, nalgumas máquinas.



- Hidráulica

Também designada por **turbo embraiagem**, é montada, geralmente, a seguir ao motor e consta de dois **rotores** (Fig 16.1.14):

- **Bomba**, que é o impulsor;
- **Turbina**.

Ambos são providos de alvéolos separados por alhetas, que são as **pás** e estão encerrados num carter, hermeticamente fechado, com uma quantidade de óleo apropriada.

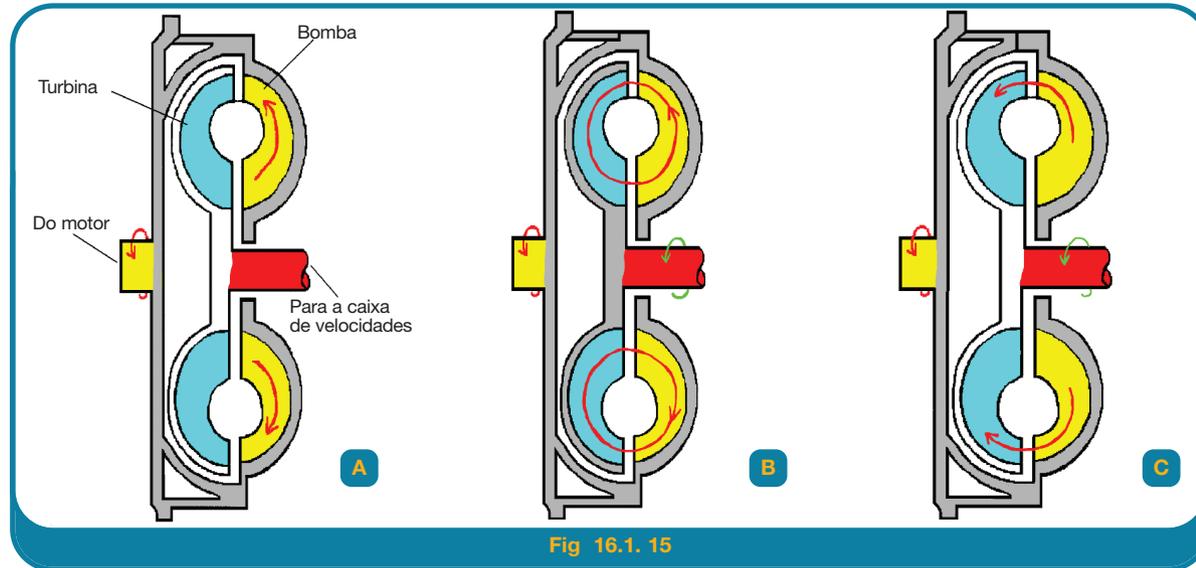
A bomba gira sempre que o motor trabalha e impulsiona o óleo, que põe em marcha a turbina; se a resistência desta obrigar a um esforço excessivo fica parada, mas a bomba continua a girar evitando a paragem do motor. A figura 16.1.15 – A, B e C, ilustra o seu funcionamento.

A – “Ralenti” – a bomba está ligada ao motor e voltada para a turbina, da qual está separada por um pequeno intervalo; à velocidade de “ralenti” a

impulsão do óleo é insuficiente para fazer girar a turbina e, portanto, deslocar a máquina;

B – Regime de baixa e média rotação – à medida que o motor acelera, a força centrífuga impele o óleo para a turbina, transmitindo algum esforço de rotação, mas ainda há, no conjunto, muita patinagem, pelo que o veio de saída gira mais devagar que o de entrada;

C – Regime de média e alta rotação – assim que o motor atinge uma velocidade determinada a impulsão do óleo transmite, praticamente, a totalidade do binário-motor, o que se traduz num efeito de transmissão directa com o veio de saída a rodar a, aproximadamente, 98 % da velocidade do motor.



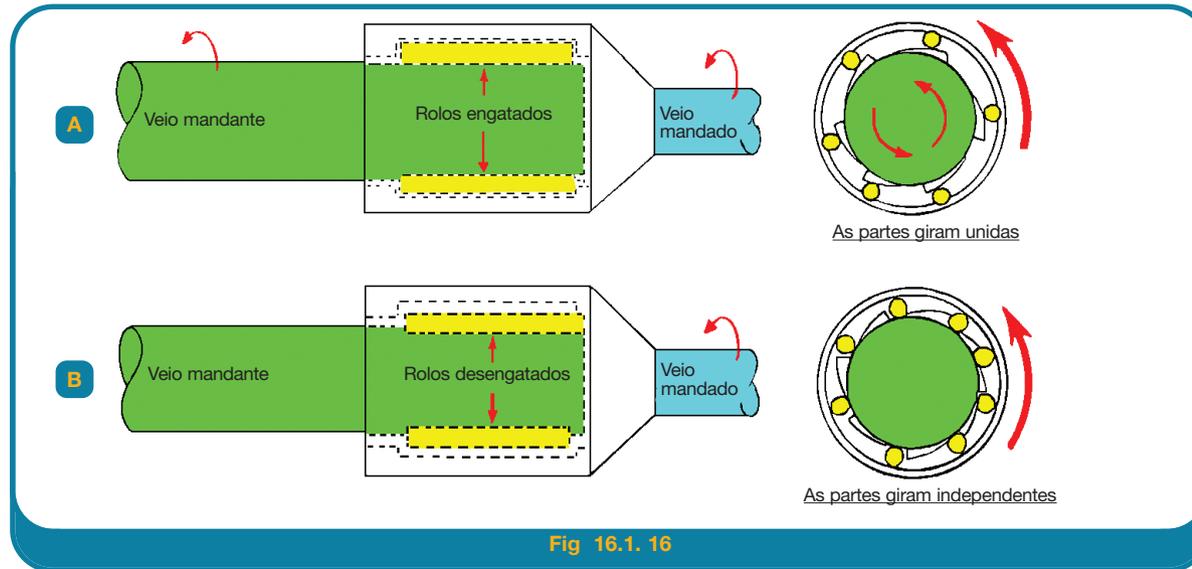


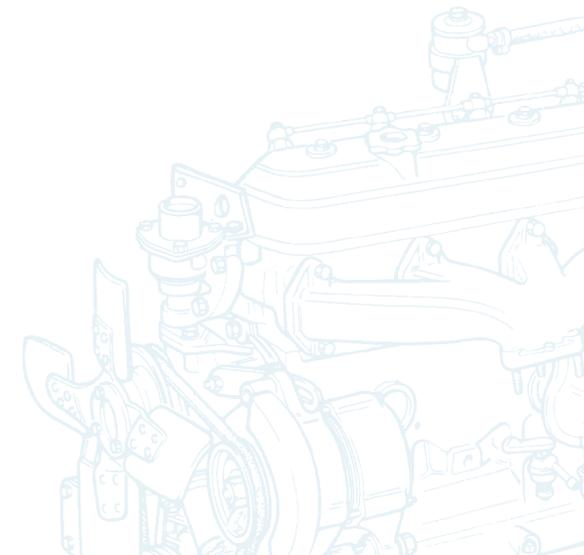
Fig 16.1.16

Estas embraiações reduzem as vibrações ou pancadas bruscas que se transmitem à caixa de velocidades e são, conseqüentemente, mais suaves e permitem a paragem do veículo sem desembraiar.

- De roda livre

A figura 16.1.16 representa, de forma esquemática e muito simples, o princípio de funcionamento desta embraiação:

- Em **A** o *veio mandante* gira no sentido contrário ao dos ponteiros de um relógio e todo o conjunto o faz solidário com ele; ao deixar de girar, como em **B**, o *veio mandado* continua a girar no sentido em que girava mas independente do activo, que não arrastará o passivo enquanto não girar mais depressa do que ele; no caso do *veio mandado* girar a uma velocidade superior deixa de ser transmitida potência do *veio mandante* para o *mandado*.



A **caixa de velocidades** é um elemento da transmissão que permite obter, à escolha, um certo número de relações de desmultiplicação entre um veio de entrada (veio condutor) e o veio de saída (veio conduzido).

A velocidade de realização dos trabalhos agrícolas é muito variável; assim, o trabalho de sementeira ou accionamento de uma fresa pode oscilar entre 1 a 2 Km/h, a realização de uma lavoura pode variar entre os 4 a 5 Km/h ao passo que a realização de transportes pode ser feita até 25 ou 30 Km/h.

Porém, a velocidade de rotação do motor deve manter-se constante e, tanto quanto possível, próxima do regime nominal, que é o mais económico e o que permite dispor de toda a potência do motor. É claro que só a esta velocidade de rotação é que é possível a máquina desenvolver a mesma força de tracção. Portanto, para a realização dos diversos trabalhos à velocidade mais adequada é necessário dispor da desmultiplicação mais conveniente.

Só é possível obter, com eficácia, este resultado quando, na caixa, exista um número considerável de relações ou combinações de caixa.

Colocada a seguir à embraiagem, permite obter um determinado número de rotações de

desmultiplicação entre o movimento de entrada, vindo do volante do motor pelo **veio primário ou condutor** e a saída pelo **veio secundário ou conduzido**.

As caixas podem ser **mecânicas**, ou **assistidas** por sistema hidráulico. As primeiras são as denominadas de **carretos deslizantes**, também conhecidas por **convencionais** ou **duras** e as segundas são as chamadas **sincronizadas**.

Relativamente ao número de relações possíveis dispõem, geralmente, de 6 a 24 velocidades, ou mais, para a frente e 2, 8 e 12, ou mais, para trás, podendo existir um **inversor de marcha** que permite obter para trás as mesmas combinações de caixa que existem para a frente.

Quanto à velocidade de avanço (de deslocação) situa-se entre alguns metros e quilómetros por hora.

Uma **caixa convencional** consta, fundamentalmente, de (Fig 16.2.1):

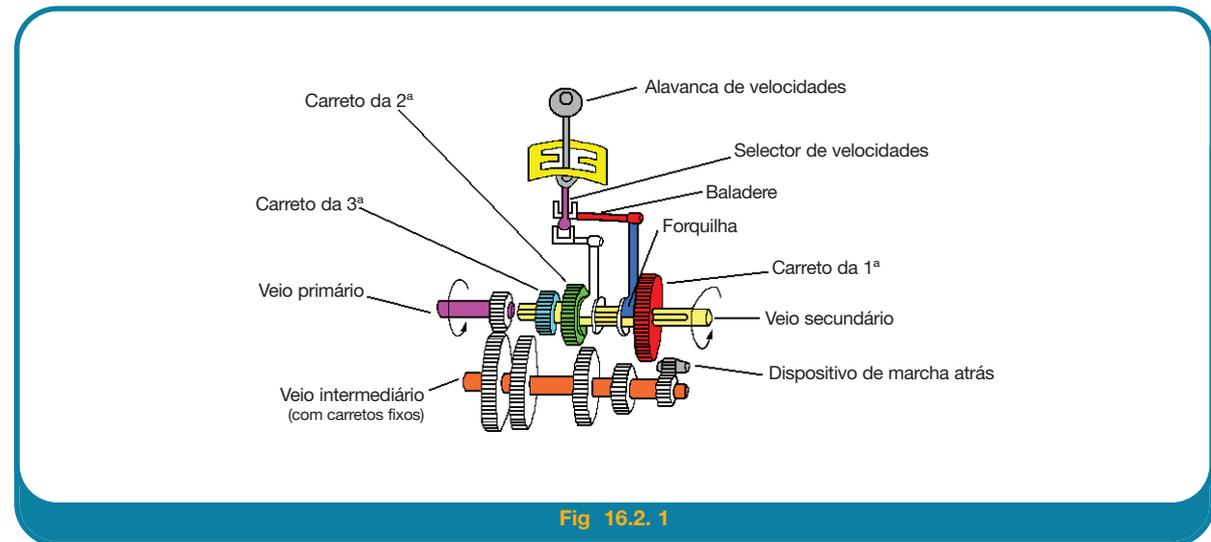


Fig 16.2. 1

- **Veio primário** – é o que vem do motor; está directamente ligado ao disco da embraiagem e ao veio intermediário por uma engrenagem;

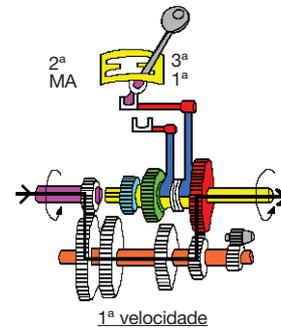
- **Veio secundário** – vai directamente ao diferencial e fica, normalmente, no mesmo alinhamento do primário; é estriado e suporta os carretos móveis;

- **Veio intermédio** – também conhecido por **intermediário**, engrena no veio primário; situa-se paralelamente aos outros dois eixos e estão fixos nele um certo número de carretos, cujo conjunto constitui o trem fixo;

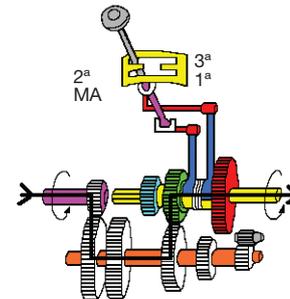
- **Dispositivo de marcha atrás** – conjunto de carretos onde engrena um outro, do veio secundário (o da 1ª);

- **Garfos** – em número de dois ou três, deslizam ao longo dos eixos ou guias dos garfos e terminam em forquilha, servindo para deslocar os carretos móveis a fim de engrenar as velocidades.

As diferentes combinações de caixa conseguem-se deslocando os carretos do veio secundário e engrenando-os com o carreto correspondente do veio intermédio, tal como se pode ver nas figuras 16.2.2 e 16.2.3.

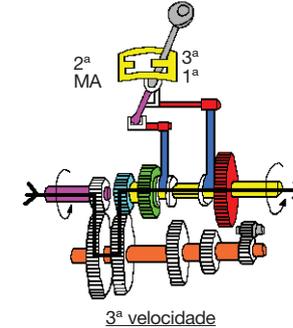


1ª velocidade

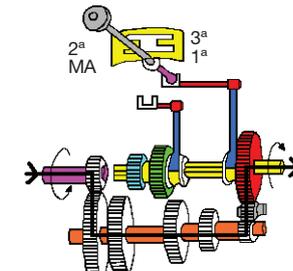


2ª velocidade

Fig 16.2. 2



3ª velocidade



Marcha atrás

Fig 16.2. 3

Há uma posição da alavanca de velocidades em que nenhum carreto do veio secundário está engrenado com carretos do veio intermédio; é a posição de **ponto morto** (Fig 16.2.1) em que não há transmissão de movimento.

Para além da caixa descrita, de três velocidades, os tractores podem estar equipados com caixas de 4, 5, 6, ou mais velocidades.

Intercalada antes ou depois da caixa propriamente dita há um **reductor** que, praticamente, não é mais do que um dispositivo mecânico equivalente a uma segunda caixa. Inicialmente começou por ter apenas duas posições denominadas **altas** e **baixas**, ou seja, para cada combinação de caixa seleccionada há, respectivamente, mais velocidade e menos força, ou mais força e menos velocidade (Fig 16.2.4). Isto equivale a que se um tractor tiver, por exemplo, 3 velocidades para a frente e uma para trás, obter-se-ão seis para a frente e duas para trás.

As combinações de caixa foram sucessivamente aumentadas para 3, 4, 5 e 6 e passaram a ser denominadas por *grupos* 1, 2, 3, 4, 5 e 6, ou *grupos* A, B, C, D, e E, possibilitando a disponibilidade de

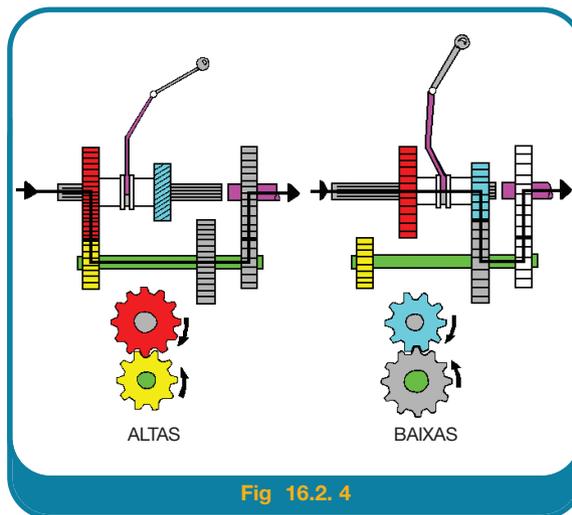


Fig 16.2.4

maior número de relações de transmissão face às cada vez mais e maiores exigências dos diversificados trabalhos.

As figuras seguintes mostram a caixa de velocidades e o grupo reductor (Fig 16.2.5), bem como a primeira, segunda, terceira e marcha atrás altas, respectivamente, figuras 16.2.6, 16.2.7, 16.2.8 e 16.2.9.

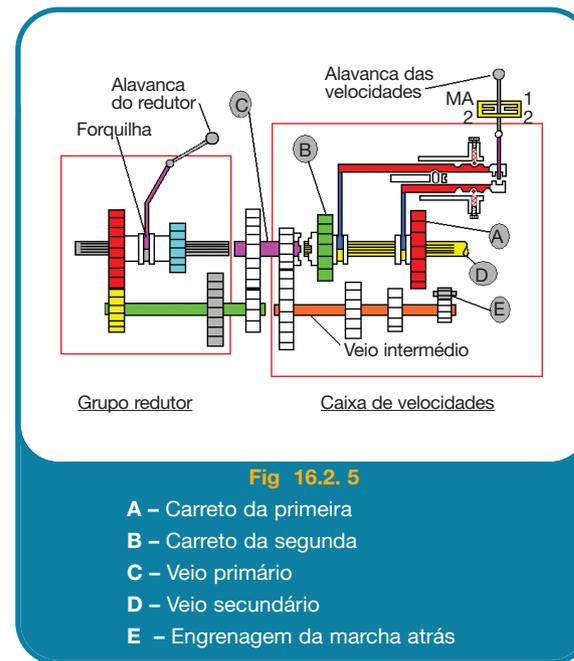


Fig 16.2.5

- A – Carreto da primeira
- B – Carreto da segunda
- C – Veio primário
- D – Veio secundário
- E – Engrenagem da marcha atrás

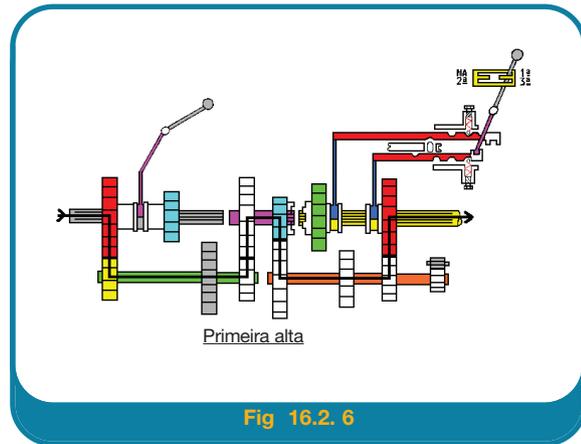


Fig 16.2. 6

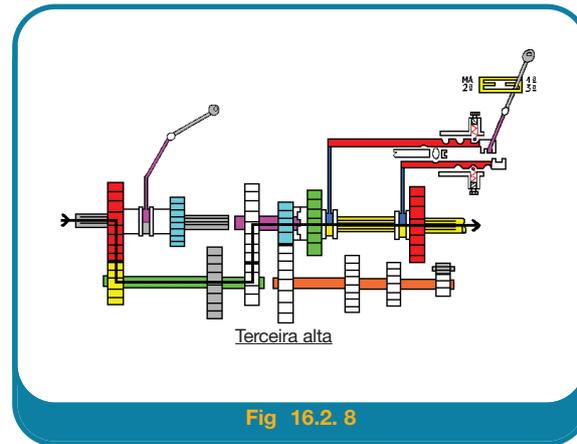


Fig 16.2. 8

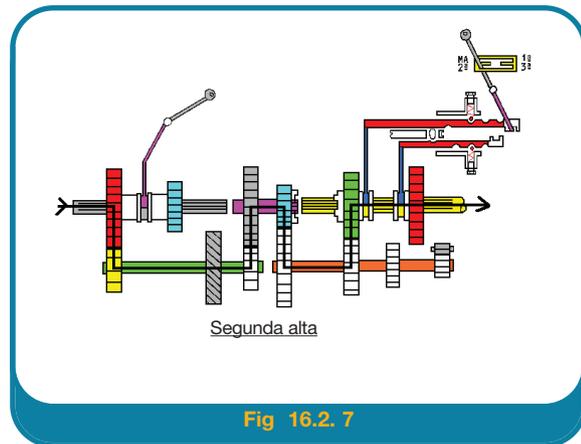


Fig 16.2. 7

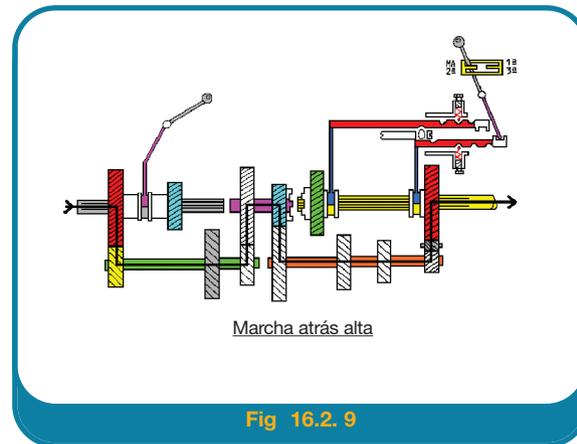


Fig 16.2. 9

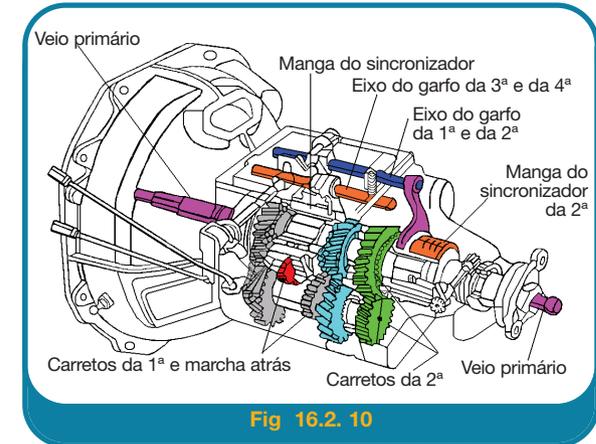


Fig 16.2. 10

A **caixa sincronizada**, também conhecida como **de carretos permanentemente engrenados** (Fig 16.2.10) consta de órgãos algo semelhantes aos de uma caixa convencional tendo, porém, **dispositivos sincronizadores** montados em estrias do veio secundário e carretos com dentes helicoidais sempre engrenados, onde os do veio secundário giram loucos sobre este veio.

Os **dispositivos sincronizadores** (Fig 16.2.11) funcionam da seguinte forma: quando se acciona a alavanca do selector das velocidades faz-se deslocar a **coroa** do sincronizador que, por sua vez, empurra o **cone de sincronismo**, também conhecido por **cone de sincronização fêmea**, de encontro ao **cone de sincronização**, também conhecido por **cone de sincronização macho**, do carreto que se pretende engrenar.

Deste modo os cones funcionam como uma embraiagem cónica e uniformizam o movimento de ambos os carretos. Pela pressão do garfo a coroa vence a acção dos fixadores e os seus dentes vão engatar nos carretos da velocidade escolhida.

Como se pode ver na figura 16.2.11, cada grupo sincronizador serve duas velocidades distintas, o que equivale a dizer que uma caixa de quatro velocidades para a frente e uma para trás tem dois grupos sincronizadores, visto que a marcha atrás não é sincronizada.

Há **caixas semi-sincronizadas**, que são aquelas em que nem todas as velocidades são sincronizadas. Neste caso, normalmente, são sincronizadas as duas ou três velocidades mais altas, ou sejam as denominadas *de estrada*.

Actualmente é comum os tractores agrícolas virem equipados com **caixas mecânicas assistidas por**

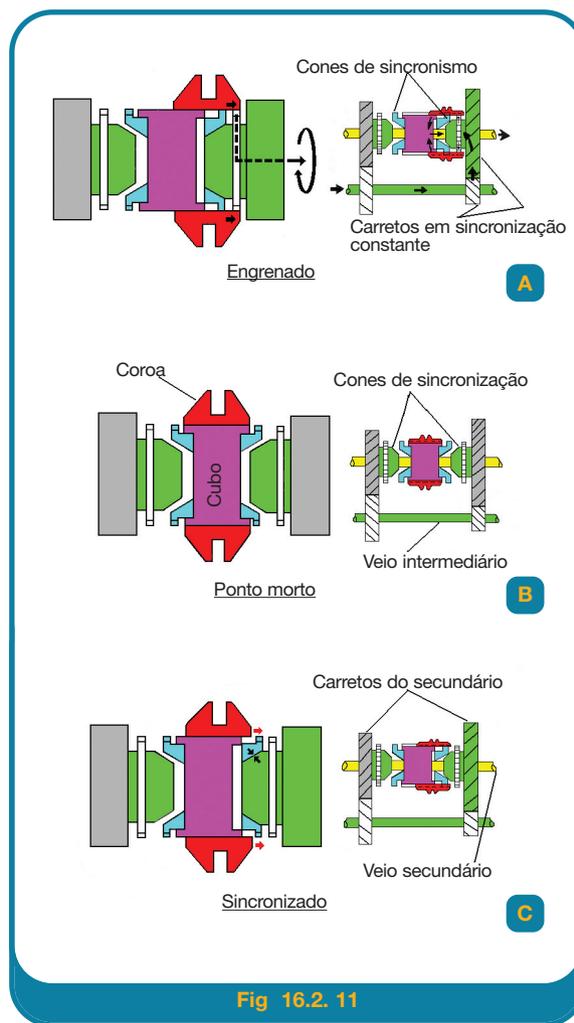


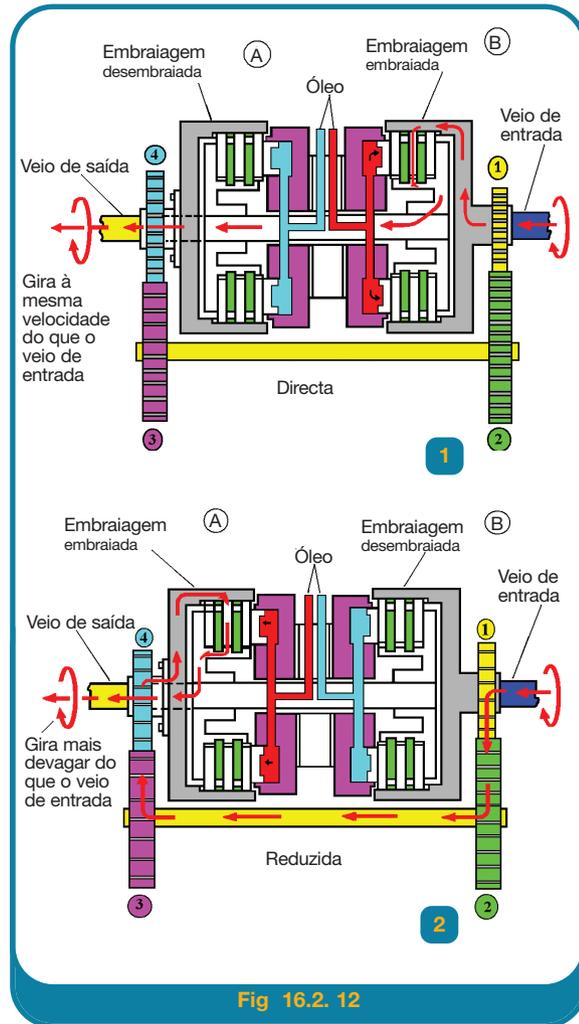
Fig 16.2. 11

sistema hidráulico, com comando mecânico ou eléctrico e podendo, ou não, ser geridas electronicamente. Desta forma a caixa fica automatizada, visto que se pode mudar de velocidade sem interromper a transmissão de força, ou mudar em função da carga aplicada e da aceleração, sem intervenção do operador, após se terem seleccionado as velocidades adequadas ao trabalho a executar. Esta caixa também é conhecida por **sistema Power Shift**.

Aproveitando a força hidráulica há também a caixa de variação contínua, a transmissão hidráulica e o conversor de binário.

A **caixa assistida hidraulicamente (Power Shift)** caracteriza-se, como se disse, pela possibilidade de mudança de velocidade sem interrupção da transmissão de força. São constituídas, essencialmente, por embraiagens de discos múltiplos de comando hidráulico e por engrenagens para a transmissão da força.

Quando o operador pretende mudar de velocidade actua na embraiagem, que acciona a engrenagem da velocidade pretendida, ou então a transmissão é comandada electronicamente em que, por exemplo, sensores registam e enviam ao computador de bordo os valores do binário do veio de saída da caixa, a rotação do motor e a posição do acelerador,



comandando este a electroválvula correspondente à embraiagem da válvula imediatamente abaixo, ou acima, da que está em serviço.

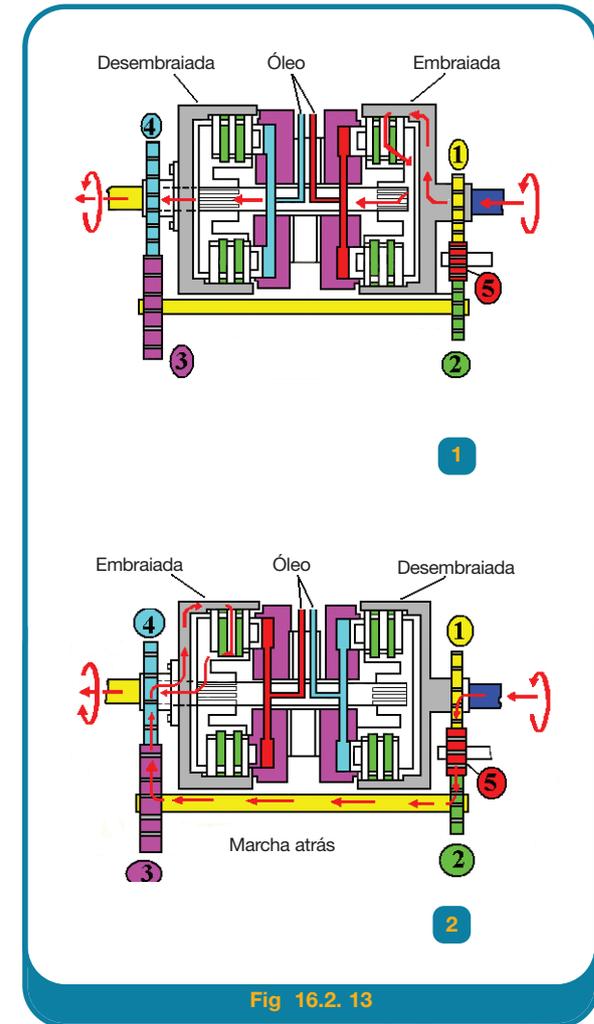
As engrenagens utilizadas nesta caixa são de **trem fixo** (carreto com carreto), ou **epicicloidais**; de cada grupo obtêm-se, normalmente, duas velocidades.

A figura 16.2.12 mostra um dos grupos (*trem fixo*) constituído por duas engrenagens permanentemente engrenadas e duas embraiagens de discos múltiplos; sempre que se embraia uma desembra-se a outra.

O **veio de entrada** é solidário com o carreto **1** e com o tambor da embraiagem **B**. O **veio de saída** é solidário com os cubos das duas embraiagens. O carreto **4** é solidário com o tambor da embraiagem **A**.

Na velocidade **directa** (Fig 16.2.12 – 1) o movimento entra pelo veio de entrada e passa ao de saída através da embraiagem **B**. Na velocidade **reduzida** (Fig 16.2.12 – 2) o movimento passa pelas engrenagens de redução até à embraiagem **A** e desta para o veio de saída.

A figura 16.2.13 ilustra o mesmo princípio de funcionamento, mas entre os carretos **1** e **2** foi intercalado outro, o **5**, que permite a inversão de marcha.



A **caixa de velocidades de trens epicicloidalis** é, actualmente, das mais utilizadas.

A **engrenagem epicicloidal** (Fig 16.2.14) é constituída por um carreto central denominado **planetário** (também conhecido por **pinhão sol**), onde estão engrenados três, ou mais, carretos chamados **satélites** que, por sua vez, engrenam na **coroa**, que é interiormente dentada.

O **planetário** está montado na extremidade de um veio; a **coroa** apoia-se na estrutura de montagem do conjunto e os **satélites** montam-se num **porta-satélites**, que também termina num veio.

Estas engrenagens são muito aplicadas na transmissão de força, especialmente em **caixas automáticas** devido ao número de razões de transmissão que se podem obter de cada conjunto, bem como em **grupos redutores**, uma vez que a força transmitida é repartida por vários carretos, contribuindo assim para uma menor dimensão e desgaste das engrenagens, comparativamente com qualquer outro tipo. Também não existem forças laterais porque o veio de entrada fica alinhado com o de saída.

Para obter variação de velocidade de saída, em relação à de entrada, um dos elementos, em princípio, deve estar parado.

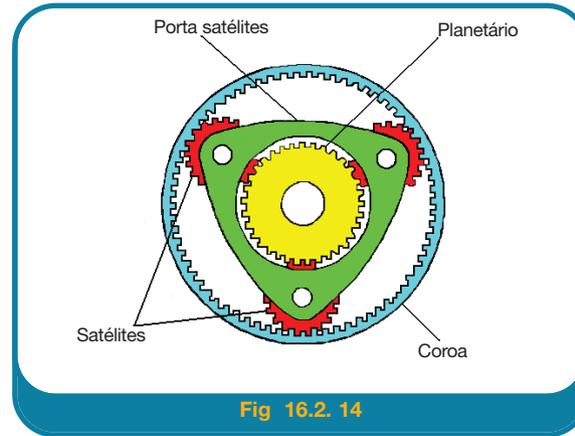


Fig 16.2.14

Se o movimento entrar pelo planetário e a coroa ficar fixa, os satélites tomam o movimento de rotação sobre o seu eixo e de translacção sobre a coroa, arrastando o porta-satélites. Desta forma a velocidade de saída do porta-satélites é reduzida em relação à de entrada.

Pela mesma lógica, se o movimento entrar pelo veio do porta-satélites e sair pelo planetário, a velocidade aumenta.

Esta engrenagem também permite que o movimento de entrada seja igual ao de saída quando o planetário fica solidário ao porta-satélites e a coroa livre.

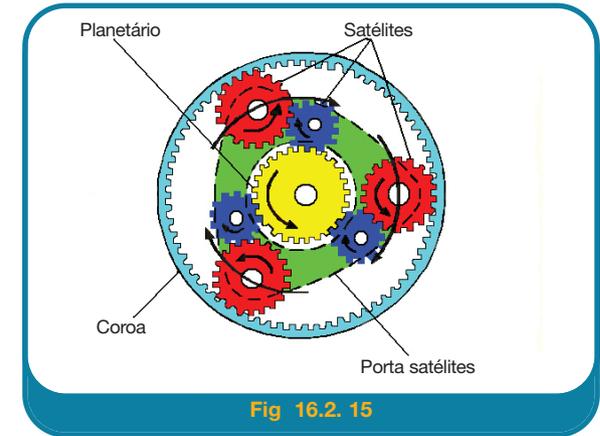


Fig 16.2.15

Se entre o satélite e o planetário for intercalado um segundo satélite e a coroa ficar fixa, inverte-se o sentido de rotação de saída em relação ao de entrada (Fig 16.2.15).

Também, com apenas um conjunto epicicloidal, se o movimento entrar pelo veio do planetário e sair pelo do porta-satélites, dando mais ou menos rotação à coroa, de forma controlada, a rotação de saída é alterada para mais ou para menos, em função da rotação que é dada à coroa, conseguindo-se uma velocidade progressiva e um número indeterminado de velocidades, quando aplicado numa transmissão de um veículo (caixa de velocidades).

Quando se bloqueiam dois elementos entre si, da mesma engrenagem, o conjunto gira em bloco e o movimento vai directo, como se nada existisse.

Na figura 16.2.16 o veio do planetário está solidário com o porta- satélites através da embraiagem 1.

A embraiagem 2, que controla a rotação da coroa, está desembraiada, deixando-a livre. Assim, todo o conjunto gira em bloco, sendo a velocidade do veio de entrada igual à do de saída.

Ao contrário, se a embraiagem 1 estiver desembraiada e a 2 embraiada, a coroa fica fixa.

Assim, o planetário imprime rotação aos satélites que se deslocam sobre a coroa, arrastando o porta-satélites a uma velocidade mais reduzida do que o planetário. Como tal, o veio de saída gira a uma rotação inferior à do veio de entrada.

Com este sistema de engrenagens pode-se mudar de velocidade, em plena carga, sem interrupção da transmissão de força.

Para a obtenção de várias velocidades a partir de uma caixa, combinam-se dois ou mais sistemas de engrenagens, onde a saída do primeiro sistema é a entrada do segundo.

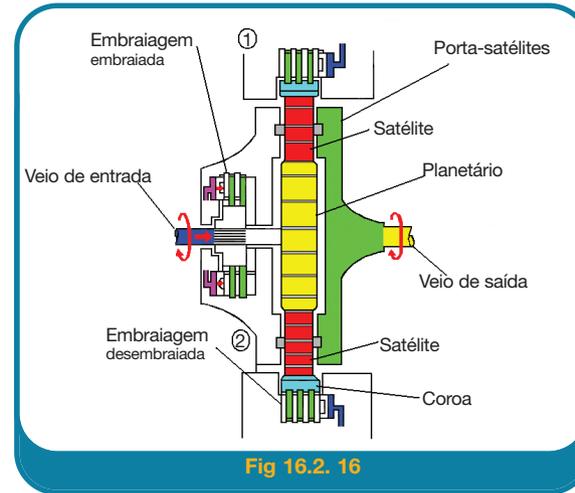


Fig 16.2. 16

Caixa de velocidades contínua – concebida essencialmente para tractores agrícolas consta, essencialmente, de *uma engrenagem epicicloidial simples, um grupo hidráulico* (constituído por motor e bomba) e *uma engrenagem selectora de gamas de velocidade*, normalmente com duas posições.

Os elementos da engrenagem epicicloidial estão livres; o movimento vindo do motor entra pelo porta-satélites, sai pelo planetário e a coroa acciona a bomba que, por sua vez, envia óleo para o motor (Fig 16.2.17) (tanto a bomba como o motor têm débito variável).

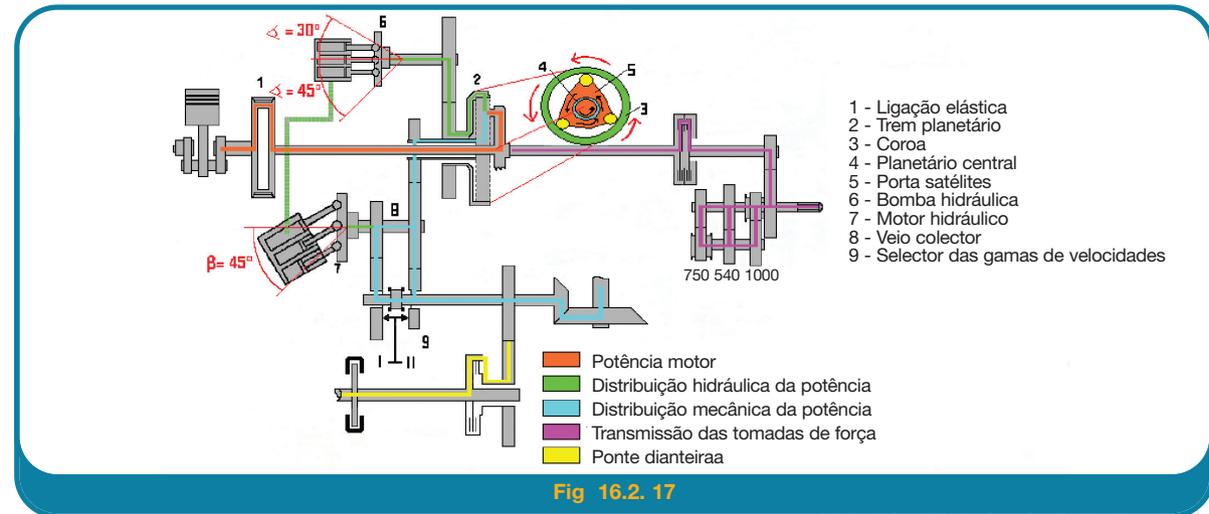


Fig 16.2. 17

A rotação da coroa é controlada pelo caudal de óleo entre a bomba e o motor hidráulico.

Este sistema permite velocidades de deslocação do tractor que vão de algumas dezenas de metros/hora, até cerca de 50 Km/hora, sendo a variação progressiva.

No arranque, ou a baixa velocidade, se a bomba e o motor estão no caudal máximo permite uma rotação elevada da coroa. Desta forma o planetário reduz a velocidade e a maior parte da potência é transmitida hidráulicamente.

A redução do caudal de óleo entre bomba e motor vai reduzindo a velocidade da coroa, aumentando a velocidade de saída para as rodas. Se não houver caudal (entre a bomba e o motor) a coroa fica parada, passando a velocidade e a potência a serem transmitidas mecanicamente, atingindo o tractor a máxima velocidade de deslocação.

Na figura 16.2.18 – A vê-se a bomba e o motor numa posição intermédia em relação ao ângulo de trabalho de 45°; desta forma a maior percentagem da potência transmite-se hidráulicamente e a restante pela parte mecânica. Nesta posição a velocidade de avanço é de, aproximadamente, 8 Km/hora.

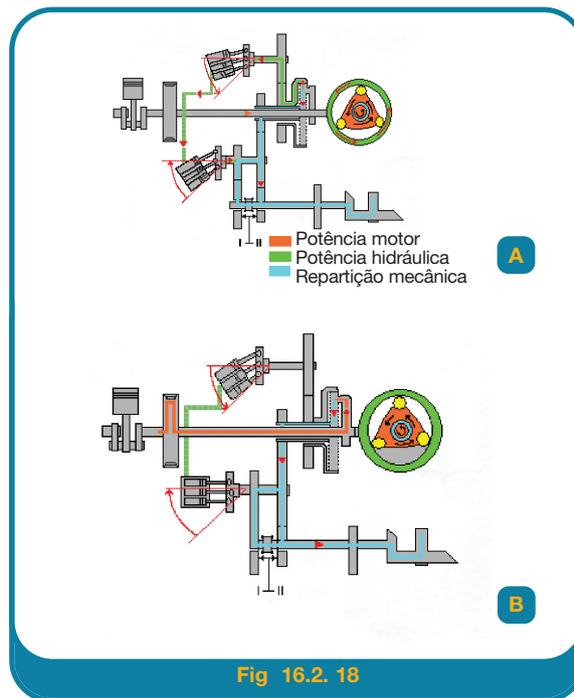


Fig 16.2. 18

Na figura 16.2.18 – B a bomba está com um determinado ângulo mas o motor não; nesta situação não há circulação de óleo entre os dois elementos, pelo que a coroa não gira; como tal a potência é transmitida na totalidade mecanicamente.

O ângulo inverso até 30°, que o prato oscilante do motor faz, permite inverter o sentido da corrente de óleo enviado à bomba, obrigando esta a girar em sentido contrário, conseguindo-se assim a marcha atrás, também com variação de velocidade contínua.

Na figura 16.2.17 ainda se pode ver a transmissão das tomadas de força, accionadas directamente a partir do motor do tractor.

Até aqui falámos das caixas mais utilizadas nos tractores agrícolas. No entanto, existem outros equipamentos com transmissão hidráulica tais como, por exemplo, ceifeiras debulhadoras e colhedoras de tomate. **Esta transmissão hidráulica** baseia-se na possibilidade de transmitir força e movimento através de um líquido pela variação do caudal e pressão.

Há dois tipos fundamentais de transmissão hidráulica: **hidrodinâmica** e **hidrostática**.

A **hidrodinâmica** consta, principalmente, de uma bomba accionada pelo motor do veículo, que dirige um jacto de líquido (óleo) contra as alhetas de uma turbina, fazendo-a girar (Fig 16. 3 da nota técnica nº 16).

Emprega líquidos a grande velocidade, mas a baixas pressões. *É pouco utilizada em maquinaria agrícola.*

A transmissão hidrostática é composta por uma bomba accionada pelo motor do veículo, um motor hidráulico, tubagens, comandos e rodas. *O líquido circula a baixa velocidade, mas a pressões elevadas.*

A bomba e o motor hidráulico são de êmbolos axiais, podendo ser de débito fixo, ou variável.

A hidrostática aproveita a propriedade dos líquidos serem incompressíveis. A figura 16.2.19 ilustra este princípio: *dois cilindros*, cada um com o seu êmbolo, *um tubo de união* e *óleo* a encher os cilindros e o tubo; ao aplicar uma força ao êmbolo da esquerda,

esta transmite-se ao da direita com o mesmo valor, através do óleo que não se comprime (é incompressível). Uma vez terminada essa força o óleo fica em repouso.

Nesta transmissão os êmbolos da bomba transformam a energia mecânica em energia hidráulica, enquanto que os êmbolos do motor hidráulico convertem a energia hidráulica em mecânica.

Tanto a bomba como o motor hidráulico são constituídos por um *bloco circular* onde, axialmente, estão cavados *os cilindros*. Os *êmbolos*, montados nos cilindros, ficam apoiados num *prato oscilante* que, ao girar, provoca movimento de vai e vem. Este prato pode ser de ângulo fixo e a bomba, ou motor,

é de caudal constante, ou de ângulo variável, sendo o caudal também variável.

Quanto mais inclinado estiver o prato maior é o curso dos êmbolos, sendo também maior o volume e a pressão do óleo bombeado.

Na figura 16.2.20 está representada uma *bomba hidráulica de caudal variável* que acciona um *motor hidráulico de caudal constante*. O prato oscilante do motor tem uma inclinação fixa, pelo que o curso dos êmbolos é sempre igual. Desta forma a bomba envia um determinado caudal de óleo a uma determinada pressão, que faz com que o motor gire a uma determinada velocidade. Através do prato oscilante da bomba pode-se aumentar o caudal, pelo que

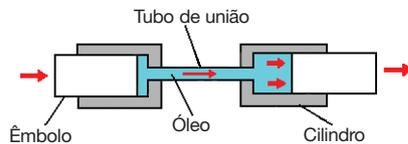


Fig 16.2. 19

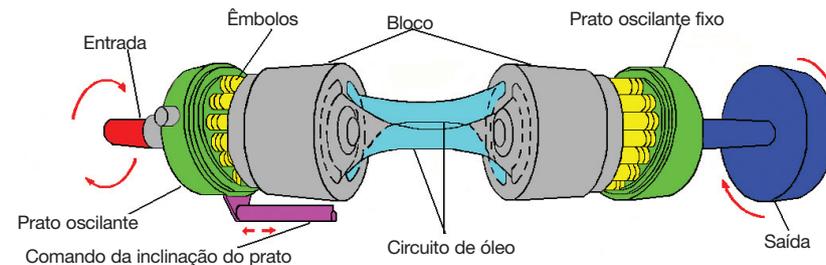


Fig 16.2. 20

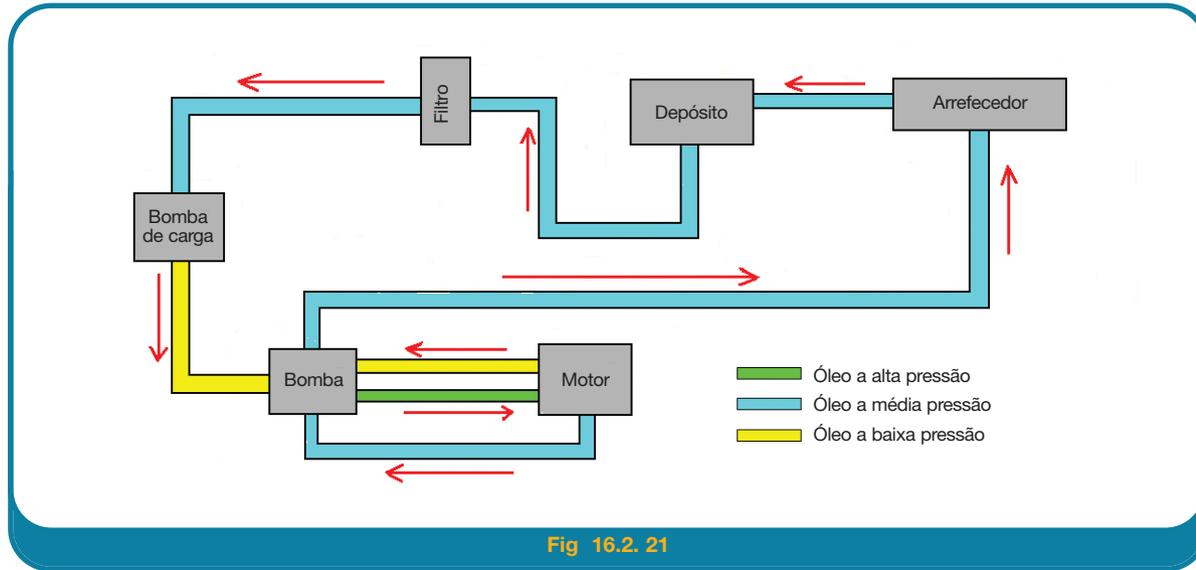


Fig 16.2. 21

o depósito. No circuito do óleo (Fig 16.2.21) é integrada uma bomba de carga para garantir uma alimentação constante à bomba principal, evitando problemas de absorção.

Como atrás foi dito, as bombas e os motores hidráulicos podem ser de caudal fixo ou variável; como tal podem obter-se, entre bomba e motor, quatro combinações diferentes:

- 1 - Bomba e motor de caudal fixo;
- 2 - Bomba de caudal variável e motor de caudal fixo;
- 3 - Bomba de caudal fixo e motor de caudal variável;
- 4 - Bomba e motor de caudal variável.

Para inverter o sentido de rotação com uma transmissão hidrostática, a bomba ou o motor tem de ser de caudal variável e permitir que o prato oscilante inverta o seu ângulo de inclinação (Fig 16.2.22).

Na **posição 1** o prato tem uma determinada inclinação e o óleo é bombeado de forma a fazer girar as rodas motrizes em frente.

Na **posição 2** o prato fica na vertical e a bomba ou o motor não trabalham; o óleo não circula e as rodas motrizes ficam paradas – neutro ou ponto morto.

aumenta a pressão e a velocidade do motor; ao reduzir o caudal baixa a pressão e velocidade do motor.

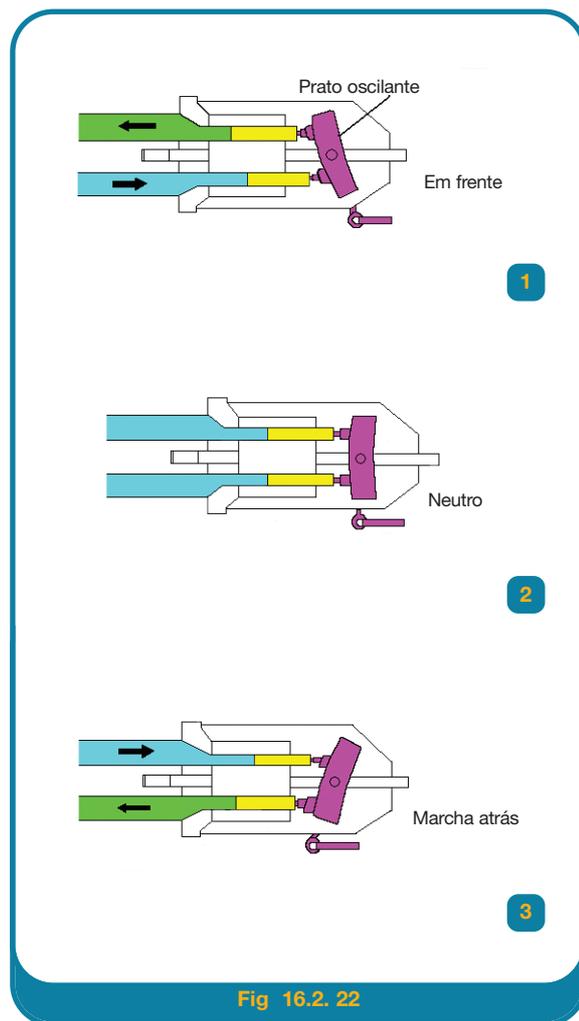
Há três factores que condicionam o funcionamento da transmissão hidrostática:

- O caudal de óleo - determina a velocidade;
- A direcção em que circula o óleo - determina o sentido da rotação;

- A pressão do óleo - determina a potência transmitida.

Cada um destes factores pode variar de uma maneira contínua, o que permite obter, a partir da transmissão hidrostática, uma gama “infinita” de velocidades e binários motor.

A bomba e o motor hidráulico formam, até certo ponto, um circuito fechado, uma vez que o óleo que retorna do motor volta à bomba em vez de ir para



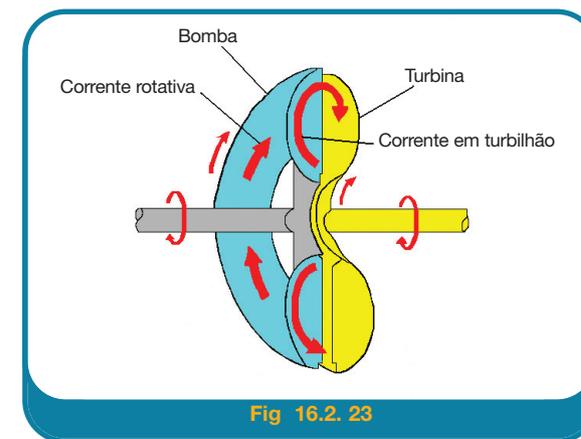
Na **posição 3** o prato é inclinado para a posição oposta à primeira e o óleo é bombeado na direcção inversa, fazendo as rodas motrizes girar para trás.

Conversor de binário – por enquanto não é utilizado nos tractores agrícolas, pelo que a ele nos referiremos muito sucintamente.

É uma transmissão hidráulica automática que transforma a energia do motor em energia hidráulica, permitindo variar a velocidade de forma contínua e sem interrupção da transmissão da potência. Também actua como embraiagem, embraiando e desembraindo o motor da transmissão.

O funcionamento é semelhante ao da embraiagem hidráulica. Resumidamente, compõe-se de uma turbina ligada ao veio do motor da máquina, denominada *bomba* e uma segunda turbina que recebe o impulso hidráulico daquela. No centro da turbina bomba há uma outra, mais pequena, chamada *estator*, que pode ter, do lado da transmissão, uma outra turbina para maior aproveitamento da força do óleo projectado. Todo este conjunto está montado num compartimento com óleo, à semelhança da embraiagem hidráulica.

A variação da velocidade e do binário é feita através do controlo de *duas correntes de óleo* nas turbinas



(Fig 16.2.23): uma, chamada **corrente de turbilhão**, provocada pela força centrífuga entre as turbinas e outra, **rotativa**, que se estabelece em volta das referidas turbinas, tendo sempre em conta o valor da aceleração do motor da máquina.

A marcha atrás é conseguida através de um inversor, com comando hidráulico.

Todas as caixas de velocidades funcionam com óleo, o qual **deve ser substituído anualmente, ou quando o manual de instruções o determinar**.



As rodas motrizes de um tractor agrícola, como de todos os veículos, giram a velocidades diferentes, quando em viragem.

Na figura 16.3.1, a roda **A** ao descrever a curva percorre uma distância maior e por isso dá mais voltas do que a **B**; se o tractor se deslocar em linha recta, ambas giram à mesma velocidade. Isto é possível graças ao que vulgarmente se designa por diferencial e que é o conjunto de dois elementos: - um **par cónico** e o **diferencial propriamente dito**.

O **par cónico**, composto por um **pinhão de ataque** montado na extremidade do veio secundário e uma **roda de coroa**, ambos com dentes cónicos helicoidais, transforma o movimento de rotação longitudinal que vem do motor em movimento transversal para os **semi-eixos** (Fig 16.3.2).

O **diferencial propriamente dito** (Figs 16.3.3 e 16.3.4) é constituído por *dois carretos cónicos*, solidários com os semi-eixos, designados por **planetários**, dois ou quatro carretos, também cónicos, com o mesmo passo (de dente) e engrenados nos anteriores, chamados **satélites**, que giram loucos sobre eixos montados na *caixa do diferencial* solidária com a **roda de coroa**. É o elemento que permite às rodas motrizes girarem à mesma velocidade quando o tractor se desloca em linha recta, ou a velocidades diferentes quando descreve uma curva, com a particularidade de repartir

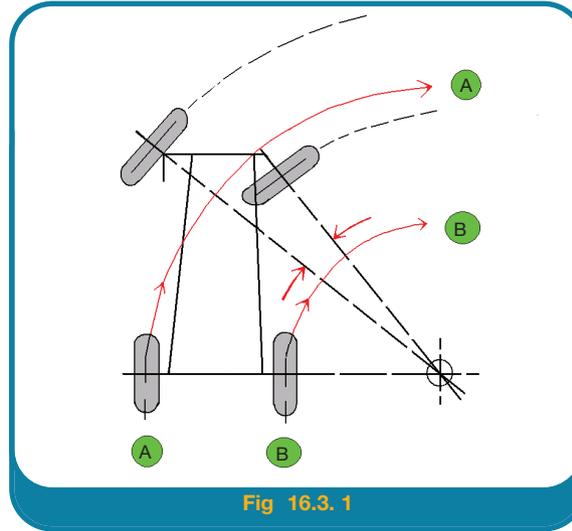


Fig 16.3.1

a força transmitida pelo motor, independentemente da sua velocidade de rotação.

A força do motor aplica-se à *roda de coroa* por meio de um *pinhão* que a ataca e que se chama, por isso, **pinhão de ataque**. Os *satélites* e os *planetários* giram com a roda de coroa como um conjunto único.

Cada semi-eixo gira com a sua roda à mesma velocidade.

Normalmente e quando a marcha se faz em linha recta, o diferencial girando a uma certa velocidade, os *satélites* não têm movimento em torno dos seus eixos, actuando como *cunhas* e, portanto, os *planetários* rodam à mesma velocidade que a roda de coroa (Fig 16.3.3).

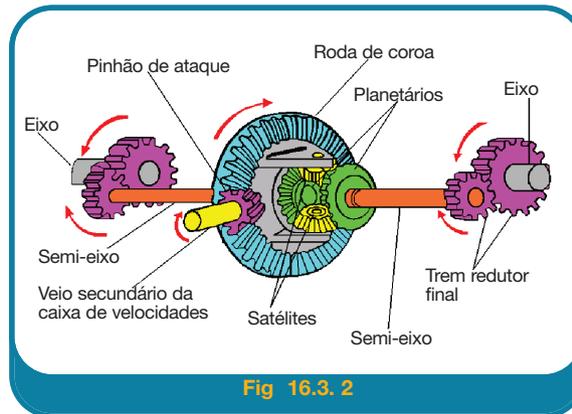


Fig 16.3.2

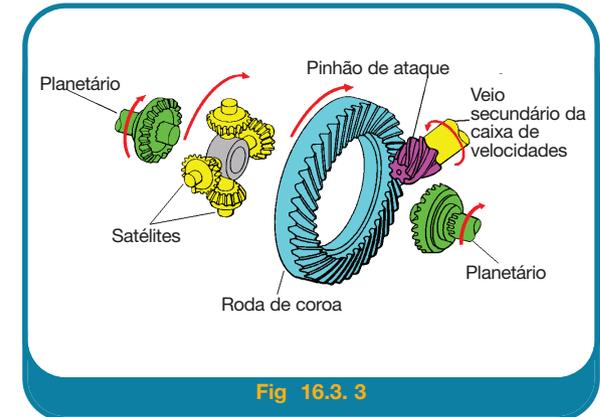


Fig 16.3.3

Em viragem cada roda gira a uma velocidade diferente (a de dentro menos e a de fora mais); numa curva muito apertada a única que continua a girar é a exterior. Vejamos a figura 16.3.4:- o motor transmite movimento à roda de coroa, por intermédio do pinhão de ataque, arrastando os satélites; portanto e por estar parado o semi-eixo direito, eles (satélites) têm que girar sobre o seu eixo obrigados pelo planetário direito, que fica parado. Como os satélites estão engrenados nos planetários, obrigam o esquerdo a girar, em virtude da força transmitida aos satélites pela roda de coroa.

Enquanto a roda de coroa dá uma volta completa o planetário esquerdo dá duas: - uma com a roda de coroa e outra que o obriga a dar os satélites, obrigados a girar pelo planetário direito que está imóvel.

Daqui resulta que, quando a resistência encontrada pelas rodas motrizes é desigual gira mais depressa a que encontra menor resistência. No entanto, cada roda desenvolve a força de tracção que lhe corresponde, embora a velocidade diferente.

O diferencial é fundamental em qualquer transmissão mecânica, mas em determinadas situações torna-se inconveniente, nomeadamente quando uma roda está em local firme e a outra em terreno mais frouxo, começando esta última a patinar. Para evitar tal inconveniente existe a chamada **blocagem do diferencial**, normalmente designada por **bloqueio**, que anula todo o mecanismo descrito, obrigando as duas rodas a dar o mesmo número de voltas.

O bloqueio do diferencial consiste na solidarização de um dos semi-eixos com a caixa do diferencial,

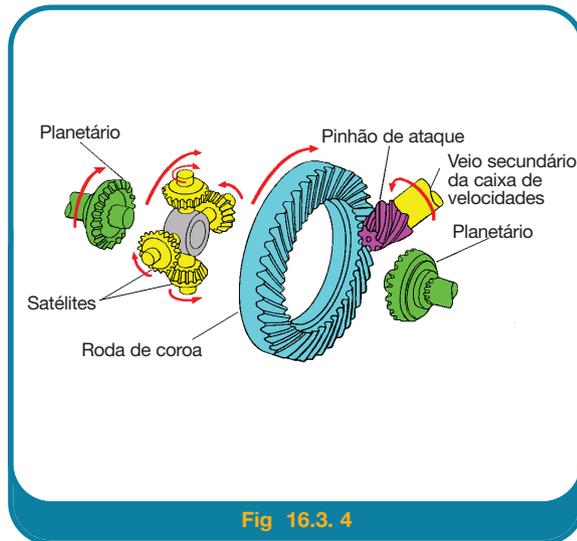


Fig 16.3. 4

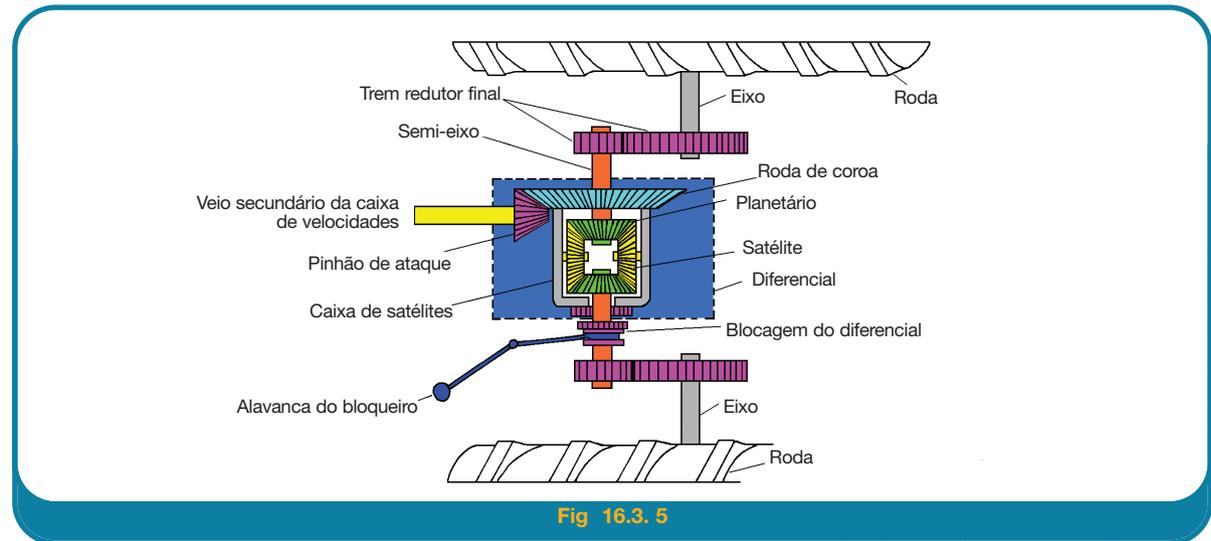


Fig 16.3. 5

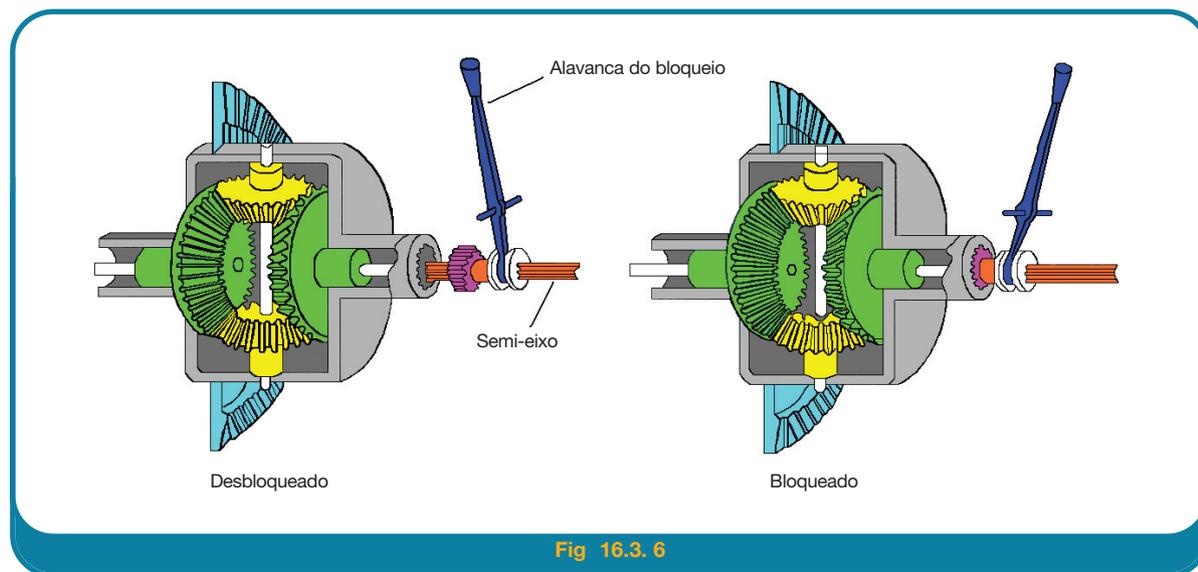


Fig 16.3. 6

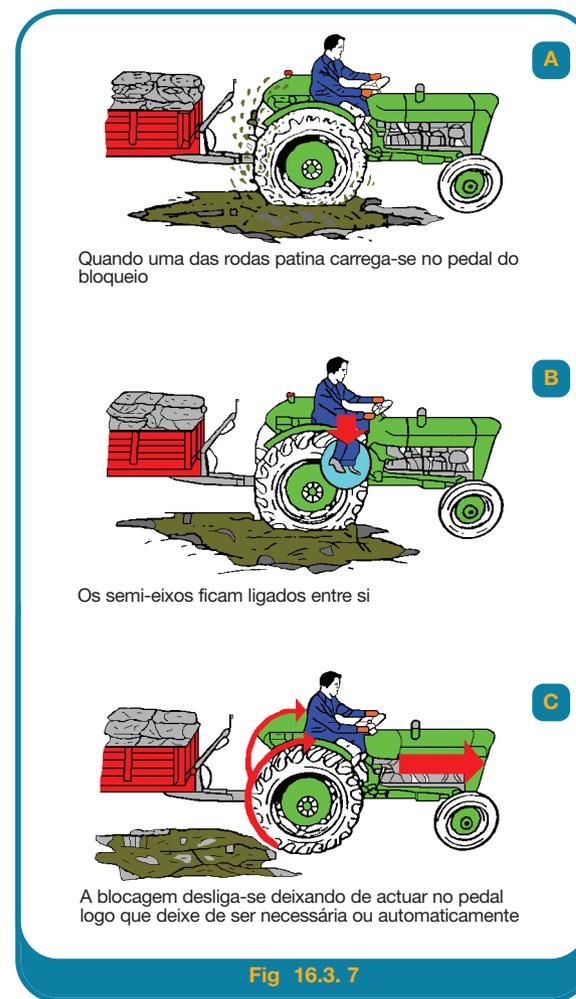
ou seja com a estrutura da roda de coroa, impedindo assim a rotação dos satélites sobre o seu eixo (Figs 16.3.5 e 16.3.6).

O bloqueio nunca deve ser accionado em curvas, ou em andamento no caso de sistema mecânico. Normalmente só fica activado quando o pedal ou a alavanca de accionamento estão a ser pressionados, voltando à posição de desligado por acção de uma mola.

A figura 16.3.7 A, B e C ilustra um tractor numa situação em que é vantajoso o uso do bloqueio.

Há, para o diferencial, três tipos principais de bloqueio:

1 – Mecânicos – activam o sistema mecanicamente através de um pedal ou alavanca, solidarizando um semi-eixo com a estrutura da roda de coroa, obrigando as duas rodas a girar com o mesmo número de voltas;



Quando uma das rodas patina carrega-se no pedal do bloqueio

Os semi-eixos ficam ligados entre si

A blocagem desliga-se deixando de actuar no pedal logo que deixe de ser necessária ou automaticamente

Fig 16.3. 7

2 – Automáticos – de funcionamento mecânico, praticamente não são utilizados nos tratores agrícolas. O diferencial está normalmente bloqueado, desbloqueando-se apenas nas curvas. O mecanismo substitui os planetários e os satélites propriamente ditos;

3 – Hidráulicos – são bastante utilizados nos tratores agrícolas pelo facto de serem activados em andamento e em plena carga.

O mecanismo de bloqueio mecânico é substituído por uma embraiagem de discos múltiplos, intercalada entre o semi-eixo e a estrutura da roda de coroa (Fig 16.3.8).

Ao pisar o *pedal do bloqueio* abre-se a *válvula*, que deixa passar óleo sob pressão até à embraiagem. O *êmbolo* comprime os *discos*, tornando solidária a estrutura da roda de coroa com o semi-eixo. O pedal de comando pode estar articulado com os pedais dos travões, para que o diferencial se desbloqueie sempre que se trava o tractor.

Este sistema de bloqueio pode ser comandado automaticamente a partir de dados fornecidos por **sensores** a um processador de bordo, em função do trabalho.

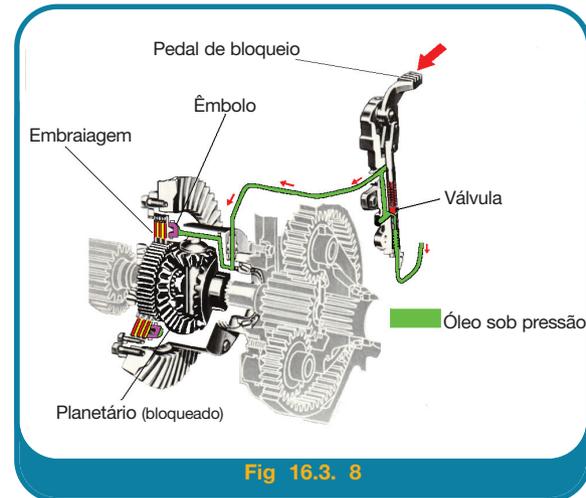


Fig 16.3. 8

Em trabalho de campo as rodas do tractor ficam sujeitas a cargas diferentes, sendo a pressão da roda sobre o solo alterada, principalmente ao nível da ponte dianteira quando o tractor é de tracção às quatro rodas. Por exemplo, em trabalhos de lavoura as rodas que se encontram dentro do rego estão sujeitas a uma carga maior do que as outras, que giram sobre o solo não mobilizado, estando estas sujeitas a uma patinagem diferente. Para atenuar este problema recorre-se ao bloqueio do diferencial, tanto traseiro como dianteiro.

Este bloqueio pode obter-se através do *comando mecânico* accionado pelo operador, com os consequentes riscos de avaria se o não desligar nas curvas, apesar dos sistemas de segurança instalados nalguns tratores para colmatar tais situações.

Nos tratores com microprocessadores instalados e com comandos electrónicos, recorre-se aos **diferenciais autobloqueantes**, ou ao **engrenamento automático controlado**, também conhecido por **bloqueio automático**.

No primeiro caso o funcionamento é semelhante ao já descrito; têm uma embraiagem de discos múltiplos em banho de óleo que, uma vez activada, bloqueia o diferencial através de sinais eléctricos emitidos por sensores que emitem um sinal quando o ângulo de viragem das rodas directrizes ou a velocidade de avanço é superior a determinado valor. O microprocessador comanda electroválvulas que desactivam o bloqueio quando aquele for superior a 14°, ou a velocidade ultrapassar 15 Km/hora (1).

Há tratores que, pelo mesmo processo, desactivam o bloqueio quando se levantam os equipamentos

(1) Os valores indicados podem ser diferentes, pois são definidos pelo fabricante.

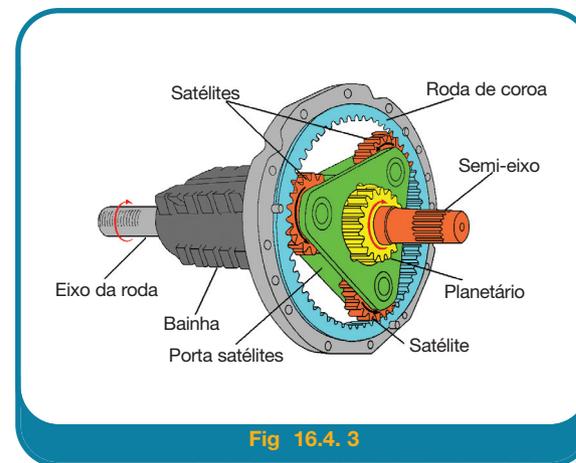
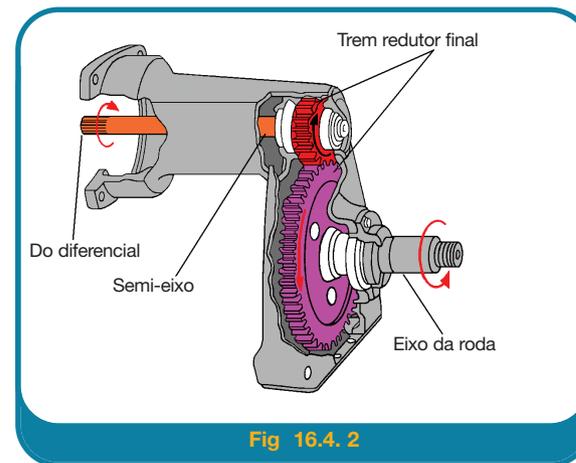
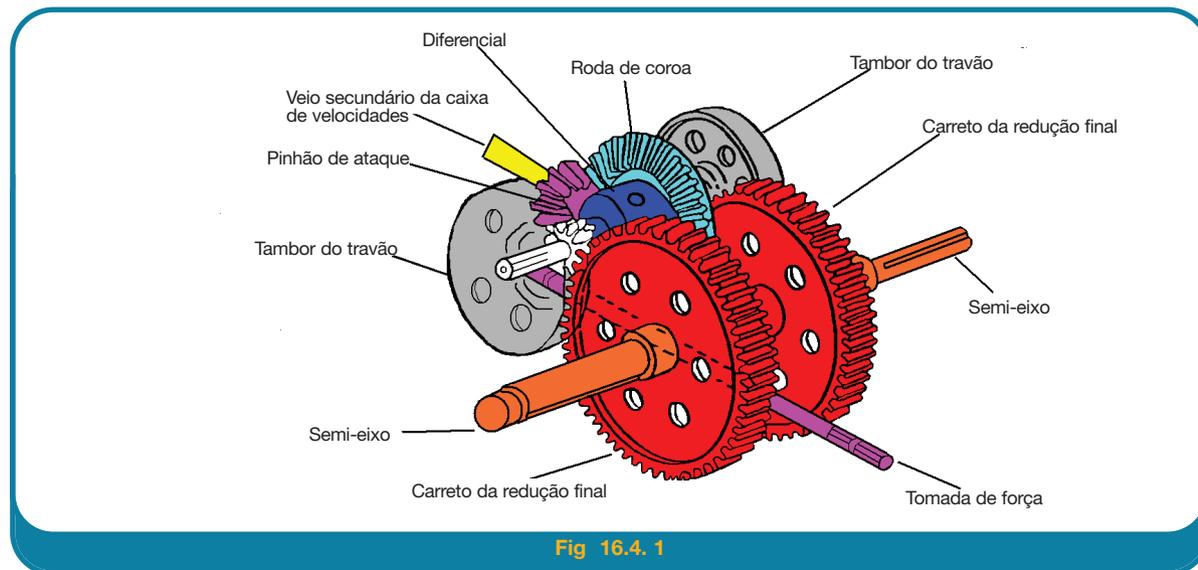
montados nos três pontos do sistema hidráulico, voltando a activá-lo quando se baixam.

O **bloqueio automático controlado** é constituído, não por um diferencial propriamente dito, mas por duas engrenagens laterais que, quando em contacto, tornam solidários os dois semi-eixos, permitindo trajectos em linha recta. Em curva, ou em situações de aderência diferente entre as rodas, os discos do semi-eixo que roda mais depressa afastam-se permitindo rotação diferente.

Controlando a pressão sobre os discos das embraiagens, o referido afastamento pode efectuar-se duma maneira progressiva e dentro de parâmetros pré-definidos e medidos por sensores. Assim, por exemplo, mantém-se o bloqueio dos semi-eixos até um ângulo de viragem de 12° ou até uma velocidade de 16 Km/hora, sendo desbloqueado acima destes valores.

Todo o conjunto do diferencial está implantado no interior de um carter que contém óleo lubrificante, o qual deve ser **mudado anualmente**, ou **às horas indicadas pelo fabricante** e que vêm indicadas no manual de instruções. No entanto, o seu nível deve ser **verificado semanalmente**.

Na maioria dos tractores, este óleo é o mesmo da caixa de velocidades, pois os carteres são comuns.



Os semi-eixos são os transmissores do movimento do diferencial para as rodas.

Apesar de na caixa de velocidades e diferencial se reduzir o elevado regime de rotações do motor, no tractor é necessário reduzi-lo ainda mais devido ao grande tamanho das rodas motrizes e à relativamente pequena velocidade de avanço. Isto consegue-se por intermédio do **reductor final**, também designado por **comando final**, constituído

por trens de engrenagens, *simples* ou *epicicloids*, instalados imediatamente a seguir ao diferencial e recebendo movimento directo deste (Figs 16.4.1 e 16.4.3), ou no extremo do semi-eixo, junto à roda (Fig 16.4.2).

Ao conjunto do diferencial, semi-eixos e reductor final dá-se o nome de **ponte traseira**, designando-se por **bainha** a cobertura destes órgãos, normalmente em aço ou ferro fundido.

Quando os redutores finais ficam ao lado do diferencial as engrenagens estão alojadas na mesma caixa, o que é vantajoso; pelo contrário, o semi-eixo tem que obedecer a uma construção mais robusta para suportar um maior binário. Pela mesma lógica, quando fica do lado da roda tem que ter uma caixa própria para as respectivas engrenagens, sendo o semi-eixo de uma construção menos robusta.

Nos redutores finais de engrenagens simples (carreto pequeno centrado com o diferencial e carreto grande centrado com a roda) há situações de montagem que permitem alterar a altura livre inferior do tractor ou desafogo da ponte traseira (Fig 16.4.2) o que, em determinadas situações de trabalho, é vantajoso. No entanto, os construtores estão cada vez mais a optar pelas engrenagens epicicloidais por constituírem um conjunto mais compacto e com menos desgaste, por a força transmitida ser repartida por vários pares de engrenagens.

A **lubrificação** é assegurada pelo óleo do diferencial, quando a redução final fica junto deste. Quando fica junto à roda tem um compartimento próprio, com os respectivos bujões de entrada, de nível e de saída, sendo o óleo utilizado o mesmo que se utiliza na caixa de velocidades e diferencial, com os mesmos cuidados de manutenção referidos nas notas técnicas correspondentes.

A **tomada de força**, assinalada pela sigla **tdf** é um acessório acoplado à transmissão de força e utiliza-se para accionar equipamentos auxiliares. Outra sigla também utilizada para a designar é **pto**, que quer dizer power take off.

É uma saída aproveitável da potência do tractor que não passa pelas rodas do mesmo.

A **tdf** veio substituir o **tambor**, também conhecido por **polie**, embora durante alguns anos tenham existido em conjunto na mesma máquina.

As suas origens remontam ao ano de 1906, em que um construtor francês a incluiu num novo protótipo; a utilização generalizou-se a partir de 1913, embora de uma forma não uniforme. Em 1927 a **ASAE** (Associação Americana de Engenheiros Agrónomos), com a **SAE** (Associação Americana de Engenheiros Automóveis) propuseram a normalização das tomadas de força, a fim de poderem servir ao accionamento de diferentes tipos de máquinas de diversos construtores. A normalização é conseguida em relação à dimensão, sentido e velocidade de rotação.

Quanto à dimensão do veio é adoptado o diâmetro de 35 mm, dotando-o de 6 estrias (Fig 17.1 - A); quanto ao sentido da rotação foi adoptado o sentido retrógrado, isto é, o dos ponteiros do relógio; em

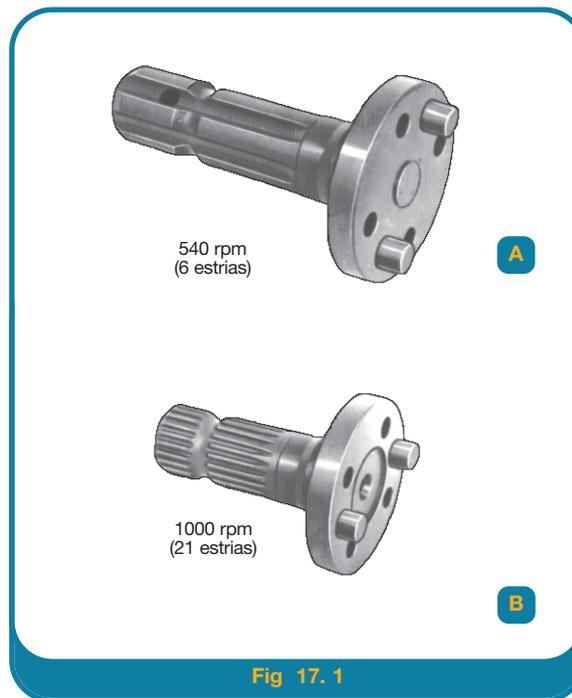


Fig 17.1

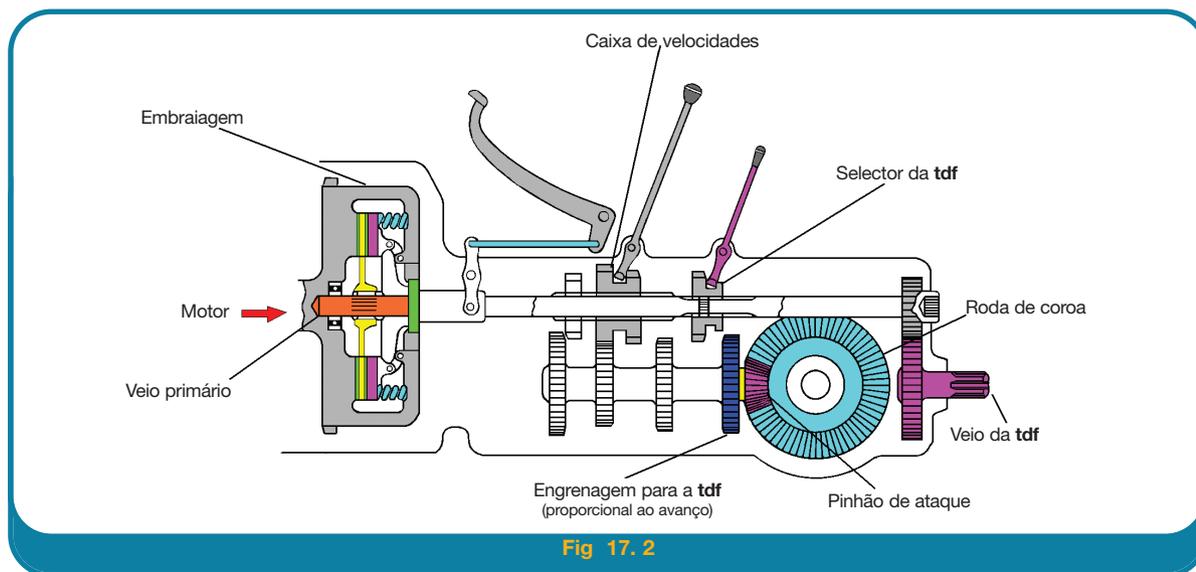
relação à velocidade de rotação foi equiparado ao mais frequente nos motores de então, que oscilava entre as 600 e 800 rotações por minuto.

Esta é a síntese histórica da **tdf a 540 r.p.m.**; no entanto, porque os tractores posteriores apareceram com motores mais potentes e regimes de rotação

mais elevados, verificou-se a necessidade de intercalar uma importante redução na transmissão para a **tdf**.

Esta redução dá origem a perdas de potência consideráveis e o regime para trabalhos à **tdf** era consideravelmente menor que o máximo que podia conseguir o tractor. Como tal, **a potência obtida na tdf a 540 r.p.m. é inferior à que pode ministrar o motor**. Pensaram então numa nova **tdf** a montar nos tractores, cuja potência de motor fosse superior a 65 cavalos e, desta forma, chegaram a um novo desenho do veio, em que as 6 estrias foram substituídas por **21** (Fig 17.1 - B), mantendo-se o diâmetro de 35 mm assim como o sentido de rotação, passando o número de rotações por minuto para **1000**.

Mas a potência dos motores continuou a aumentar, inclusivamente com regimes semelhantes devido a novas técnicas de injeção, turboalimentação, etc. e depressa superaram os 120 cavalos, o que deu lugar ao aparecimento e normalização de uma nova **tdf** com um veio de **45 mm**, o que permitia um binário mais de acordo com os novos motores e o número de estrias reduz-se para **20**. Actualmente e para os tractores com potência superior a 180 cavalos, está-se a adoptar um novo desenho que incrementa o diâmetro do veio para **57 mm** e reduz a **18** o número de estrias.



Há tratores que possibilitam a selecção do regime de 750 r.p.m. para a chamada **tdf económica**.

É utilizada quando o equipamento com que se pretende operar funciona a 540 r.p.m. e a potência necessária ao seu funcionamento é pequena; desta forma obtêm-se as 540 r.p.m. da **tdf** a um regime de motor mais baixo. Também se pode proceder da mesma forma com a selecção das 1000 r.p.m. para equipamentos que necessitam ainda de menos potência.

Há dois tipos fundamentais de tomada de força:

- **Tomada de força tractor** – está ligada ao veio de saída da caixa de velocidades e o regime de funcionamento é **proporcional à velocidade de deslocação do tractor**;

- **Tomada de força motor** – a velocidade de rotação é **proporcional ao regime do motor**. Esta pode ainda ser:

1 - Tomada de força dependente (Fig 17.2) – também designada por **descontínua**, equipava os tratores mais antigos, embora exista ainda nalguns de baixa potência. Recebe movimento do motor através do veio primário da caixa de velocidades.

Tem como inconveniente não ser possível parar o tractor sem parar a **tdf** e vice-versa.

Todas estas tomadas de força têm reguladas e normalizadas a altura e a posição em relação ao ponto de engate e à barra de puxo.

A grande maioria das alfaias accionadas pela **tdf** exigem 540 r.p.m. (+ 30; - 10). Para se obterem há que consultar o tractómetro do tractor, a decalcomania ou o manual de instruções, que informam quais as rotações do motor, variáveis de máquina para

máquina, necessárias para a obtenção das referidas rotações do veio da **tdf**.

Para nos certificarmos da realidade há que fazer ensaios com um conta-rotações e um cronómetro, muito especialmente quando o tractor já tem um certo desgaste.

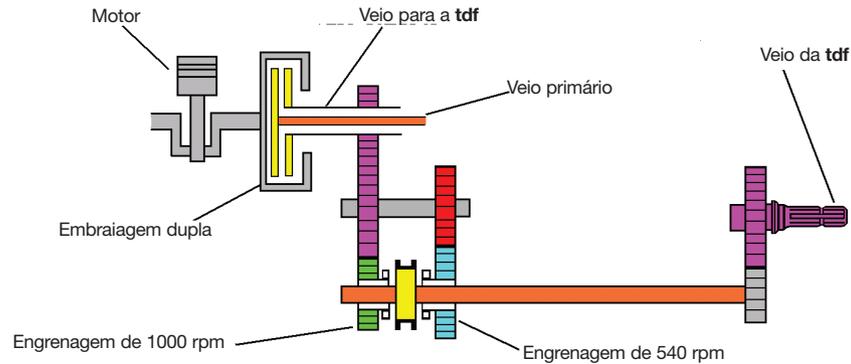


Fig 17.3

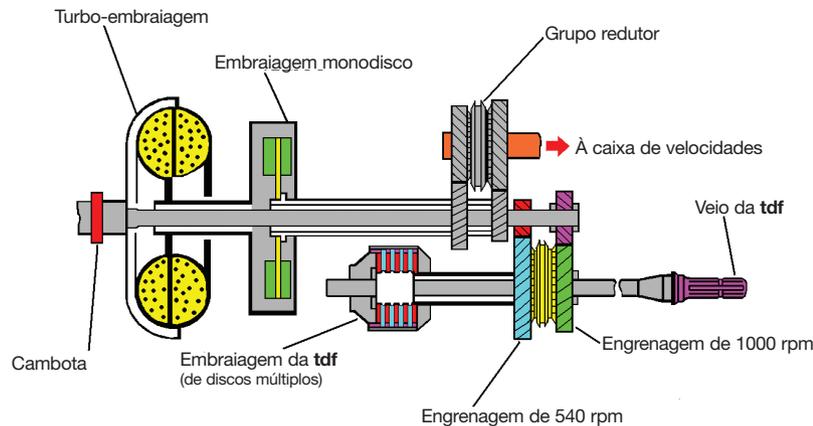


Fig 17.4

2 - Tomada de força semi-independente (Fig 17.3)

– está ligada ao motor mediante um segundo disco de embraiagem, embraiagem dupla, a qual é accionada pelo mesmo pedal, de tal forma que num primeiro curso daquele consegue-se deter o tractor enquanto que a **tdf** continua a girar. Se o pedal for pisado até ao fundo, tanto a **tdf** como o tractor param. O que não é possível com este tipo de tomada de força é pará-la com o tractor em andamento, o que só se consegue com a independente.

3 - Tomada de força independente (Fig 17.4) –

também denominada por *continua*, pode ter uma embraiagem semelhante à da semi-independente mas com comandos distintos para cada um dos discos, sendo o de avanço do tractor accionado pelo pedal e o da **tdf** por uma alavanca manual. No entanto, a mais utilizada é uma embraiagem de discos múltiplos separada da anterior e também accionada independentemente da de avanço do tractor. Há autores que lhe chamam *tomada de força totalmente independente*. O accionamento pode ser mecânico ou hidráulico.

Em qualquer dos casos o veio pode girar proporcionalmente à velocidade de avanço do tractor, uma vez ligado à respectiva engrenagem da **tdf** tractor, quando exista.

Além das **tdf** descritas pode haver outras, instaladas em simultâneo no mesmo tractor. Quando existem podem denominar-se de **auxiliares**. Pertencem a este grupo a **ventral**, situada sob o “chassis” do tractor. Permitem o accionamento simultâneo de outras máquinas ou equipamentos tais como gadanheiras, por exemplo. A vantagem reside na possibilidade da realização de operações múltiplas com uma só passagem do tractor. As transmissões costumam ser *hidráulicas e electrohidráulicas*.

Ainda dentro do grupo das auxiliares podemos citar a **frontal**, que se situa junto ao engate de três pontos dianteiro, situação já bastante difundida. Permitem trabalhos combinados em simultâneo, com grande aumento de rendimento dos equipamentos.

O veio da **tdf** é tão importante como perigoso, por isso e na sua utilização, convém ter sempre presente um conjunto de normas de segurança a saber:

1 – Não aproximar as mãos, ou pés, do veio em funcionamento, muito menos com roupas folgadas ou dependuradas;

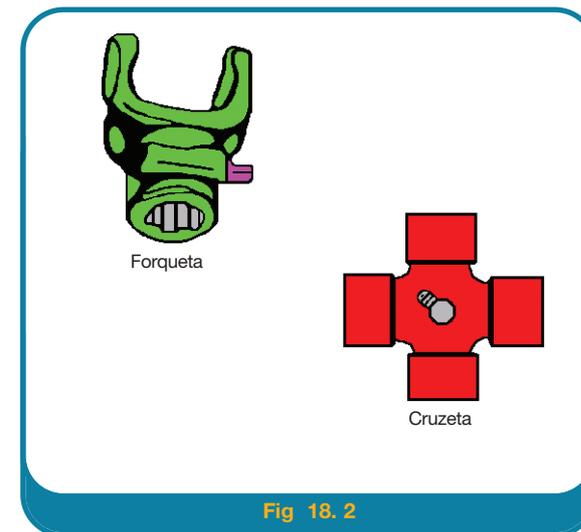
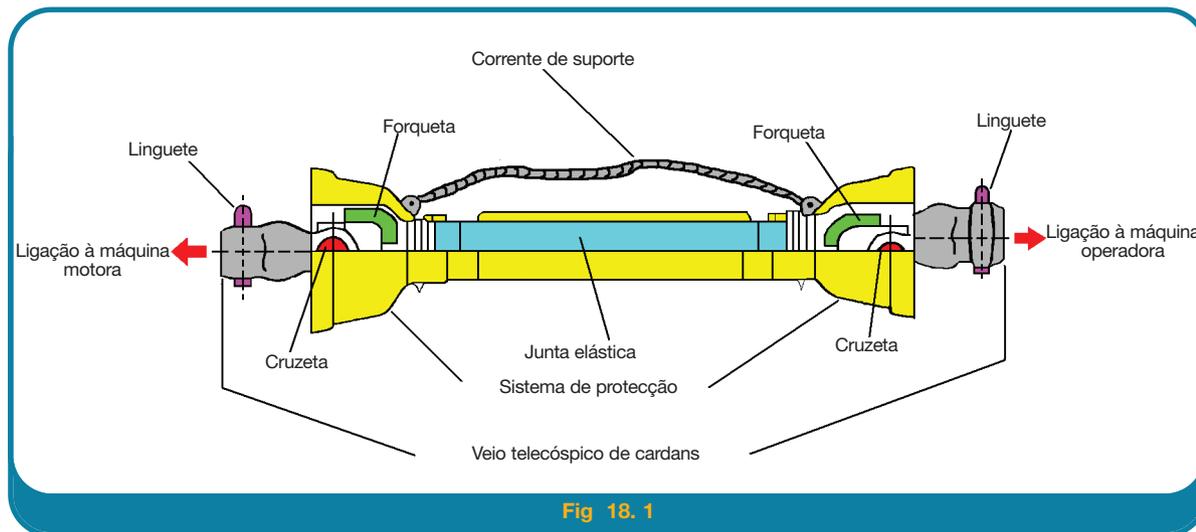
2 - Ao ligar qualquer máquina ou equipamento à **tdf** cumprir rigorosamente as instruções dos manuais e não tirar nunca a protecção dos veios telescópicos de cardans (Fig 1.22 da Nota Técnica Nº 1);

3 – Não trabalhar com os veios telescópicos de cardans em ângulos forçados (máximo de 30 ou 70°, consoante o tipo – Nota Técnica Nº 18);

4 – Não ligar nunca um equipamento previsto para trabalhar a 540 r.p.m. a uma **tdf** de 1000, ou vice-versa;

5 - Para qualquer mexida na **tdf** parar o motor; não basta utilizar a embraiagem da mesma porque este mecanismo pode falhar, originando o funcionamento do veio;

6 – Não tirar nunca a tampa de protecção do veio, a não ser quando o vai utilizar; repô-la logo que cessa a utilização da **tdf**.



Veio telescópico de cardans, também denominado por **árvore de cardans**, é um dispositivo de ligação que tem por missão transmitir o movimento recebido da **tdf** de uma máquina, ou seja da **máquina motora**, às que dele necessitam para trabalhar, ou seja às **máquinas receptoras**, isto é, às **operadoras**.

Tem duas partes, que entram uma dentro da outra: o **veio macho e o fêmea**.

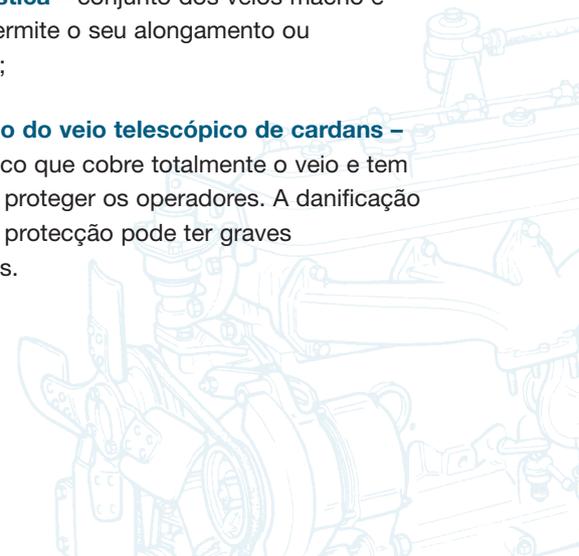
É constituído por (Fig 18.1):

1 – Junta de cardan – conjunto de duas forqu岸as e uma cruzeta (Fig 18.2);

2 – Linguete – peça que assegura a fixação do veio telescópico de cardans às máquinas (motora e receptora). Em alguns casos o linguete é substituído por um **parafuso de fixação**;

3 – Junta elástica – conjunto dos veios macho e fêmea, que permite o seu alongamento ou encurtamento;

4 – Resguardo do veio telescópico de cardans – material plástico que cobre totalmente o veio e tem por finalidade proteger os operadores. A danificação ou falta desta protecção pode ter graves consequências.



Repare-se agora na figura 18.3:

- Os números **1, 2, 3, 4 e 5** representam as formas existentes das juntas elásticas, vistas de perfil; as letras (A a E) mostram os diferentes **sistemas de segurança** dos veios telescópicos de cardans.

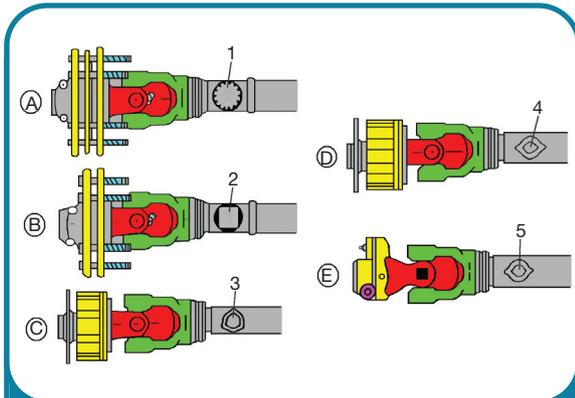


Fig 18.3

- A – Embraiagem de segurança de disco duplo;
- B – Embraiagem de segurança de disco simples;
- C e D – Embraiagens de segurança de dentes;
- F – Embraiagem de segurança de parafuso fusível.

Há **veios telescópicos de cardans simples**, que podem ser de **pequeno ângulo** e de **grande ângulo** e **veios telescópicos de cardans duplos**.

Veios simples – uma vez ligados e em trabalho, o ângulo formado com a máquina motora deverá ser,

se possível, igual ao formado com a receptora (Fig 18.4); além disso nunca nenhum deles deverá ultrapassar **30°**, mas sempre que ultrapasse os **20°** há que lubrificá-lo de duas em duas horas. São os de **pequeno ângulo**.

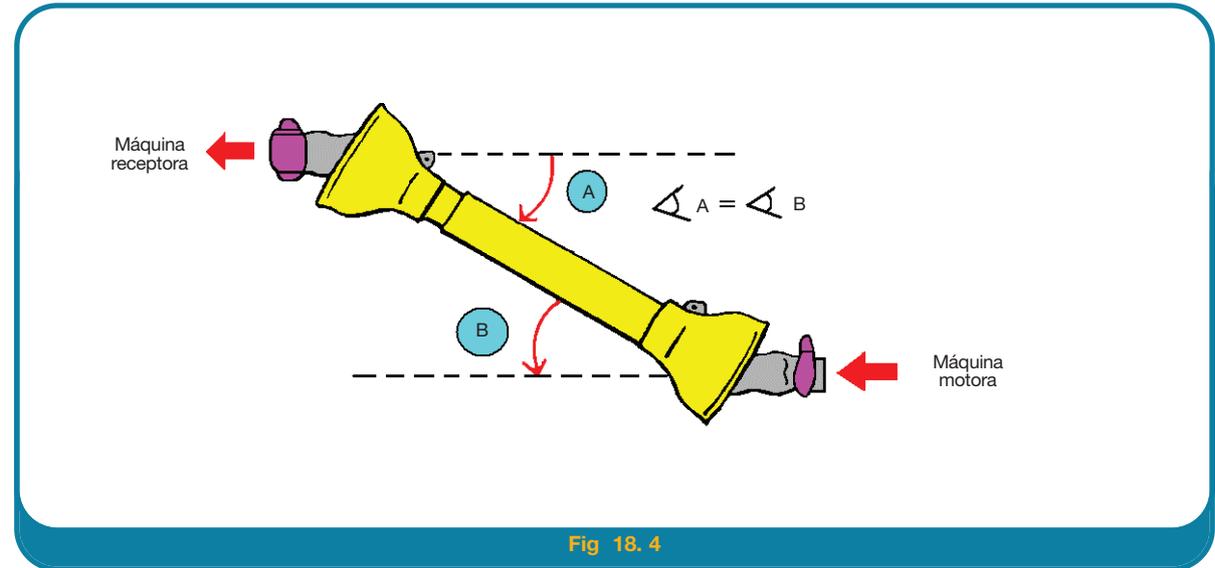


Fig 18.4

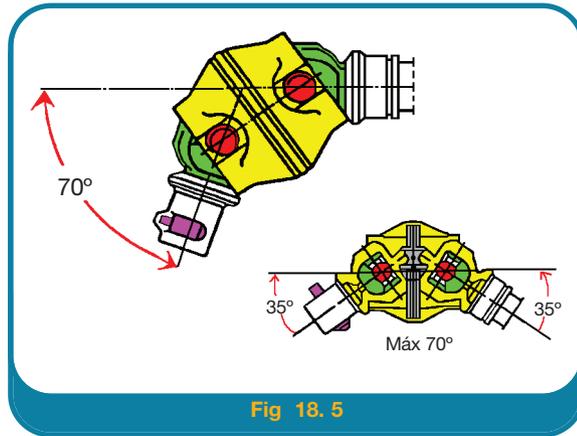


Fig. 18.5

Os veios de *grande ângulo* (Fig 18.5) são os que podem ir até **70°**.

Veios duplos – permitem ângulos mais elevados entre as máquinas motora e receptora, desde que sejam respeitadas determinadas normas tal como esquema representado na figura 18.6.

Quando se adapta um veio telescópico de cardans a uma determinada máquina e é necessário **cortá-lo**, há que ter em atenção que o número de centímetros cortados no *macho* deve ser precisamente igual ao que se corta no *fêmea* (Fig 18.7).

Na operação de corte deve ser utilizado um serrote de cortar ferro muito bem afiado, deixando os cortes direitos, lisos e sem rebarbas.

De qualquer forma, a **distância mínima de encaixe** entre macho e fêmea é de **10 centímetros**. Se for menor as juntas elásticas têm tendência a ovalizar, portanto, a “passarem-se” dado que não há uniformidade de movimento.

Para que o macho e a fêmea **não façam de batente** deve haver, pelo menos, **2 centímetros** de distância entre eles.

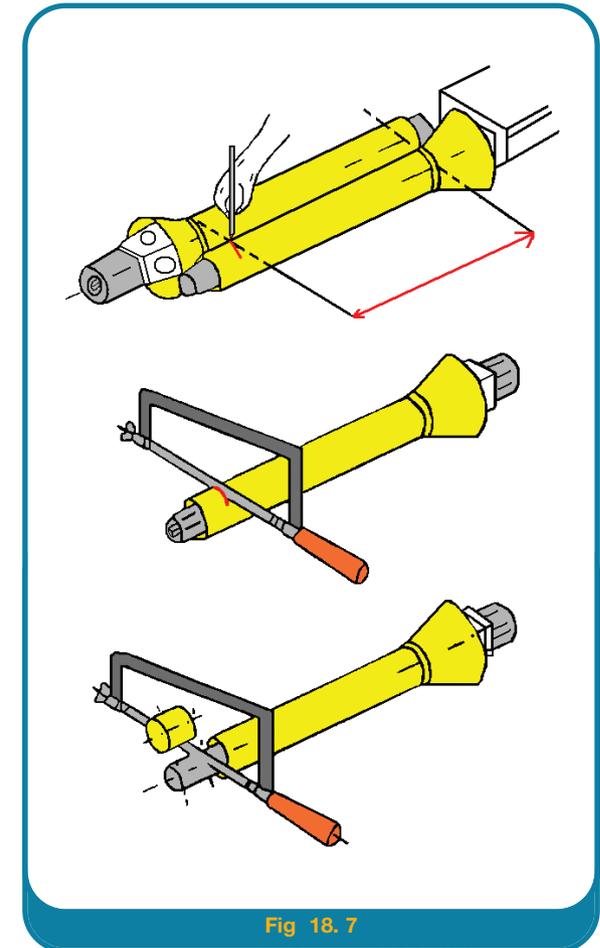


Fig. 18.7

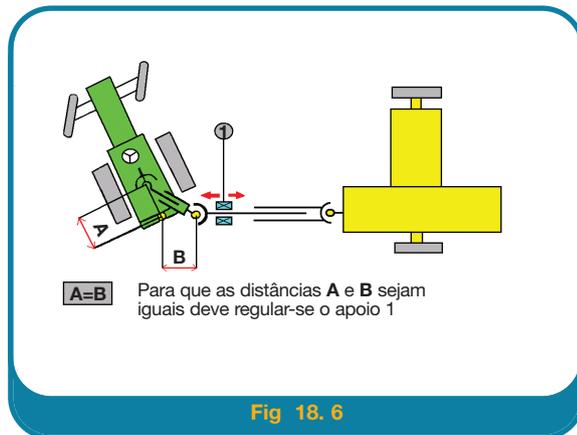


Fig. 18.6

A=B Para que as distâncias **A** e **B** sejam iguais deve regular-se o apoio 1

Como **segurança** temos:

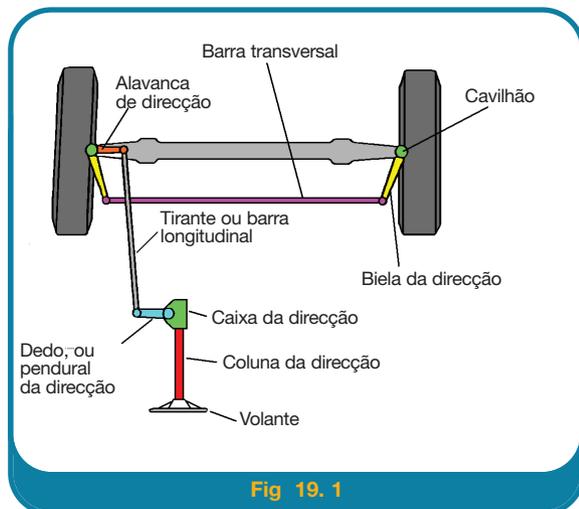
- 1 - Nunca ligar, ou desligar, o veio telescópico de cardans com a máquina a trabalhar;
- 2 – Nunca utilizar martelos de aço ou ferro para ligar ou desligar os veios;
- 3 – Usar sempre as protecções nos seus devidos lugares;
- 4 – Antes de ligar os movimentos dos veios certificar-se de que ninguém está junto dos mesmos.

A **manutenção** é simples: basta *lubrificá-los* todos os dias, ou tantas vezes quantas as necessárias (de acordo com o que foi dito em relação aos ângulos) e *oleá-los* nos pontos de fricção.

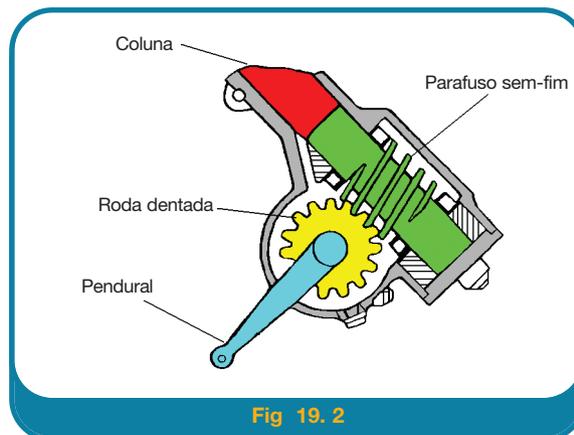
No *final da campanha* desmontar e limpar os sistemas de segurança, reparar os sistemas de protecção, bem como qualquer outra peça, se necessário, lavá-los, lubrificá-los, oleá-los e guardá-los em local limpo e seco e com uma etiqueta com a referência à máquina a que pertence.

Nos tractores, como em outros veículos, o **comando da direcção** permite mudar o sentido da marcha do veículo; realiza-se mediante a orientação de rodas, que são directrizes e pode ser:

- Manual (mecânico) – as partes fundamentais que compõem esta direcção, algumas visíveis na figura 19.1, são: volante, coluna, caixa, pendural ou dedo, barras de comando (longitudinal e transversal), alavanca de ligação, eixo dianteiro, bielhas, mangas de eixo, cavilhão, cubos e rodas directrizes.



O local onde o condutor actua é o **volante**, o qual é solidário com a **coluna** que transmite movimento à **caixa**, na qual está o chamado **mecanismo redutor**, que pode ser de vários tipos e se encontra encerrado num compartimento estanque e abastecido de óleo de viscosidade adequada. Trata-se de uma engrenagem desmultiplicadora destinada a reduzir o esforço do condutor sobre o volante e amortecer os choques que as rodas lhe podem transmitir.



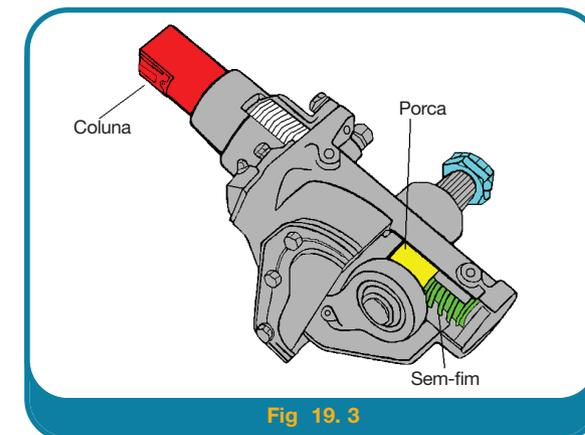
A **caixa da direcção** pode ser:

1 – De parafuso sem-fim e roda dentada (Fig 19.2)

– existe um parafuso sem-fim na extremidade da coluna, que engrena numa roda dentada ligada ao pendural da direcção;

2 – De parafuso sem-fim e porca (Fig 19.3) –

o parafuso sem-fim tem uma porca montada nele, a qual se desloca ao longo da coluna e cujo movimento é transmitido ao pendural;



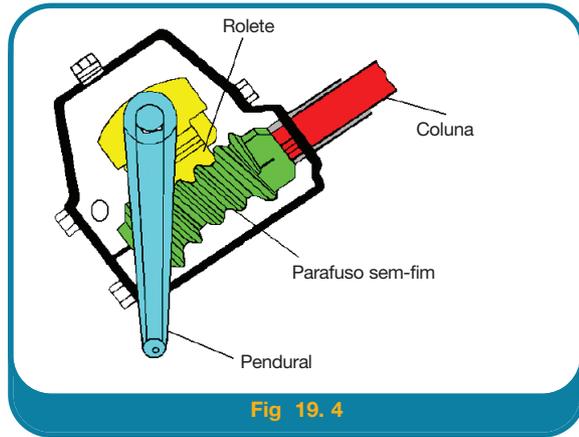


Fig 19.4

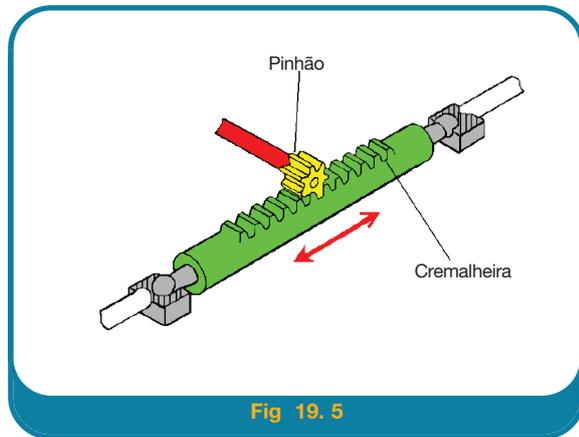


Fig 19.5

3 – De parafuso sem-fim e rolete (Fig 19.4) – o sem-fim engrena no rolete de comando da direcção.

Existem ainda direcções de **cremalheira e pinhão** (Fig 19.5), **esferas circulantes** (Fig 19.6) e **parafuso sem-fim e picolete**.

- Assistido hidráulicamente – é constituído por todos os órgãos anteriores de comando tendo, paralelamente, montado um sistema hidráulico

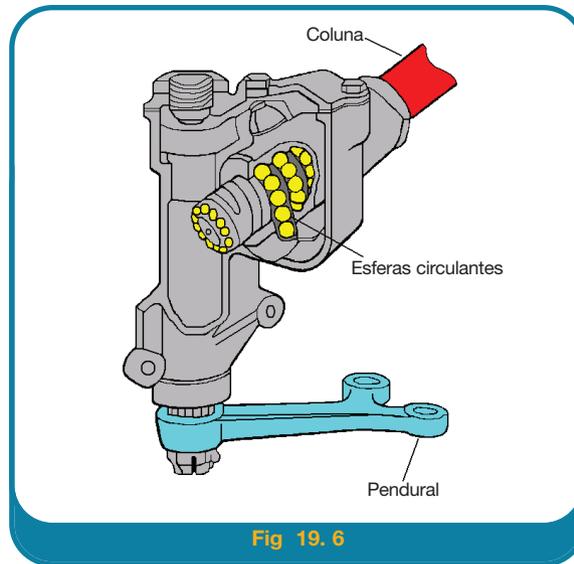


Fig 19.6

constituído por *depósito de óleo, bomba, distribuidor, macaco hidráulico, filtro e tubagem*.

Assim, ao manobrar a direcção também se acciona, com alguma antecedência, o distribuidor de óleo do sistema instalado, de forma a que o macaco hidráulico (de duplo efeito) exerça pressão sobre os órgãos mecânicos da direcção, diminuindo consideravelmente a força necessária a aplicar sobre o volante (Fig 19.7).

Se, acidentalmente, aparecer uma avaria no sistema o comando da direcção é garantido pela parte

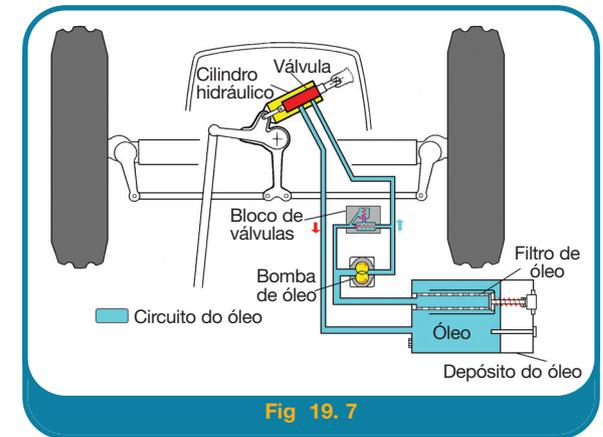


Fig 19.7

mecânica, embora com um aumento do esforço sobre o volante.

- **Hidráulico** – é composto por volante, coluna da direcção, distribuidor de óleo, bomba, macaco hidráulico, depósito de óleo, filtro e tubagem.

A bomba, accionada pelo motor, envia um fluxo de óleo ao distribuidor que, por sua vez, canaliza uma maior ou menor quantidade para uma das partes do macaco, em conformidade com o accionamento do volante, sendo o restante enviado para o depósito como retorno. Se o volante não for accionado o óleo passa pelo distribuidor e vai directamente para o depósito.

O débito da bomba deve ser relativamente grande de forma a garantir, mesmo com o motor a baixa rotação, um bom desempenho da direcção ao accionar o volante com rapidez.

- **Hidrostático (Fig 19.8)** – a constituição é semelhante ao sistema anterior, possuindo mais uma bomba, orbital, normalmente de carretos e accionada pela coluna da direcção.

O volante, ao ser manobrado para a direita ou para a esquerda, acciona, em simultâneo, a referida bomba que direcciona óleo num ou noutro sentido e envia-o às válvulas de controlo ou distribuidor que, por sua

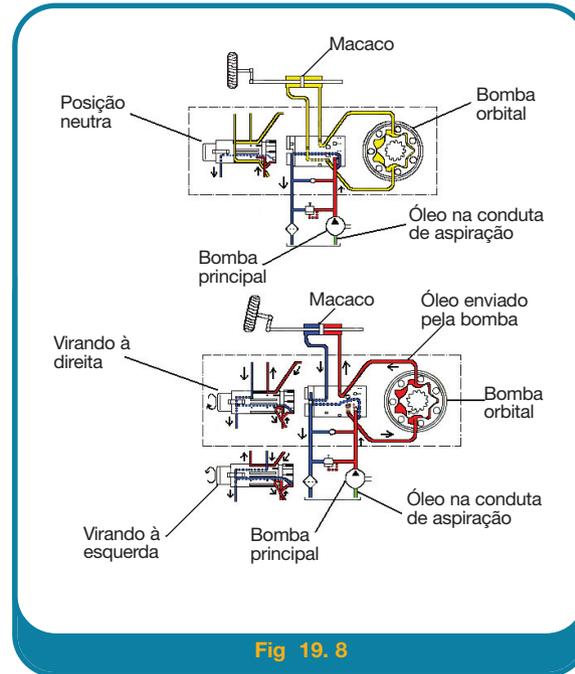


Fig 19. 8

vez, canaliza o óleo vindo directamente da bomba para uma das partes do macaco, em função da quantidade enviada pela bomba da coluna da direcção. Portanto, quem comanda o distribuidor é o fluxo de óleo enviado por esta bomba e não o movimento mecânico da coluna da direcção, como acontece com o sistema anterior.

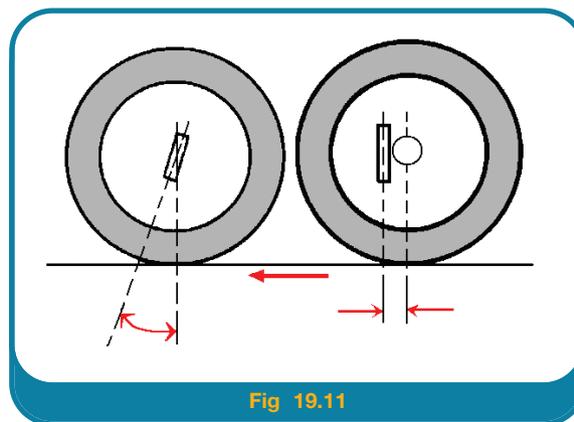
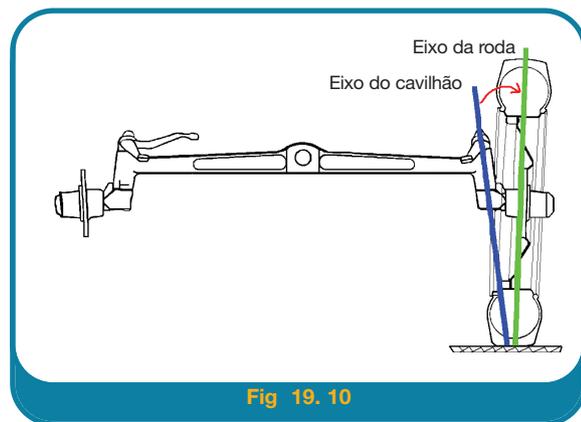
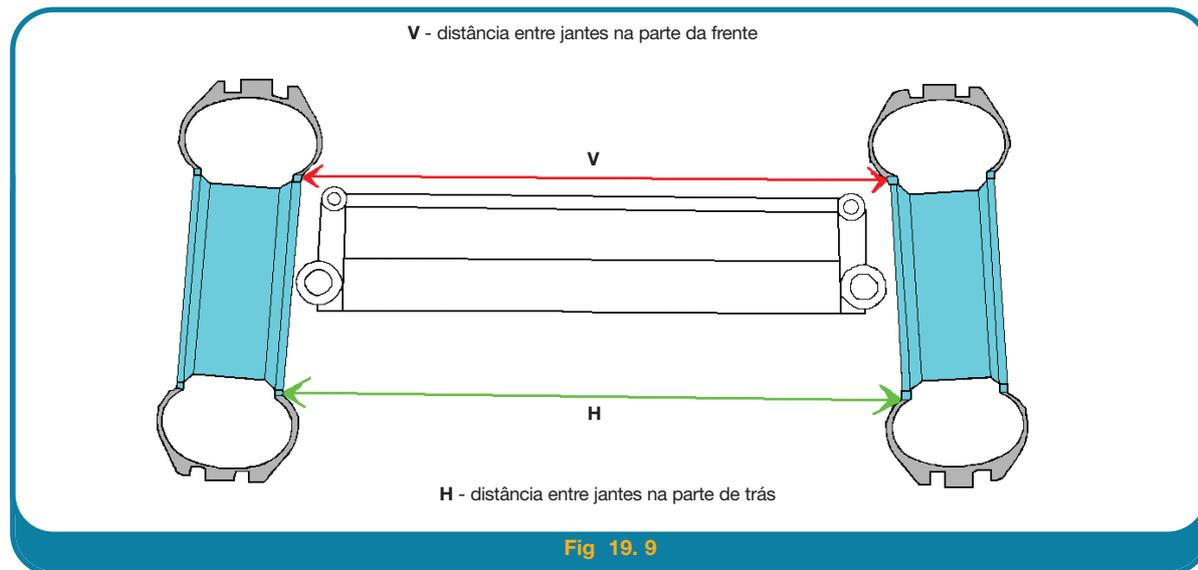
Desta forma mantém-se uma trajectória das rodas mais estável do que com o sistema hidráulico antes descrito, tendo a capacidade de absorver, quase totalmente, as pancadas nas rodas provocadas pelas irregularidades do terreno, pedras e/ou torrões.

O óleo que alimenta as bombas hidráulicas anteriormente descritas pode estar contido num depósito próprio, ou ser o mesmo da caixa de velocidades e/ou diferencial.

Há tractores que, apesar de não possuírem uma bomba específica para o sistema da direcção, o alimentam pela bomba do sistema hidráulico do tractor; neste caso há uma válvula, prioritária, que debita o óleo necessário à direcção, com preferência sobre todas as outras funções hidráulicas do tractor.

Todas as articulações das alavancas, barras e caixa da direcção, bem como os suportes do eixo dianteiro, precisam de uma ligeira *folga* para se movimentarem. Ao conjunto destas folgas dá-se o nome de **folga da direcção**, a qual se sente e mede no volante. Em tractores nunca deve ultrapassar **30** graus.

As **rodas directrizes** de um tractor não se situam, como à primeira vista pode parecer, em planos paralelos; são *convergentes* para a frente ou seja,



os planos em que se situam “cortam-se”. A esta disposição chama-se **convergência** (Fig 19.9).

Estas rodas (directrizes) também não estão perpendiculares ao terreno, mas um pouco inclinadas, isto é fechadas pela parte de baixo. A esta disposição chama-se **incidência, caída** ou **ângulo de sopé** (Fig 19.10) ou seja, **o ângulo formado pelos eixos da roda e do cavilhão**.

No entanto, a disposição das rodas não está totalmente definida, uma vez que o *cavilhão* da direcção não está perpendicular ao solo mas avançado da parte baixa e atrasado da alta, disposição que se conhece pelo nome de **avanço** (Fig 19.11).

Há ainda outro ângulo, denominado **ângulo de incidência**, que é o ângulo formado pelo plano vertical da roda com o cavilhão.

O **culo** das rodas directrizes pode **criar folgas** e, independentemente de outros prejuízos que a direcção possa sofrer, ou as eliminamos rapidamente ou as mangas de eixo se danificam. Como tal, **semanalmente**, deve verificar-se esta folga e, se necessário, corrigi-la. Para o efeito basta abanar as rodas no sentido lateral, para um e outro lado e, caso as folgas existam, ouve-se uma batida.



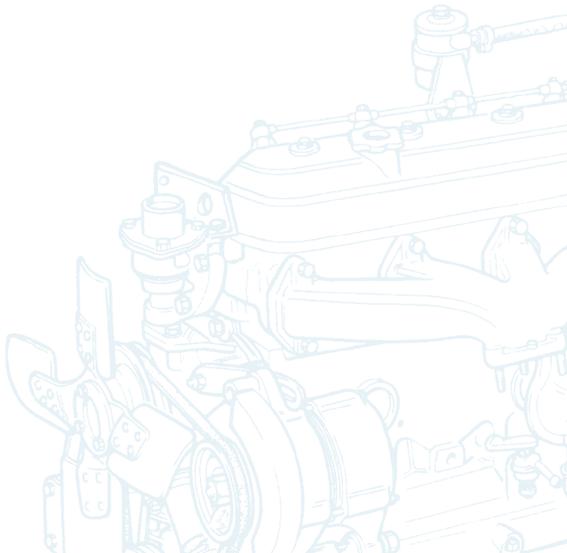
O bom estado de funcionamento de todo o sistema da direcção é fundamental para uma condução segura e trajectória eficaz das rodas, pelo que devem ser cumpridas todas as instruções do fabricante.

De uma maneira generalizada deve-se:

- Lubrificar, **diariamente**, o trem dianteiro.

Semanalmente:

- Verificar o estado de todos os componentes, substituindo os danificados;
- Verificar e corrigir folgas, se necessário;
- Controlar o nível de óleo dos componentes.



A via ou bitola dianteira não é fixa, pelo que a podemos variar de acordo com a **bitola traseira**.

Via ou bitola é a distância que separa os planos médios dos pneus; na figura 19.1.1 – A e B, podemos verificar o que é, bem como os locais onde temos que actuar para a variar, quando se trate de um *tractor de duas rodas motrizes*.

Os tractores podem ser, como já se abordou na nota técnica anterior, de **duas rodas motrizes (2 RM)**, vulgarmente conhecidos por **tracção simples**, sendo as duas rodas de trás motrizes e as da frente directrizes, ou de **quatro rodas motrizes (4 RM)**, vulgarmente conhecidos por **tracção dupla**, em que as rodas da frente, além de directrizes, também são motrizes. Desta forma o **eixo dianteiro**, também

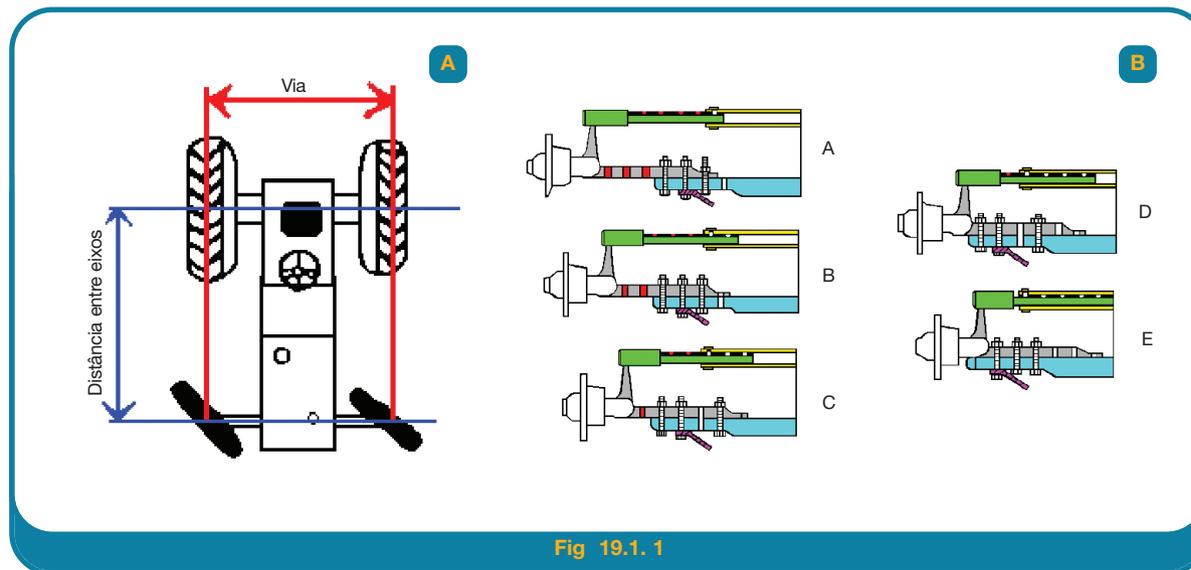


Fig 19.1.1

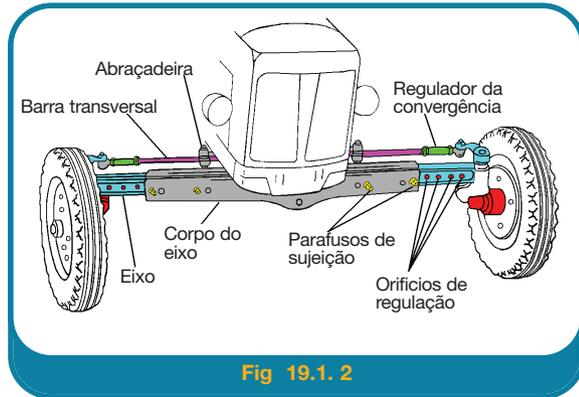


Fig 19.1.2

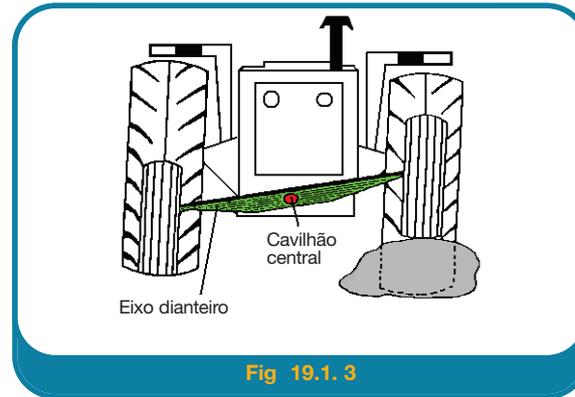


Fig 19.1.3

conhecido por **trem dianteiro** e **ponte dianteira**, é distinto para cada caso; nos tratores de **2 RM** é constituído por três barras, em que a central fica montada através de um cavilhão central e as laterais suportam o cavilhão com a manga de eixo e cubo da roda. As figuras 19.1.2, 19.1.3 e 19.1.4 elucidam um pouco o assunto.

Nos tratores de **4 RM** o trem dianteiro (Fig 19.1.5) é semelhante ao traseiro, portanto, constituído por um grupo cónico, diferencial, semi-eixos e redutores finais, que ficam junto às rodas; tudo está envolvido numa carcaça de aço e/ou ferro fundido, denominada **bainha**. Junto à roda há uma articulação, normalmente de duas cruzetas universais, o que permite que as rodas sejam directrizes.

Nestes tratores a variação da via dianteira é feita da mesma forma que a traseira (Ver Nota Técnica nº 20).

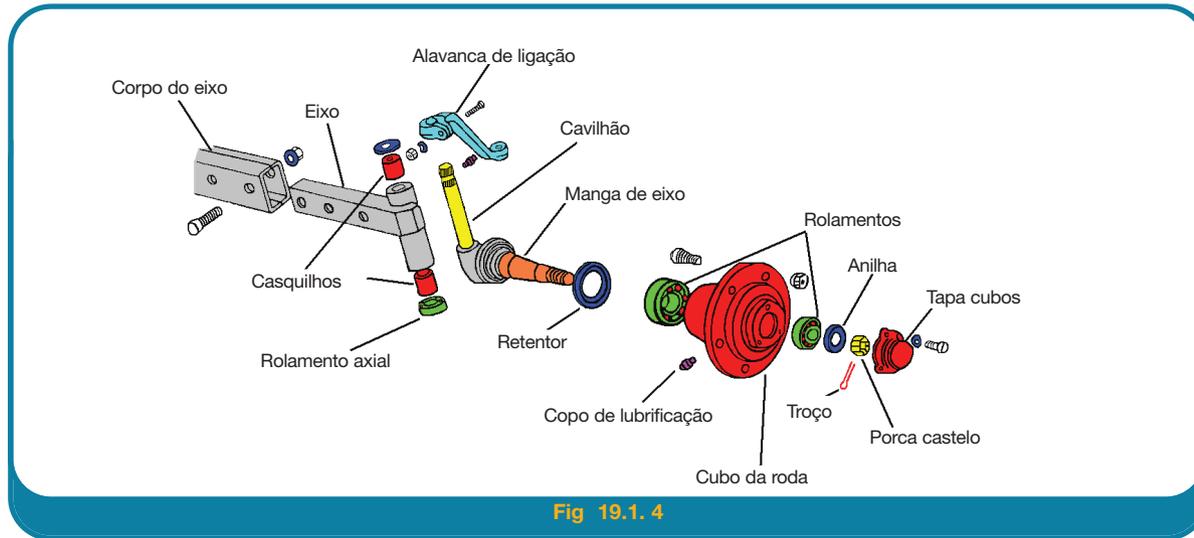


Fig 19.1.4

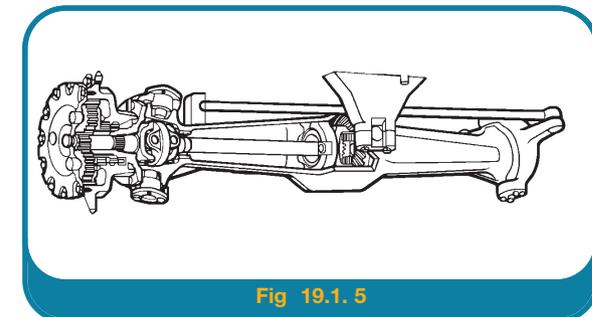


Fig 19.1.5

A tracção às rodas da frente torna-se bastante útil quando se manifesta falta de aderência, pese embora a potência absorvida pela mesma **(1)**. Pode ser ligada através de um conjunto de engrenagens e manobrada por uma alavanca, ou por uma embraiagem de discos múltiplos em banho de óleo, podendo ser accionada pelo operador, em plena carga, sem interromper a transmissão da potência.

Com este sistema há tractores que, electronicamente, podem ligar e desligar conforme as situações do trabalho. Assim, por exemplo, quando a velocidade for superior a 14 Km/hora desliga-a, voltando a ligá-la quando for inferior.

Outros há, equipados com travões às rodas da frente, que ligam a tracção quando se trava para que a aderência destas rodas melhorem a eficiência da travagem. Isto é bastante importante nas travagens efectuadas em transporte com reboques de grande capacidade em que, em princípio, a tracção dianteira vai desligada.

O trem dianteiro deve ser *lubrificado diariamente*.

(1) Dois tractores iguais, com o mesmo motor, um com tracção simples e outro dupla, o de 4 RM debita, à barra, menor potência.

A **roda** é uma peça circular destinada a mover-se em volta do seu eixo e serve para estabelecer contacto entre o veículo e o solo; além de o suportar garante a sua propulsão e direcção, bem como o desenvolvimento de esforços de tracção.

É constituída essencialmente por:

- **Prato (Fig 20.1)** – também conhecido por *disco*, é uma chapa de aço de superfície cónica ou em forma de calote esférica que, normalmente, se fixa por meio de pernos e porcas às falanges das rodas motrizes, aos cubos nas directrizes ou aos tambores dos travões nos tractores mais pequenos e nos reboques;

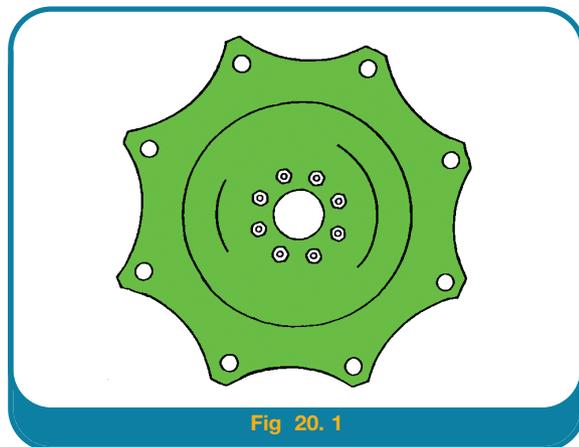


Fig 20.1

- **Jante** – também conhecida por *aro*, é a parte periférica onde se monta o pneu e é, por vezes, amovível. Pode ter vários formatos, tal como se exemplifica na figura 20.2;

- **Pneu** – também denominado por pneumático, é um invólucro deformável e elástico contendo ar sob pressão no interior da câmara de ar, ou no seu próprio interior no caso de pneu sem câmara, instalado na jante e serve de intermediário entre a roda e o solo.

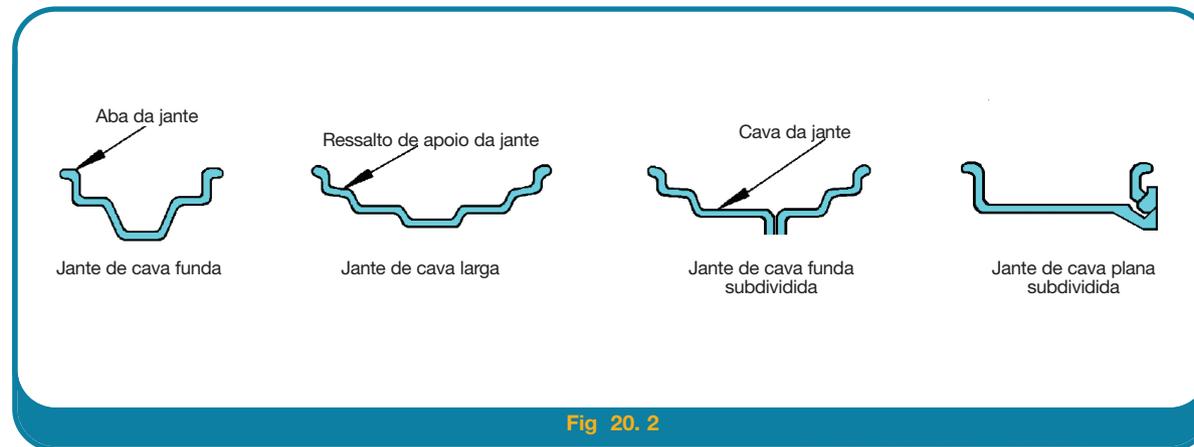


Fig 20.2

Há dois tipos principais de rodas:

- **Directrizes** – permitem, por acção do volante da direcção, a orientação do veículo; podem ser simultaneamente motrizes;

- **Motrizes** – asseguram a propulsão do veículo. Há casos em que também são directrizes.

Com a finalidade dos tractores se adaptarem às alfaias, ou às linhas de cultura, a via ou bitola traseira é variável, isto é, pode-se alargar ou estreitar, tal como a dianteira e que foi descrita na Nota Técnica Nº 19.1.

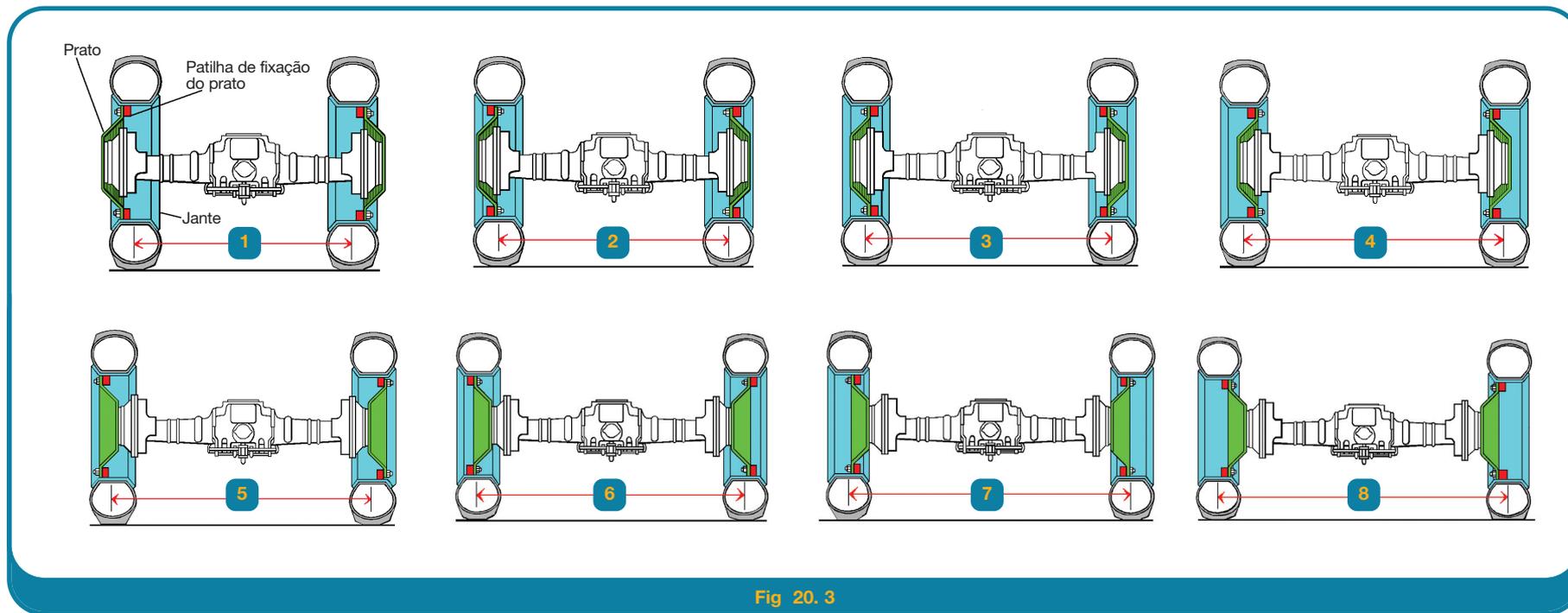
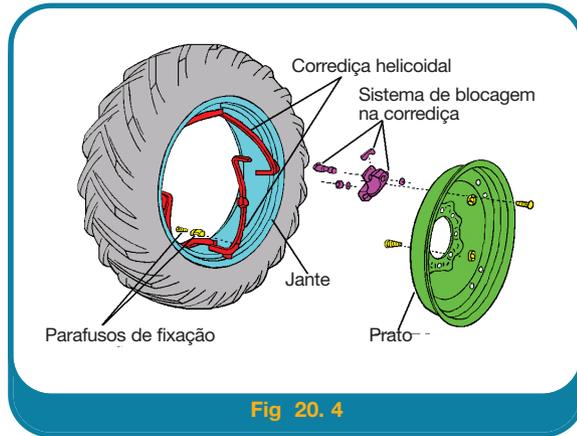


Fig 20.3

Há tractores em que a variação é possível em duas ou quatro posições, enquanto que outros a

conseguem em oito (Fig 20.3) e doze, havendo também sistemas de **corrediça helicoidal** (Fig 20.4)

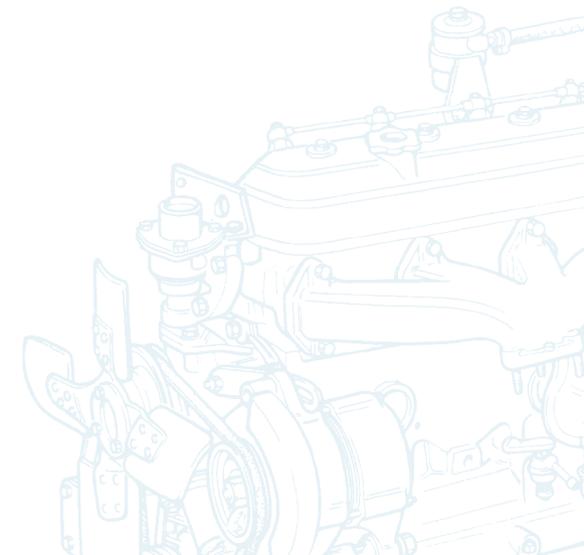
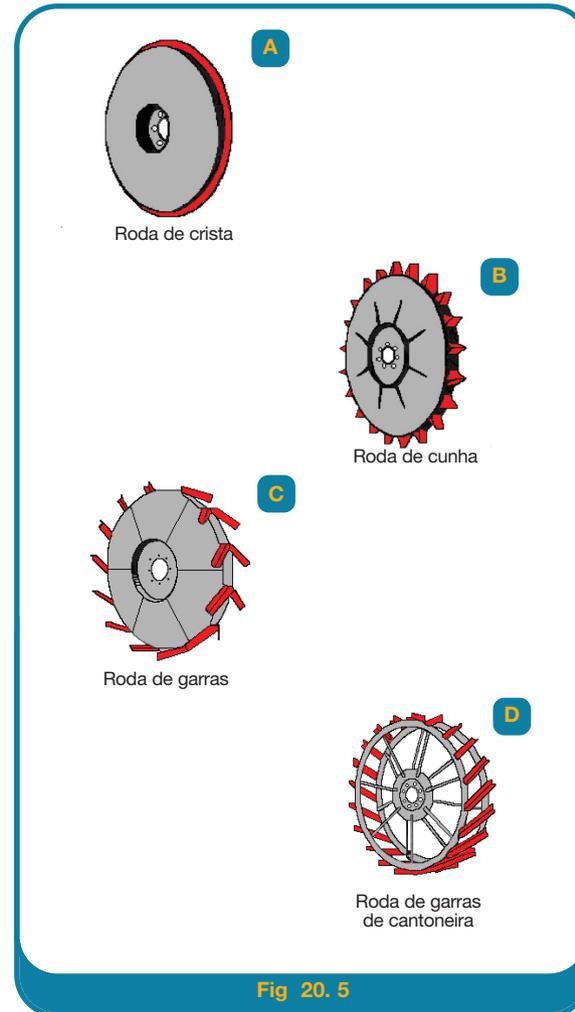
que permitem, dentro da sua amplitude e pontos de fixação, variações diversas.



Existem também rodas de suporte, cuja finalidade é a de suportar uma carga, tais como as dos reboques, enfardadeiras, etc.

Ainda podem ser **simples** quando existe apenas uma na extremidade do eixo e **duplas ou gémeas** quando, de cada lado, há duas.

Há também **rodas metálicas**, adaptadas aos tractores de pneu (Fig 20.5 - A, B, C e D). Permitem efectuar trabalhos em terrenos encharcados, especialmente na orizicultura, aplicação de desinfectantes e fertilizantes nos tomates e cortes de mato, entre outros.



O **pneu**, também denominado **pneumático**, tantas vezes ignorado, desprezado e até submetido a maus tratos, é um órgão fundamental das máquinas agrícolas. É o único contacto entre elas e o solo, actua como mola pneumática ou almofada que lhe amortece os embates e participa activamente em todas as manobras essenciais, tais como travagens e estabilidade nas curvas.

O que pede este invólucro deformável em troca de tanto que oferece? – Apenas um pouco de ar de vez em quando e atenção no dia a dia.

Desde que em finais do século XIX, mais precisamente em 1888, o doutor John Boyd Dunlop teve a ideia de substituir os aros metálicos dos carros de então por elementos em borracha, o pneu percorreu um longo caminho até chegar ao radial “tubeless” e “souplesse” dos nossos dias.

É uma das partes mais importantes da roda e tem, como utilização agrícola, as seguintes características principais:

- **Flutuação** – evita o afundamento em terrenos pouco compactos e soltos, mediante a diminuição da pressão de contacto sobre o solo;

- **Tracção** – característica que está intimamente ligada ao desenho;

- **Aderência** – o solo onde trabalha e a carga que lhe é transmitida, bem como a forma e direcção do desenho e o número de garras tem uma influência importantíssima.

Além do exposto, a aderência reduz-se notavelmente quando entre o rasto e o solo se encontram substâncias como água, óleo, massa, etc.

De uma maneira geral, quase todos os pneus se podem agrupar consoante as suas características especiais e o seu campo de utilização. Assim temos:

Grupo de pneus	Características especiais	Campo de utilização	Tipo de jante
Baixa pressão 1,0 a 2,5 bar	Corte transversal grande; pouca pressão de ar	Veículos de marcha; motociclos; tractores com reboque	De cava funda
Média pressão 2,5 a 5,0 bar	Grande corte transversal	Roda tractor; reboques agrícolas; camiões	De cava funda
Alta pressão + de 5 bar	Pequeno corte transversal	Camiões pesados; reboques	De cava funda subdividida
Especiais para tractores e máquinas agrícolas; rodas traseiras; 1,0 a 2,5 bar	Grande corte transversal	Tractores e máquinas automotrizes	De cava larga
Para máquinas rebocadas	Corte transversal	Motocultivadores	De cava funda e cava larga
Reboques agrícolas		Reboques agrícolas; ferto-irrigadores	Cava funda subdividida

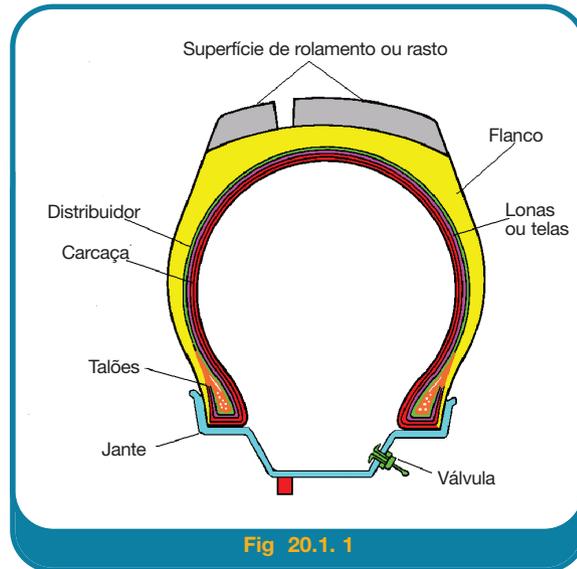


Fig 20.1.1

Constituição (Fig 20.1.1) – um pneu compõe-se essencialmente de:

- **Talões** – são as suas fundações; seguram-no à jante e servem também de fixação;

- **Telas** – também denominadas por **lonas**, são camadas de cordões sobrepostos em nylon ou aço revestido, de ambos os lados, por uma fina camada de borracha. Dão-lhe uma certa resistência, a qual depende do tipo de material usado nos cordões.

Aquilo a que vulgarmente se chama número de lonas e geralmente se designa por “**ply rating**” ou **PR**, não corresponde necessariamente ao número de camadas de cordões, mas sim à sua resistência, comparativamente à unidade;

- **Distribuidor** – é constituído por diversas camadas de cordões colocados por cima das lonas, entre o piso e a carcaça. Distribui os choques e impede a penetração de objectos afilados na carcaça;

- **Carcaça** – é a estrutura do pneu e é formada pelas telas, talões e revestimento interno, o qual desempenha o papel de vedação do lado de dentro da carcaça, sendo bastante importante nos pneus sem câmara;

- **Superfície de rolamento** – também designada por **rasto**, é formada por **sub-rasto**, que reveste a carcaça dando-lhe maior protecção que pode ser reforçada com arame entrelaçado e pelo **rasto final**, de borracha mais dura, colocado directamente sobre o sub-rasto, formando a parte exterior que contacta com o solo e dá ao pneu capacidade de tracção e desgaste;

- **Flancos** – também chamados **costados**, são formados por uma fina camada de borracha que é a continuação do rasto, que se prolonga até aos talões.

Há **pneus convencionais**, também denominados por **diagonais** (Fig 20.1.2), que são constituídos por um conjunto de telas sobrepostas e cruzadas formando ângulos de 30 a 45 graus em relação ao plano médio do pneu, em que a tela exterior não chega aos talões.

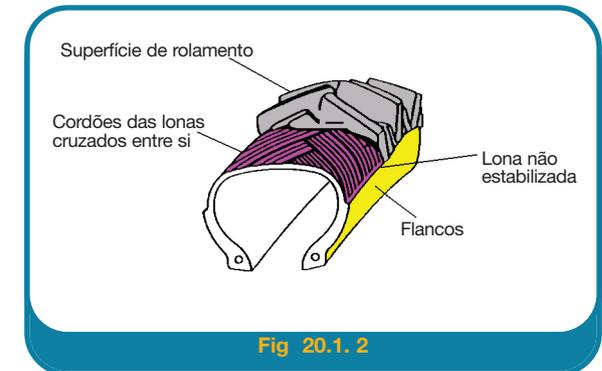
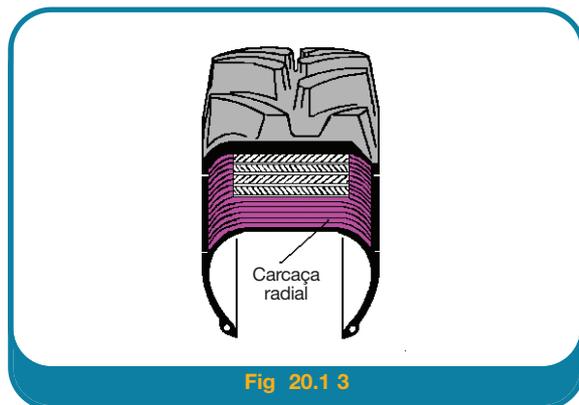


Fig 20.1.2

A superfície de rolamento está solidária com os flancos, por isso, quando o pneu rola, todas as flexões lhe são transmitidas, o que lhe origina deformações.

Pelo atrito com o solo também as telas da carcaça têm tendência a afastarem-se umas das outras ocasionando um desgaste mais rápido.



Nos **pneus radiais** (Fig 20.1.3) as telas são sobrepostas sem se cruzarem, os fios ficam dispostos em arcos paralelos entre si e perpendiculares ao plano médio do pneu.

Neste caso as flexões do flanco não se transmitem à superfície de rolamento, pelo que as deformações são menores, tal como o atrito, com a vantagem de haver mais aderência, maior estabilidade e conforto e diminuição do aquecimento, portanto, melhor rendimento.

Como inconvenientes há maior sensibilidade a choques e são submetidos a torsões exageradas, principalmente em tratores de grande potência quando desenvolvem elevados esforços de tracção.

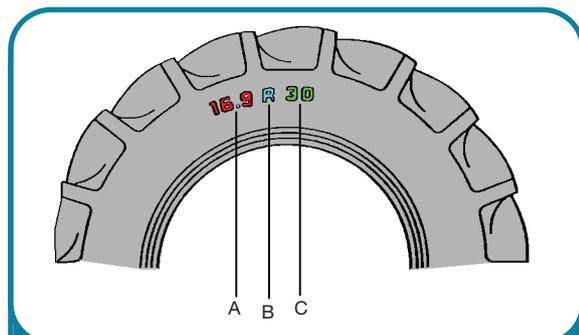


Fig 20.1.1.1

- A** – Largura do pneu (em polegadas);
- B** – Construção do pneu (radial no exemplo da figura 20.1.1.1);
- C** – Diâmetro da jante ou diâmetro entre talões (em polegadas)

Na denominação de um pneu são, principalmente, 3 os termos que intervêm (Figs 20.1.1.1 e 20.1.1.2).

Outro exemplo: - um pneu 15.0 - 30 6 quer dizer que a largura do pneu é de 15", o diâmetro da jante onde é montado é 30" e o número 6 corresponde ao PR (Ply rating), isto é, o equivalente a 6 telas. O valor das medidas também podem vir expresso em milímetros.

Há denominações mais completas onde aparecem referências suplementares, com bastante interesse

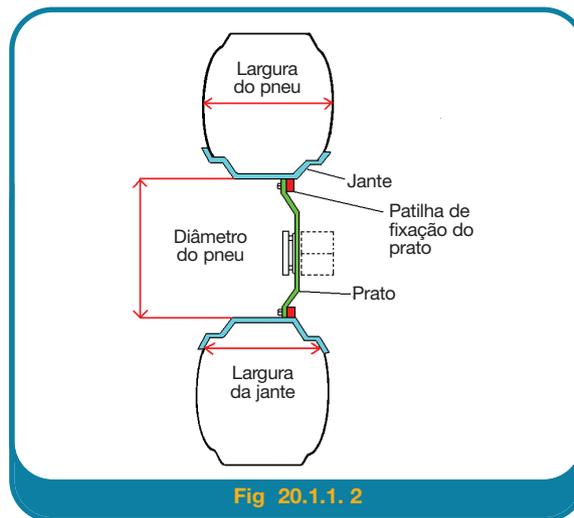


Fig 20.1.1.2

na utilização prática do pneu, tal como o exemplo seguinte de um para tractor agrícola:

480 R 38 130 A 8 T L

- 480** – Largura do pneu (em milímetros);
- R** – Tipo de construção (radial);
- 38** – Diâmetro da jante (em polegadas);
- 130** – Índice de carga (suporta até 1900 Kg);
- A 8** – Índice de velocidade do pneu agrícola (até 40 Km/hora);
- T L** – Tubeless (pneu sem câmara de ar).

Exemplo de um pneu para automóvel ligeiro:

195 / 60 R 15 88 H DOT 164 TL

- 195** – Largura do pneu (em milímetros);
- 60** – Série ou perfil do pneu (relação percentual entre a altura e a largura);
- R** – Tipo de construção (radial);
- 15** – Diâmetro da jante (em polegadas);
- 88** – Índice de carga (560 Kg);
- H** – Índice de velocidade (210 Km/hora);
- DOT 164** – Data de fabrico (16ª semana de 2004);
- TL** – Tubeless (pneu sem câmara de ar).

Por vezes outras características vêm indicadas, tais como:

- **P R** – “Ply rating” ou índice de resistência;
- **T T** – Caracteriza pneus com câmara de ar;
- **T L** – Tubeless – caracteriza pneus que podem circular sem câmara de ar;
- **A S** – Caracteriza os pneus das rodas motrizes;
- **S, H ou V** – Caracteriza os pneus com autorização para determinados grupos de velocidades;
- **A S - Front** – Caracteriza os pneus para tractores e outras máquinas de trabalho automático;

- **A W** – Caracteriza pneus para veículos agrícolas de transporte;

- **A M** – Caracteriza pneus agrários;

- **E M** – Caracteriza pneus para máquinas de movimentação de terras e veículos específicos semelhantes;

- **IMPLEMENT** – É a referência internacional dos pneus para máquinas de trabalho e reboques agrícolas;

- **M + S (Lama + Neve)** – Caracteriza pneus com qualidades de Inverno.

*- Pressão de enchimento 1,6 bar

**_ “ “ “ 2,35 “

***_ “ “ “ 3,2 “



A superfície de rolamento do pneu é constituída por uma mistura de borracha resistente ao desgaste. A aderência ao solo depende do tipo de rasto, bem como do tipo da própria borracha; resumindo: da constituição da borracha e do pneu.

Os **pneus** têm, além de um perfil característico, uma constituição geral específica; para trabalhos agrícolas deve ter o perfil correspondente às respectivas exigências.

- **Pneus agrários (Fig 20.1.2.1)** – necessitam de um perfil que transmita a força de travagem e de tracção e que se comportem bem em trabalhos de encosta.

- **Perfis transversais** – também denominados **oblíquos** (de 45° a 20°) (Fig 20.1.2.1 – 1 e 2) – os sulcos juntos servem para a transmissão das forças de tracção e travagem, em rodas motrizes.

- **Perfis longos (Fig 20.1.2.1 – 3)** – mostram uma boa configuração do rodado, nas rodas directrizes.

Nos trabalhos agrícolas com pneus motrizes o mais importante é a existência de um determinado número de **garras** (Fig 20.1.2.1 – 1 e 2).

Os pneus motrizes em que os dois ramos do **V** não se ligam no vértice, denominam-se pneus com **perfil de centro aberto**.

Quando o funcionamento em estrada é grande deve existir mais borracha na superfície de rolamento, para que a área de contacto seja maior (Fig 20.1.2.1 – 1, 2 e 3).

Em terrenos húmidos é muito importante a **capacidade de limpeza**, também conhecida por **autodesatascamento**, que é feita através do próprio perfil do pneu; nos das rodas motrizes e para se conseguir uma boa limpeza, as garras devem ser curvas, ou em forma de fuso, com aberturas, para facilitar a expulsão da terra e conservar o rasto limpo. *Quanto menor for o ângulo das garras maior será a expulsão e menor a aderência.*

A figura 20.1.2.1 - 4 e 5 mostra dois pneus para reboque, a 20.1.2.1 - 6 para máquinas de recolha e a 20.1.2.1 - 7 para semeadores, por exemplo.

Para veículos de estrada é natural a necessidade de mais borracha na superfície de rolamento pois, quando chove, por exemplo, há necessidade que a água saia de debaixo dela.

Há pneus especiais para lama e neve (M + S) que têm um grande perfil, ou fazem até um remoinho perfil – bloco.



Ao preparar um trabalho relativo a uma normalização para os pneus, têm sido fixadas, apesar de muitas dificuldades em relação à sua caracterização, determinadas características para as *velocidades máximas* e *capacidade de transporte* ou, respectivamente, **índice de velocidade** e **índice de carga**.

Até uma determinada altura era efectuada uma caracterização referenciada em letras, tal como:

S – Velocidade;

H – Alta velocidade;

V – Velocidade muito alta.

Após regulamentação CEE (regulamento 30) a velocidade máxima possível é posta em forma de símbolos, tal como se pode ver na tabela seguinte.

Exemplo: **175 / 70 R 14 89 A 8**

Segundo a tabela significa que A 8 corresponde a 40 Km/hora de velocidade máxima.

Índice de carga (capacidade de transporte) – é indicada na tabela da pág. 204, segundo a dimensão dos pneus, na dependência da sua pressão e velocidade de deslocação do veículo.

Segundo as normas CEE o índice de carga (**IC**) é representado por um número, está referenciado no

Símbolo de Velocidade	Velocidade Máxima (Km/h)	Símbolo de Velocidade	Velocidade Máxima (Km/h)
A 1	5	K	110
A 2	10	L	120
A 3	15	M	130
A 4	20	N	140
A 5	25	P	150
A 6	30	Q	160
A 7	35	R	170
A 8	40	S	180
B	50	T	190
C	60	U	200
D	65	H	210
E	70	V	240
F	80	W	270
G	90	Y	300
J	100		

pneu e deve figurar à direita da indicação do seu diâmetro.

Exemplo: **185 / 60 R 14 82 S**

82 caracteriza, segundo a tabela seguinte, uma capacidade máxima de carga possível de **475 Kg** por pneu.

IC	KG	IC	KG	IC	KG	IC	KG	IC	KG	IC	KG	IC	KG
0	45.0	30	106	60	250	90	600	120	1400	150	3350	180	8000
1	46.2	31	109	61	257	91	615	121	1450	151	3450	181	8250
2	47.5	32	112	62	265	92	630	122	1500	152	3550	182	8500
3	48.7	33	115	63	272	93	650	123	1550	153	3650	183	8750
4	50.0	34	118	64	280	94	670	124	1600	154	3750	184	9000
5	51.5	35	121	65	290	95	690	125	1650	155	3875	185	9250
6	53.0	36	125	66	300	96	710	126	1700	156	4000	186	9500
7	54.5	37	128	67	307	97	730	127	1750	157	4125	187	9750
8	56.0	38	132	68	315	98	750	128	1800	158	4250	188	10000
9	58.0	39	136	69	325	99	775	129	1850	159	4375	189	10300
10	60.0	40	140	70	335	100	800	130	1900	160	4500	190	10600
11	61.5	41	145	71	345	101	825	131	1950	161	4625	191	10900
12	63.0	42	150	72	355	102	850	132	2000	162	4750	192	11200
13	65.0	43	155	73	365	103	875	133	2060	163	4875	193	11500
14	67.0	44	160	74	375	104	900	134	2120	164	5000	194	11800
15	69.0	45	165	75	387	105	925	135	2180	165	5150	195	12150

continua...



IC	KG	IC	KG	IC	KG	IC	KG	IC	KG	IC	KG	IC	KG
16	71.0	46	170	76	400	106	950	136	2240	166	5300	196	12600
17	73.0	47	175	77	412	107	975	137	2300	167	5450	197	12850
18	75.0	48	180	78	425	108	1000	138	2360	168	5600	198	13200
19	77.5	49	185	79	437	109	1030	139	2430	169	5800	199	13600
20	80.0	50	190	80	450	110	1060	140	2500	170	6000	200	14000
21	82.5	51	195	81	462	111	1090	141	2575	171	6150	201	14500
22	85.0	52	200	82	475	112	1120	142	2650	172	6300	202	15000
23	87.5	53	206	83	487	113	1150	143	2725	173	6500	203	15500
24	90.0	54	212	84	500	114	1180	144	2800	174	6700	204	16000
25	92.5	55	218	85	515	115	1215	145	2900	175	6900	205	16500
26	95.0	56	224	86	530	116	1250	146	3000	176	7100	206	17000
27	97.5	57	230	87	545	117	1285	147	3075	177	7300	207	17500
28	100	58	236	88	560	118	1320	148	3150	178	7500	208	18000
29	103	59	243	89	580	119	1360	149	3250	179	7750	209	18500

As causas mais correntes da incorrecta utilização dos pneus podem, muitas vezes, atribuir-se a ignorância e/ou negligência. Apesar das normas para a sua correcta utilização serem largamente divulgadas pelos fabricantes e não só, há ainda quem as desconheça. Há também os que as conhecem mas põem em dúvida a necessidade de as seguir.

Inúmeros pneus rolam com pressões inadequadas mercê do desconhecimento das cargas que suportam; **pneus com pressões insuficientes** (Fig 20.1.4.1 – A) sofrem de formas diferentes, dado que diminuem a resistência dos flancos aos cortes bem como o raio de rodagem e, portanto, a velocidade de avanço; provoca um desgaste irregular do piso. Pela excessiva flexão fatigam-se as telas e produz-se a sua rotura, para além do aumento do consumo de combustível.

Se, pelo contrário, houver **excesso de pressão** (Fig 20.1.4.1 – B) acelera-se o desgaste do piso porque não há um contacto uniforme com o solo, contacto esse que se faz apenas no centro. Face a um esforço excessivo as garras são prejudicadas, os talões afectados, a carcaça deforma-se por uma

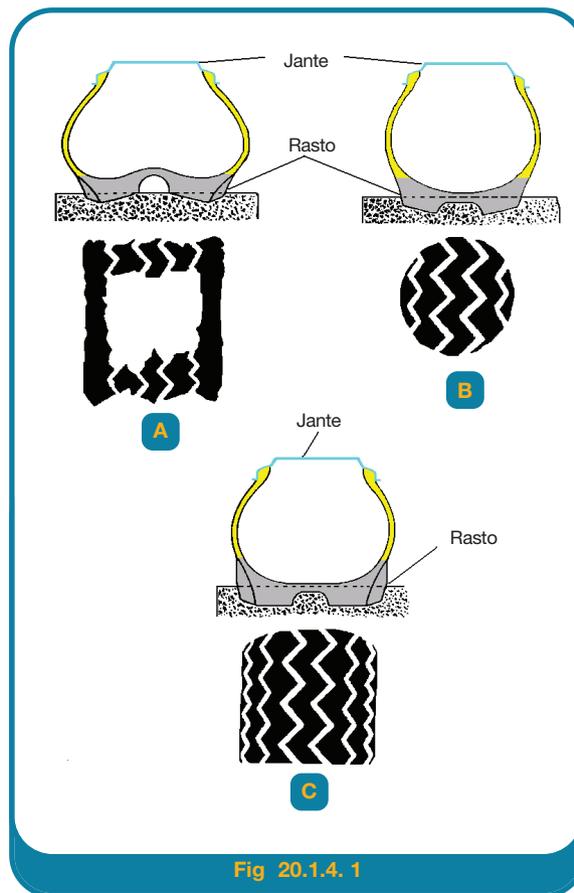


Fig 20.1.4. 1

dilatação excessiva e favorece-se a abertura de gretas. A possibilidade de rotura do rasto aumenta pelas tensões criadas no interior, na sua união com a carcaça.

Podem produzir-se rebentamentos quando dão pancadas contra obstáculos baixos ou salientes e muito pronunciados; as capas interiores ficam danificadas, sem que de fora se veja esta anomalia. Como o pneu continua a rolar a avaria vai aumentando porque se produz uma fricção no interior, provocando o rebentamento.

Também se podem dar roturas em forma de aspas ou cruz. Aparecem quando há um impacto muito forte sobre o pneu ou a pressão de ar interior é muito grande. Em ambos os casos os flancos, por estarem demasiado tensos, não podem flectir o suficiente, cedendo então as telas, produzindo-se assim a rotura das mesmas com as referidas formas em aspas ou cruz.

Para além do exposto danifica-se a suspensão da máquina, se a houver, ao aumentar a rigidez e facilitar a trepidação acompanhada duma perda de tracção e de um aumento considerável do consumo de combustível.

A figura 20.1.4.1 – C mostra a área de assentamento de um **pneu com a pressão correcta**.



Além da pressão há ainda outros factores que influem no desgaste prematuro do piso; numa máquina mecanicamente correcta e em condições normais de utilização, o desgaste deve-se aos movimentos parciais de deslizamento que adquire nas distintas zonas da superfície de contacto da roda com o solo. Assim, com escorregamentos, por exemplo, é de esperar que o piso se desgaste irregularmente. Por outro lado, quando se dão voltas travando uma das rodas posteriores há um desgaste excessivo nas garras.

Quando se fazem *arranques bruscos*, ou o pneu se encontra em contacto com *óleos e massas*, também se produzem desgastes excessivos.

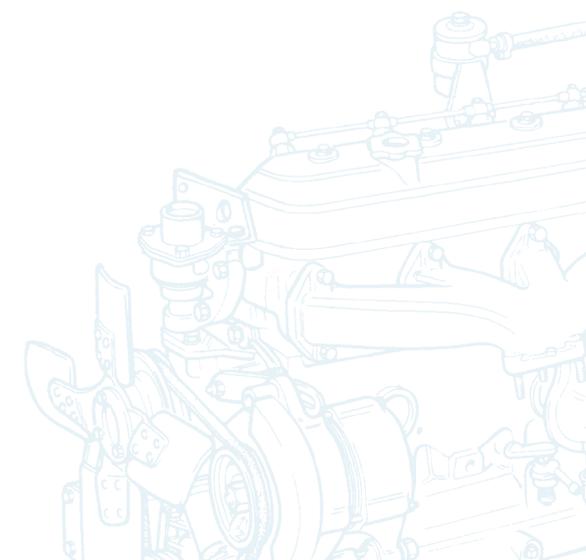
Os *raios solares* também danificam a borracha ressequindo-a (Fig 20.1.4.2).

Se está previsto um *largo período de inactividade* das máquinas é aconselhável suspendê-las sobre cepos, ou preguiças, em local fechado e reduzindo a pressão dos pneus, bem como pintá-los com verniz de protecção.

Muitos dos produtos químicos usados na agricultura atacam os pneus, por isso devem ser *lavados após*

um trabalho de adubação ou tratamento fitossanitário, por exemplo.

Quando se dá um pequeno *corte* num pneu deve vulcanizar-se o mais depressa possível, evitando assim, no golpe, o alojamento de poeiras e outras partículas que podem originar problemas mais graves pela contínua flexão a que se encontra submetido. Os “lábios” do golpe vão-se dilatando, originando desfiamentos e separações entre as lonas, avaria que já é de difícil e por vezes impossível reparação.



Lastrar um tractor não é mais do que colocar um ou mais pesos extra a fim de lhe aumentar a aderência e melhorar o equilíbrio do conjunto de trabalho existente. Isto permite:

- 1 - Aumentar a força de tracção, visto que o peso suplementar ajuda à penetração das garras no solo;
- 2 - A marcha com mais suavidade e menos saltos, sendo o arrasto mais uniforme e sem sacudidelas;
- 3 - Diminuir a patinagem.

Cada vez mais os fabricantes apresentam no mercado tractores com menos peso e mais potência, o que diminui a relação peso/potência. Como o **coeficiente de tracção** de um tractor é dado pela relação entre a força de tracção que ele desenvolve e o seu peso, esta variável é muito importante. Com a lastragem pretende-se atingir uma relação cujo valor, durante o trabalho de campo, se situe entre 0,6 a 0,8.

A lastragem pode fazer-se de duas formas diferentes:

1 - Aplicação de contrapesos (Fig 20.2.1) -

normalmente são em ferro fundido e aplicam-se nas rodas dianteiras e traseiras, ou à frente do “chassis”; é o melhor processo visto que garante a estabilidade longitudinal do conjunto tractor-alfaia;

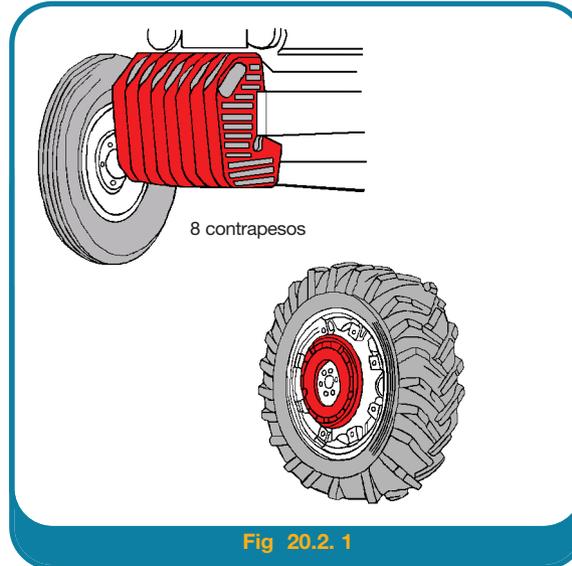


Fig 20.2. 1

2 - Aplicação de água - para além de se conseguir o mesmo objectivo da aplicação de pesos, trata-se de um processo barato. No entanto *tem alguns inconvenientes*, tais como:

- 2.1 - É, como todos os outros, um peso instável que dificulta a circulação devido à inércia;
- 2.2 - Em climas frios a água pode congelar, pelo que se deve proteger com um anti-congelante, ou com cloreto de cálcio, para baixar o ponto de congelação.

A maior parte dos anti-congelantes utilizados nos radiadores não podem ser usados nos pneus porque atacam a borracha, assim como o cloreto de cálcio corrói os metais pelo que não pode ser colocado nos radiadores.

As operações a realizar para meter água nos pneus são as seguintes:

- 1 - Levantar as rodas do veículo e rodá-las até que a válvula fique na posição superior;
- 2 - Tirar o interior da válvula (Fig 20.2.2);
- 3 - Introduzir a água no pneu aplicando um tubo

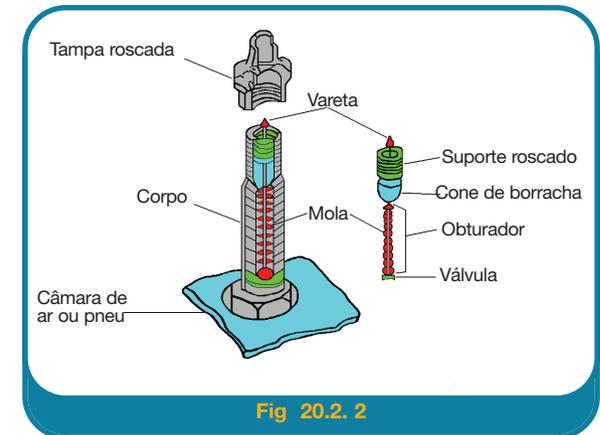


Fig 20.2. 2

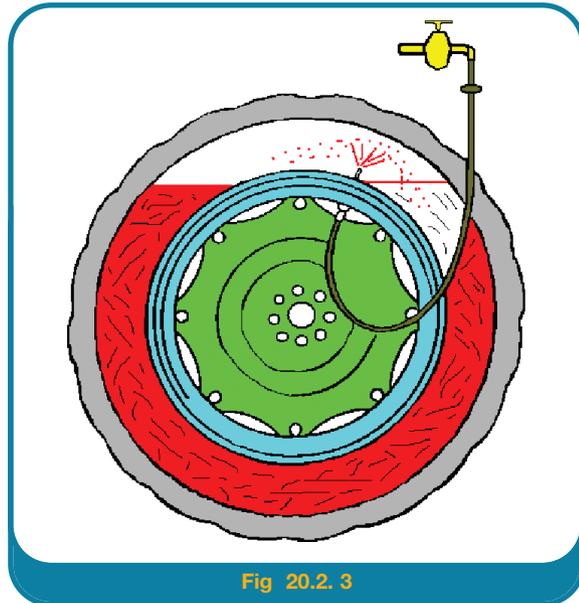


Fig 20.2.3

vulgar de borracha (Fig 20.2.3) sobre o corpo da válvula e abrir a torneira de passagem da água;

4 – Durante o enchimento interromper, de vez em quando, a passagem da água retirando o tubo de borracha para permitir a saída do ar;

5 – Suspender a introdução da água quando comece a sair pela válvula, ou seja quando o nível alcança a altura máxima da jante. O enchimento

realizado corresponde, aproximadamente, a 75 %; para limitá-lo girar a roda de forma a que a posição da válvula regule a quantidade que se quiser introduzir;

6 – Voltar a introduzir o interior da válvula e continuar o enchimento com ar, até à pressão correcta.

A operação de enchimento descrita pode fazer-se com aparelho próprio para o efeito, denominado **hidroinsuflador**, ou **válvula ar/água** (Fig 20.2.4).

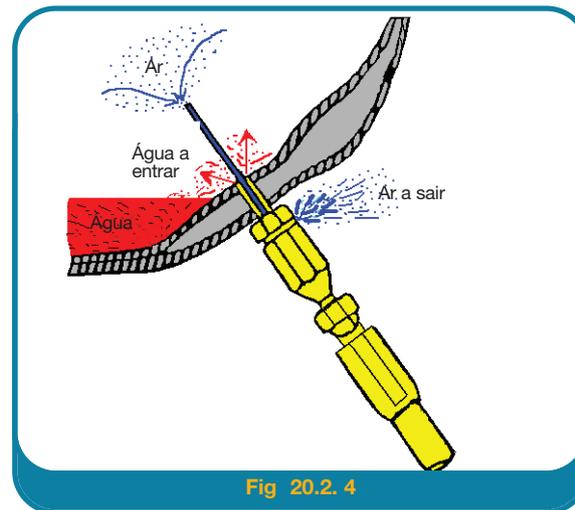


Fig 20.2.4

A lastragem do tractor deve ser feita em função dos trabalhos a efectuar. **Lastro em excesso** aumenta o peso do tractor e conseqüentemente leva à perda de potência, compactação do solo, maior consumo de combustível e sobrecarga dos pneus e da transmissão.

Falta de lastro provoca patinagem excessiva, pelo que há uma perda de potência, aumento do desgaste dos pneus e maior consumo de combustível.

Para que os pneus realizem o maior número possível de horas e em boas condições, há que:

Diariamente:

- Verificar se há fugas de ar;
- Ver se há golpes. Em caso afirmativo mandar vulcanizar o mais rapidamente possível; de outra forma o golpe vai aumentando e traça as lonas, não havendo então qualquer solução;

Semanalmente:

- Verificar a pressão e corrigir, se necessário. Sempre que os pneus tenham água a verificação da pressão deve ser feita com a válvula na posição superior, caso contrário danifica-se o manómetro.

***Para além do referido:***

- Lavá-los após trabalho com fitofármacos e/ou fertilizantes;
- Não os deixar, nunca, em contacto com combustíveis e/ou lubrificantes;
- Se tiver que imobilizar a máquina por um período longo elevá-la, sobre cepos ou preguiças, em local escurecido e esvaziar ligeiramente os pneus e pintá-los com verniz próprio para o efeito.

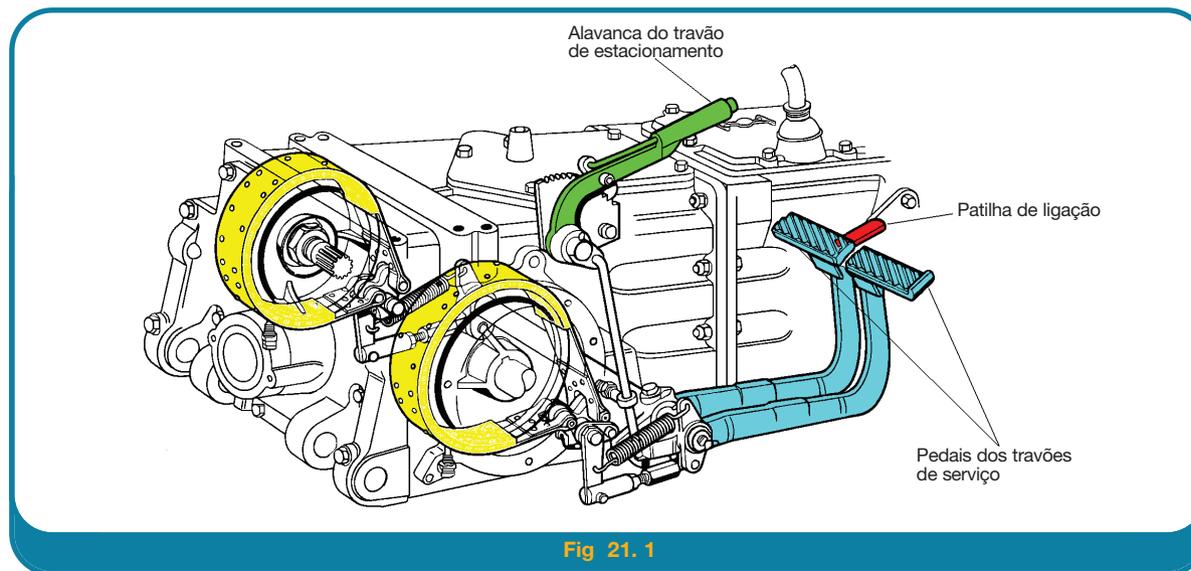
Travões propriamente ditos são dispositivos que consistem na aplicação de uma superfície fixa contra outra móvel. Nos tractores de rodas os travões equipam, geralmente, as rodas motrizes, podendo ser accionados individualmente ou em conjunto.

Destinam-se a:

- a) - Diminuir a velocidade de marcha do veículo, ou detê-la quando necessário;
- b) - Evitar que o veículo, quando parado, se ponha em andamento por si só;
- c) - Possibilitar a marcha em voltas muito apertadas, accionando o travão a uma só roda, sempre que as condições do solo sejam desfavoráveis.

Os tractores de rodas dispõem de **travões de serviço**, accionados por pedais independentes e de **estacionamento**, accionados por uma alavanca (Fig 21.1).

Os de serviço, em estrada, devem bloquear-se em conjunto, por intermédio de uma **patilha** a fim de tornar possível a travagem das duas rodas em simultâneo. Neste caso, se travássemos uma só roda o tractor tenderia a atravessar-se e o acidente



poderia surgir; a lei vigente não permite a circulação em estrada com a patilha desligada.

Ao iniciar-se o trabalho de campo a patilha deve ser desligada, a fim de permitir a actuação individual de cada travão à sua respectiva roda, facilitando o raio de viragem e reduzindo o tempo gasto nas mesmas, principalmente nos tractores de tracção simples.

Sendo a velocidade do tractor reduzida, o accionamento do travão, em caso de emergência,

deve imobilizá-lo o mais rapidamente possível e a eficácia de travagem deverá ser:

- Até 25 Km/hora = 1,5 metros por segundo;
- Acima de 25 Km/hora = 2,5 metros por segundo.

Conclui-se, portanto, que a redução de andamento dos veículos, desde a velocidade máxima até à imobilização, deve ser, em média e aproximadamente de 1,5 ou 2,5 metros por segundo.

Para calcular a distância necessária para parar um tractor a determinada velocidade, há que ter em conta dois factores principais: a **distância de reacção** e a **distância de travagem**.

A primeira tem a ver com o tempo de reacção do operador, que medeia entre a percepção do perigo e o momento de actuação; em situações normais é de cerca de 1 segundo, consoante a idade e o grau de atenção.

A **distância de travagem** é o espaço que o tractor percorre desde o momento em que o operador pisa o pedal para travar e aquele em que ele pára. Varia com a velocidade, a eficácia dos travões, o estado dos pneus e do pavimento e o peso transportado.

No quadro seguinte e a título de exemplo, indicam-se as distâncias necessárias para algumas

Velocidade (km/h)	Distância de reacção (metros)	Distância de travagem ($V^2/100$)	Distância de Paragem (metros)
20	5,55	4	10
25	6,94	6,25	13,5
30	8,33	9	17,5
35	9,72	12,25	22
40	11,11	16	27,5
45	12,5	20,25	33
50	13,88	25	39

velocidades, considerando uma pronta reacção do operador num segundo.

Os travões devem ser “leves” e funcionar eficientemente, sempre que necessário.

*Não se devem efectuar reparações ligeiras nos órgãos de travagem tais como, por exemplo, desempenagens ou soldaduras. **Órgãos em mau estado de funcionamento devem ser imediatamente substituídos.***

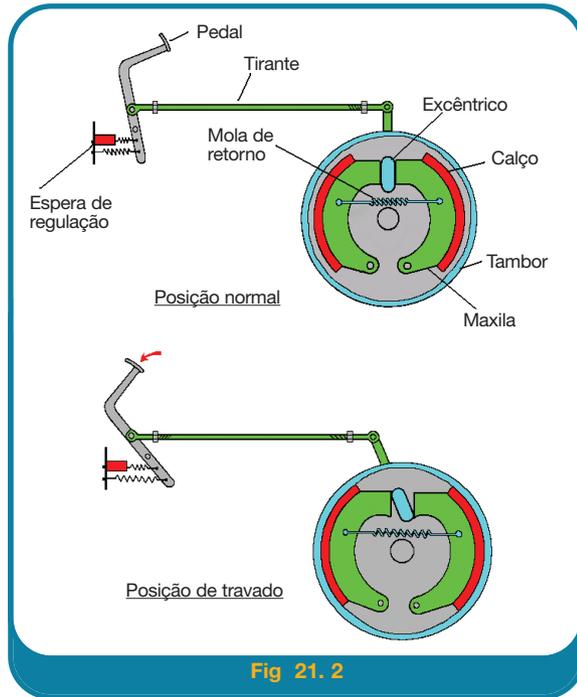


Fig 21.2

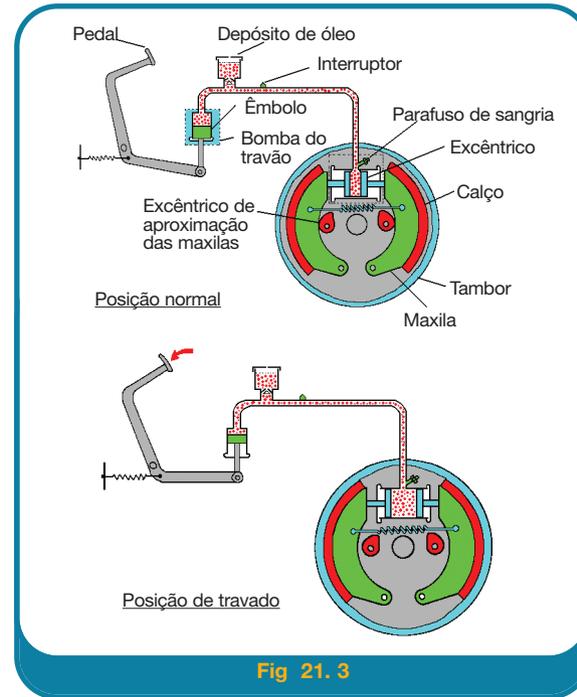
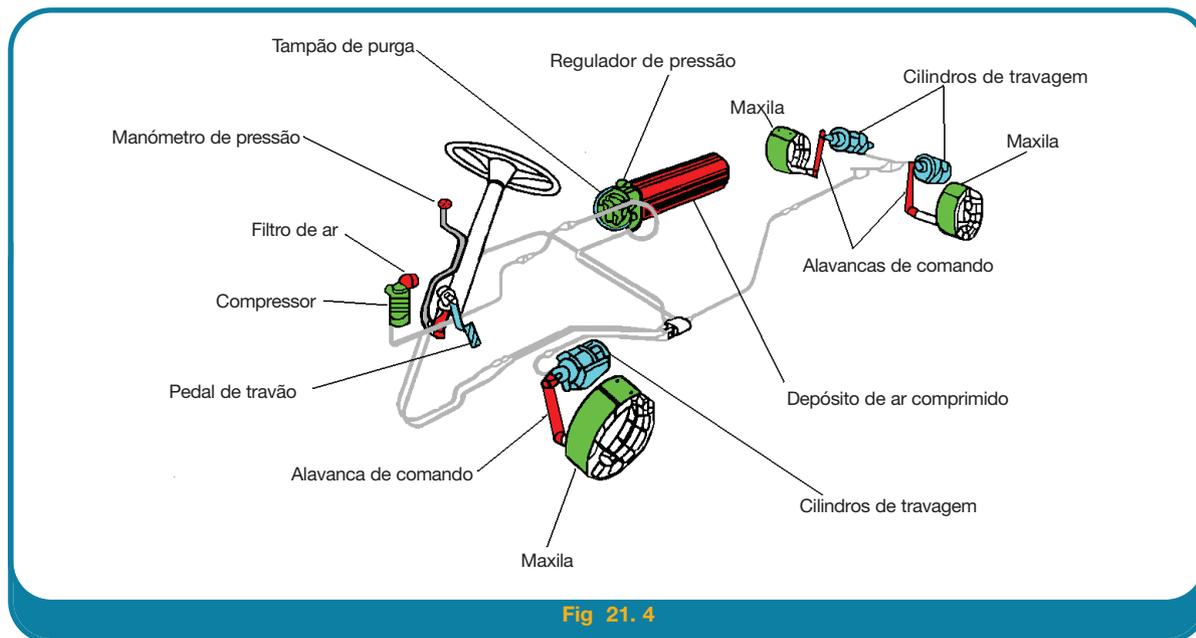


Fig 21.3

Quanto ao **comando de accionamento** os travões classificam-se em:

- **Travão mecânico (Fig 21.2)** – também denominado **travão de comando mecânico**, caracteriza-se porque o movimento, desde a alavanca de mão no de estacionamento ou dos pedais nos de serviço, até aos **órgãos de travagem** –maxilas, discos ou cintas – ser totalmente mecânico e actuar através de tirantes, ou cabos de aço.

- **Travão de comando hidráulico directo (Fig 21.3)** – também denominado **travão hidrodinâmico**, o accionamento dos órgãos de travagem é provocado pela acção de dois êmbolos que se deslocam dentro de um pequeno cilindro. Ao fazer pressão no pedal acciona-se a bomba de óleo e este é enviado para um pequeno cilindro onde se deslocam dois êmbolos em posição contrária, forçando assim as maxilas a encostarem-se ao tambor. O óleo é especial a fim de não atacar as superfícies de contacto, especialmente as borrachas.



Os óleos para travões são especificados pela sigla “DOT”, seguida de um algarismo conforme a sua geração e são compatíveis uns com os outros; no entanto alguns, mais antigos, que não possuem esta especificação não podem ser misturados.

- **Travão de comando pneumático (Fig 21.4)** – também denominado a **ar comprimido**, o

acionamento dos órgãos de travagem está dependente de **ar comprimido**, pelo que existe um compressor de ar, um ou mais depósitos de ar comprimido, um regulador de pressão, uma válvula de accionamento, um cilindro de travagem para cada roda ou um de maior capacidade para as duas, um descarregador, uma válvula de segurança e outra de retenção e tubagem de ligação.

Funciona da seguinte forma:

Fortes molas obrigam as maxilas a exercer pressão de encontro aos tambores, pelo que todas as rodas estão travadas por acção das referidas molas.

O motor acciona um *compressor*, que aspira o ar através do filtro e envia-o para o *depósito de ar comprimido*. Daqui, através de um comando, o ar vai, sob pressão, para a *tubagem e cilindros de travagem*, actuando estes nas alavancas de comando, a fim de contrariar o efeito das molas ficando, desta forma, as rodas destravadas.

Ao carregar no pedal a *válvula de accionamento* abre-se, mais ou menos, em função do percurso do pedal, deixando passar mais ou menos ar da tubagem e cilindros de travagem para o exterior. Desta forma a pressão no circuito baixa, permitindo que as molas exerçam mais ou menos pressão sobre as maxilas, conseguindo-se assim o efeito de travagem das rodas.

Quando se retira o pé do pedal, o ar comprimido acumulado no depósito é libertado para a tubagem e cilindros de travagem, é reposto o valor da pressão inicial, as molas das maxilas voltam a comprimir-se e as rodas voltam à posição de destravadas.

- **Travão eléctrico** – através de uma resistência eléctrica (“reastor”) fornece-se mais ou menos intensidade de corrente aos electroímans.

Os comandos de accionamento mais utilizados nos tractores agrícolas são os mecânicos e os hidráulicos.

Quanto à **composição dos órgãos de travagem**, os travões podem ser de maxilas, de discos, de cintas, eléctricos e de “montanha”.

- **De maxilas (Fig 21.2)** – um **excêntrico** situado entre as extremidades das maxilas obriga-as a afastarem-se uma da outra e a apertarem-se de encontro às paredes internas dos tambores. Quando o travão deixa de ser accionado, uma **mola de chamada**, também denominada por **mola de retorno**, leva as maxilas à posição inicial.

Se o comando de accionamento for hidráulico, o funcionamento é como se esquetiza na figura 21.3.

- **De discos** – podem ser de *disco lateral*, ou *circulares*. Actuam com *calços de travão* que são levados a actuar, por intermédio do pedal, sobre um **disco** que gira com a roda, ou com o eixo da caixa de velocidades.

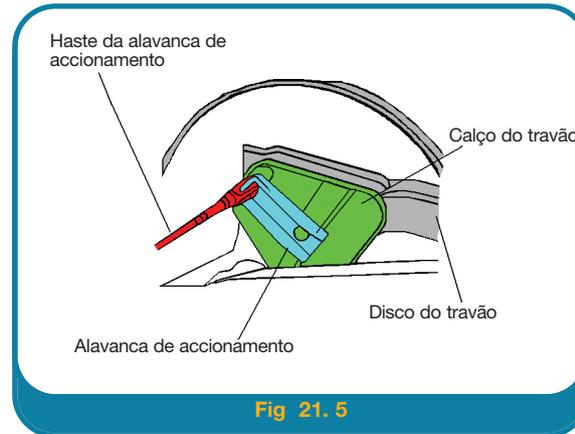


Fig 21.5

Os **de disco lateral** (Fig 21.5) são assim designados porque os calços do travão actuam sobre ambos os lados do disco. Os calços são cravados ou colados sobre os apoios do travão e accionados através de *hastes* ou *cabos* de forma a apertarem o disco em forma de tenaz.

Os **de disco circular** (Figs 21.6) têm, como mecanismo de propulsão, discos de travão circulares que estão forrados com calços especiais em ambos os lados.

Cada conjunto de dois discos actua dentro de uma caixa e entre eles estão colocadas, uma contra a outra,

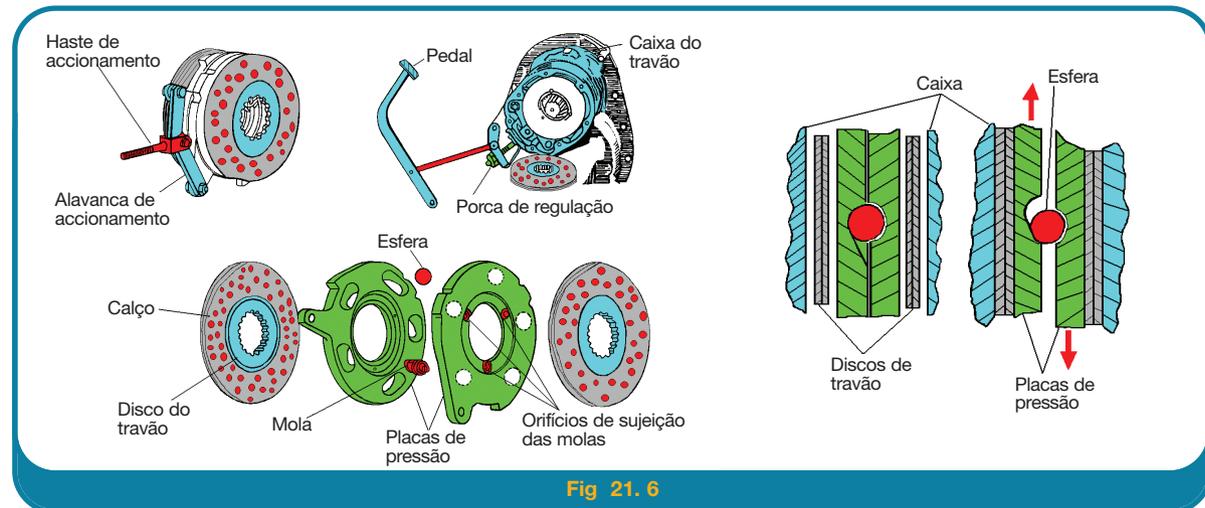
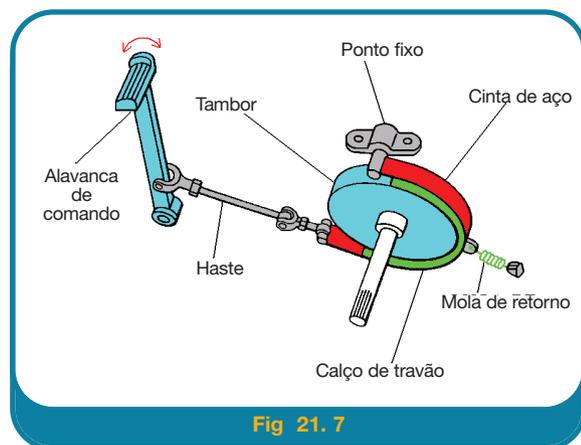


Fig 21.6



duas *placas de pressão* accionadas pelas *hastes da alavanca* e estão seguras por meio de *molas*.

Entre as placas de pressão estão *esferas de aço*, dentro de uma ranhura em plano inclinado. Ao



acionar o pedal, através das hastes da alavanca, as placas deslocam-se em sentido oposto, obrigando as esferas a desalojarem-se do seu compartimento e desfasarem-se sobre os planos inclinados, forçando as placas a exercerem pressão sobre os discos que, deste modo, ficam sujeitos a uma determinada fricção entre as placas e a caixa.

- **De cinta (Fig 21.7)** – usam-se, principalmente, como travões de estacionamento.

Uma *cinta* de aço flexível, equipada com um calço de travão, tem uma extremidade fixa à caixa; a cinta é conduzida à volta do tambor (disco do travão) e a outra extremidade está ligada à haste, com possibilidade de regulação. No percurso do travão a cinta é puxada para o tambor, que deve ficar bloqueado. Uma mola de retorno tira a cinta do tambor, uma vez o travão solto.

Nos tractores agrícolas os mais vulgarmente utilizados são os de discos em banho de óleo, podendo também serem secos.

Nos tractores de baixa potência e em motocultivadores, os travões podem ser de maxilas.

Os travões podem ter **órgãos auxiliares de travagem**; trata-se da *servo-tracção* e do *servo-freio*, embora este último não seja utilizado nos tractores agrícolas.

São dispositivos que permitem aos condutores dos veículos efectuar travagens mais eficientes e com menor esforço. É sabido que o efeito da travagem é tanto maior:

- Quanto maior for a força do pé no pedal;
- Quanto maior for a superfície de fricção entre o tambor e os calços;
- Quanto mais limpas estiverem as superfícies de fricção.

Servo-travão (Fig 21.1.1 – B) – tal como no travão de maxilas de efeito simples (Fig 21.1.1 – A), elas são pressionadas da mesma forma através de excêntricos contra o tambor e este tenta arrastá-las consigo, só que aqui não possuem pontos fixos de rotação no apoio, pois estão flutuantes. Daqui resulta um arrastamento das maxilas na direcção da rotação do tambor. Em substituição dos pontos fixos existe um torniquete e um mecanismo de engate com a maxila que desce e a que sobe. Através deste

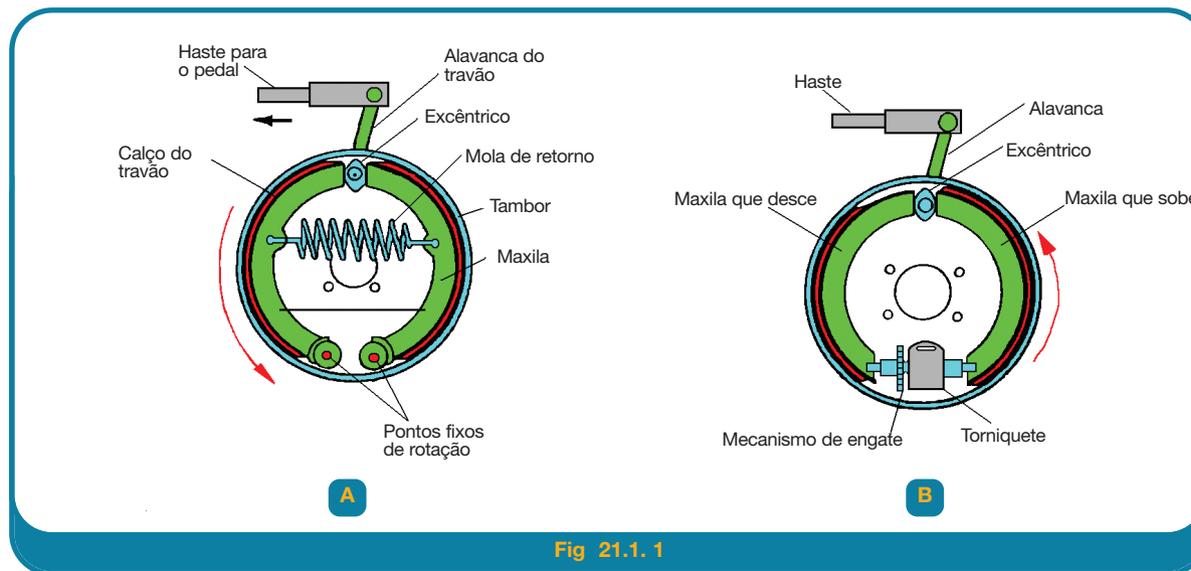


Fig 21.1.1

apoio, flutuante, é possível uma transmissão da pressão para a maxila que sobe. Esta disposição conduz a um forte reforço da força de travagem. Neste tipo de travão o calço que sobe é mais comprido do que o que desce.

Há servo-travões com torniquetes móveis, onde não há possibilidade de reajuste das uniões.

Com o uso os calços vão-se desgastando e aumentando, portanto, a distância entre eles e o tambor, aumentando também o curso do pedal para se efectivar uma boa travagem.

Na maioria dos servo-travões existe um *parafuso de regulação* ligado ao apoio flutuante que permite a afinação das maxilas; accionando-o, num sentido ou no outro, faz com que elas se afastem ou

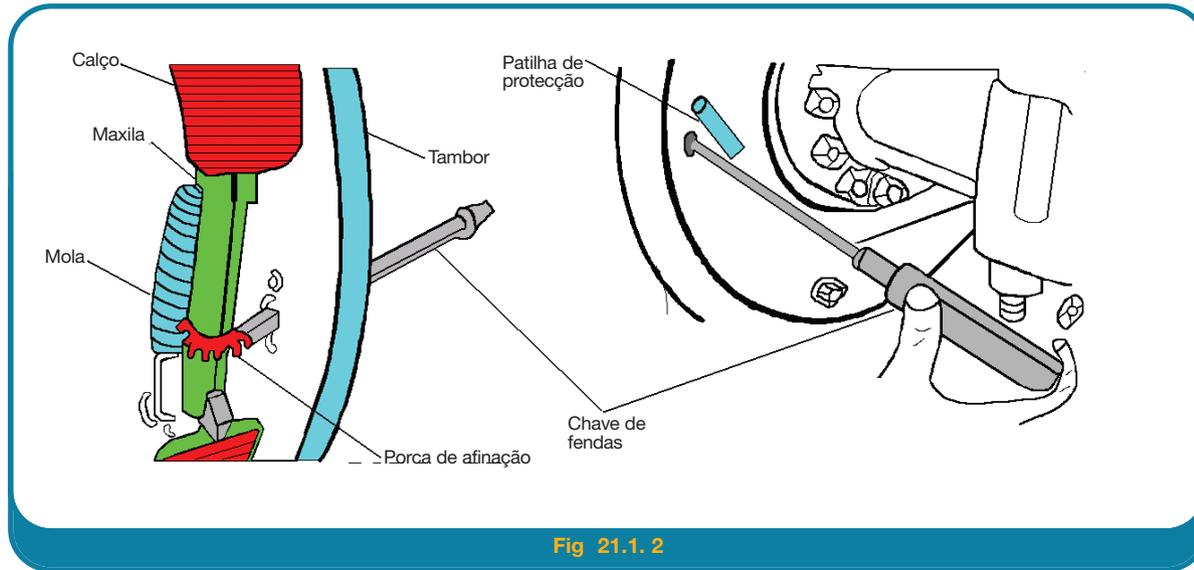


Fig 21.1.2

aproximem do tambor. Na figura 21.1.2 vê-se um caso em que, sem desmontar nada, é possível a afinação com uma chave de fendas.

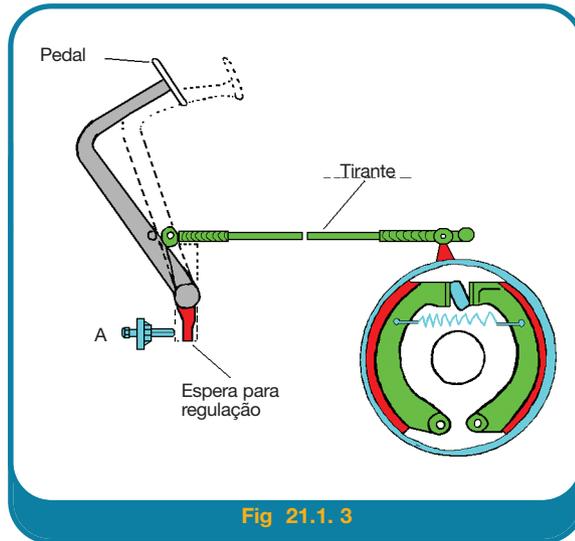
Há travões com maxilas duplas para um só tambor; neste caso cada maxila tem um parafuso de regulação.

Esta afinação faz-se, sempre que necessário, com as rodas elevadas (no ar) e procede-se da seguinte forma:

- actua-se na porca de afinação até que se dê o bloqueio da roda e, em seguida, vai-se afrouxando até ela ficar livre. Procede-se de igual forma na outra roda.

Cuidados de manutenção – no funcionamento dos travões o operador tem grande responsabilidade, pois dele depende não só a sua própria segurança como a de terceiros, para além do próprio veículo, portanto:

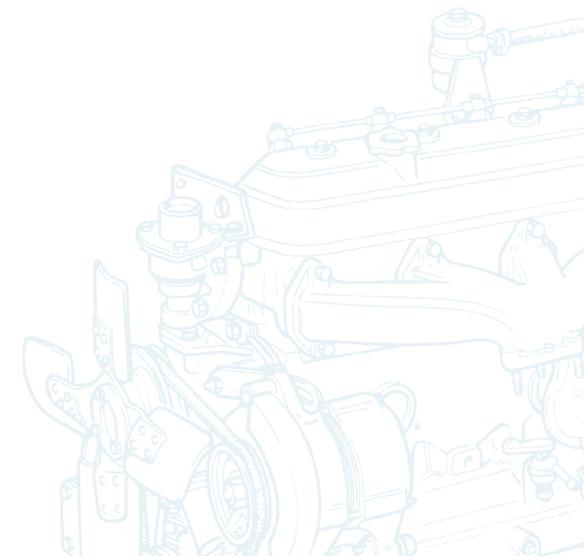
- Periodicamente certifique-se, por meio de teste, se eles funcionam bem;
- Lave a máquina, de preferência, só depois de todas as janelas ou orifícios que comuniquem com os calços estarem tapados;
- Sempre que se aperceba da existência de humidade nos calços percorra uma pequena distância pressionando levemente o pedal, para que a água existente se vá evaporando;
- Se os calços contactarem com óleo ou gordura devem ser substituídos, dado que perdem grande capacidade de travagem;
- Travões de comando hidráulico devem, sempre que necessário, ser sangrados;
- Nunca carregar no pedal com força excessiva de modo a que as rodas bloqueiem, a não ser numa emergência, pois o impulso da máquina e o que estiver atrelado, pressiona-a de tal forma que a pode retirar do sentido da marcha e originar um acidente
- Semanalmente, verificar a folga dos pedais e, se necessário, afiná-los. O manual de instruções indica qual é a folga correcta.



Para se proceder à afinação referida actua-se na mola de retorno do pedal, ou noutro local conforme as marcas e/ou modelos, de forma a que a referida folga seja a mesma, a fim de que, em travagem dos dois, ela se processe por igual e sem perigo de acidentes, travando primeiro um do que o outro.

Na figura 21.1.3, por exemplo, para se proceder à afinação baixa-se o pedal num percurso igual à folga; mantém-se nesta posição com a espera de regulação e actua-se na porca **A**, que encurta ou alonga o tirante até que as maxilas comecem a travar.

Este sistema tem como grande inconveniente o facto de não se poder actuar no afastamento entre maxilas; com o desgaste o excêntrico não as afasta o suficiente para travarem.



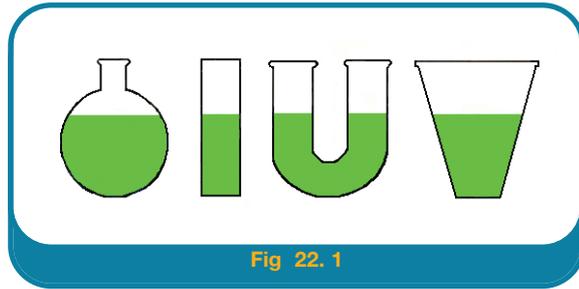


Fig 22.1

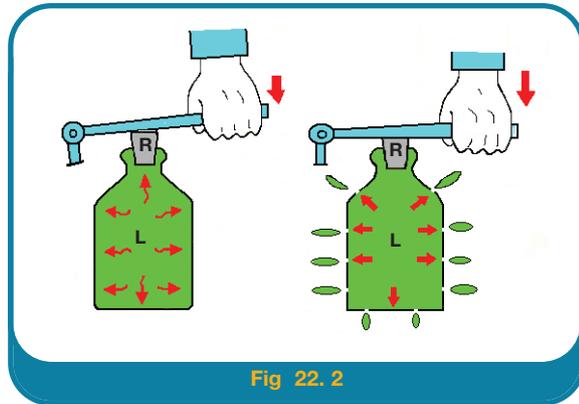


Fig 22.2

A **hidráulica** baseia-se nos seguintes princípios dos líquidos:

1 – Não têm forma própria (Fig 22.1).

Adquirem a forma do recipiente onde estão contidos. Graças a esta particularidade o óleo de qualquer sistema hidráulico consegue circular através de tubagens com qualquer diâmetro e em qualquer direcção.

2 – São incompressíveis.

Vejam a figura 22.2; se empurrarmos a rolha **R** com o frasco hermeticamente fechado o líquido **L**, por não se comprimir, transmite a pressão em todas as direcções e rebenta o frasco.

3 – Transmitem a pressão que se lhes aplica em todas as direcções.

Observemos a figura 22.3. Temos 2 cilindros, **A** e **B**, de diâmetro igual e ligados por intermédio de um tubo **T** e cheios de óleo até ao nível **N**, com um êmbolo em cada cilindro (**E** e **E'**) sobre a superfície do óleo **O**.

Se ao êmbolo **E** for aplicada uma força de **1 Kg**, a força transmitir-se-á ao cilindro **E'** com o mesmo valor de **1 Kg**.

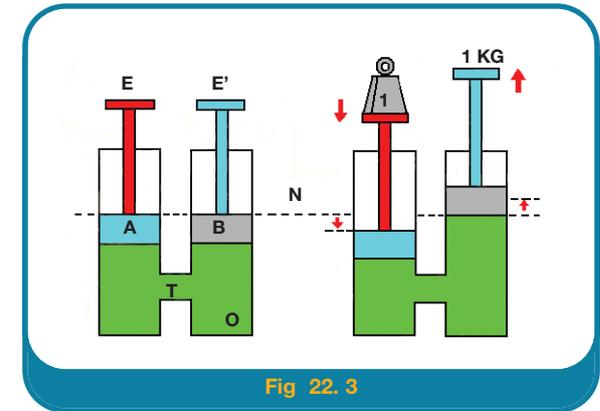


Fig 22.3

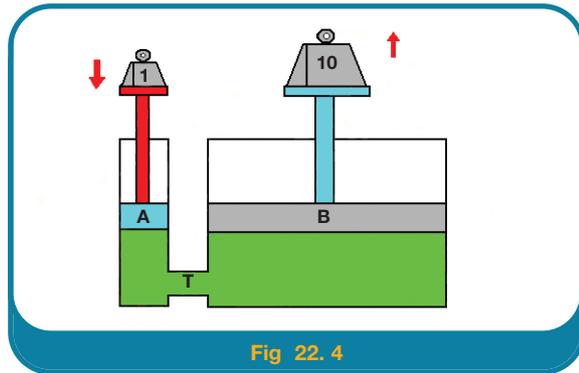


Fig 22. 4

4 – Multiplicam a força aplicada.

Repare-se na figura 22.4. Há 2 cilindros, **A** e **B**, com diâmetros diferentes em comunicação por um tubo **T** e com óleo ao mesmo nível. O cilindro **A** tem uma secção de **1 cm²** e o **B** **10 cm²**.

Aplicando uma força de **1 Kg** ao êmbolo do cilindro **A**, a pressão transmite-se ao **B** por igual, ou seja **1 Kg** mas, como este cilindro tem uma secção **10** vezes maior, a força total exercida sobre o êmbolo será de **10 Kg**, portanto, multiplicamo-la.

FUNCIONAMENTO DO SISTEMA HIDRÁULICO

Os tractores agrícolas estão equipados com um **sistema hidráulico** para elevação de máquinas e

alfaias montadas, ou para accionamento de determinados órgãos de máquinas montadas, semi-montadas e de arrasto.

Um sistema hidráulico elementar compõe-se de **depósito, filtros, bomba, válvulas e cilindros**.

Vejam os a figura 22.5, que nos elucida sobre o funcionamento elementar do sistema hidráulico.

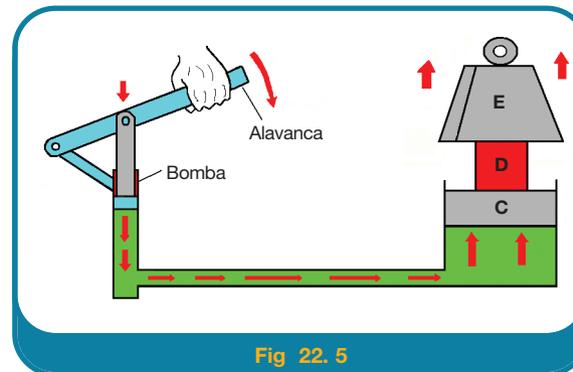


Fig 22. 5

Fazendo força na *alavanca* a *bomba* empurra o óleo, que entra no *cilindro C* e a pressão faz subir o *êmbolo D*, que eleva o *peso E*.

A bomba transformou a **força mecânica** em **energia hidráulica**, enquanto que o cilindro

converteu esta última novamente em força mecânica, a fim de efectuar o trabalho.

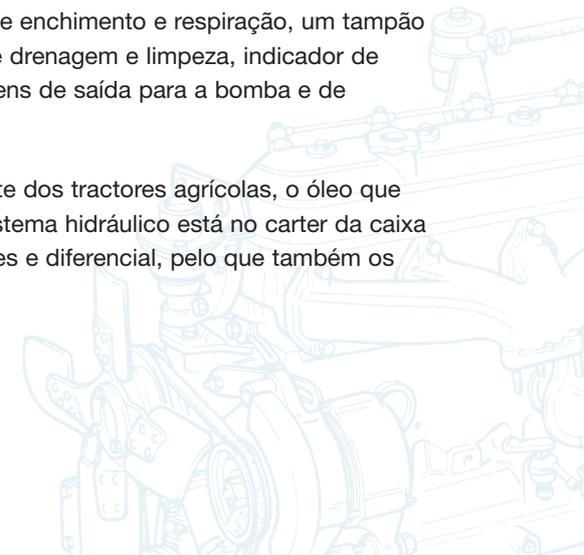
Se se pretender que o sistema trabalhe continuamente há que incorporar-lhe outros elementos – depósito, filtro e válvulas.

- Depósito

Indispensável em qualquer sistema hidráulico, serve não só para armazenar o óleo mas também para o seu arrefecimento, eliminação de impurezas por decantação e libertação de bolhas de ar criadas no sistema. Para satisfazer estes requisitos, a sua capacidade deve ser tal que, em situações de maior quantidade exigida, fique sempre acima do tubo de aspiração.

Normalmente são construídos em chapa e devem ter um tampão de enchimento e respiração, um tampão magnético de drenagem e limpeza, indicador de nível e tubagens de saída para a bomba e de retorno.

Na maior parte dos tractores agrícolas, o óleo que alimenta o sistema hidráulico está no carter da caixa de velocidades e diferencial, pelo que também os lubrifica.



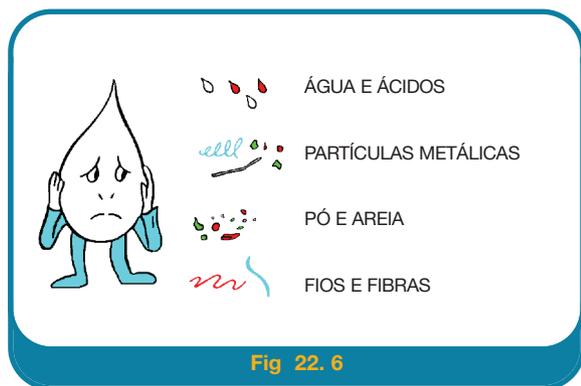


Fig 22.6

- Filtros

O óleo do hidráulico, além de transmissor de força, actua como lubrificante, pois em todo o sistema existem peças metálicas de grande precisão. Uma vez contaminado faz de abrasivo, o que pode causar danos no sistema, portanto, é necessário que se mantenha livre de todo o tipo de impurezas que o conspurquem tais como e principalmente água, ácidos, partículas metálicas, pó, areia, fios e fibras (Fig 22.6).

A contaminação referida contraria-se por intermédio

de filtros, a fim de se evitarem posteriores danos no sistema, dos quais há dois tipos fundamentais: - os de superfície e os que o fazem em profundidade, tal como se explica na Nota Técnica nº 11.3.2.

Um sistema de filtragem “razoável” possui um filtro no depósito, instalado no tubo de aspiração, outro antes da bomba e um terceiro no retorno do óleo.

Podem ainda existir filtros específicos para proteger determinados órgãos do sistema.

Os filtros têm uma capacidade de retenção de impurezas limitada. A partir de determinada altura estão saturados e deixam de cumprir com a sua missão. O óleo começa então a ter dificuldade em os atravessar e a ser contaminado. Para se evitar tais inconvenientes substituem-se a intervalos regulares, de acordo com os fabricantes das máquinas, bem como o óleo. Devemos, portanto, respeitar os períodos fixados e que vêm expressos nos manuais de instrução.

- Bomba

É o coração de qualquer sistema hidráulico; impulsiona o óleo aspirado do depósito e converte a

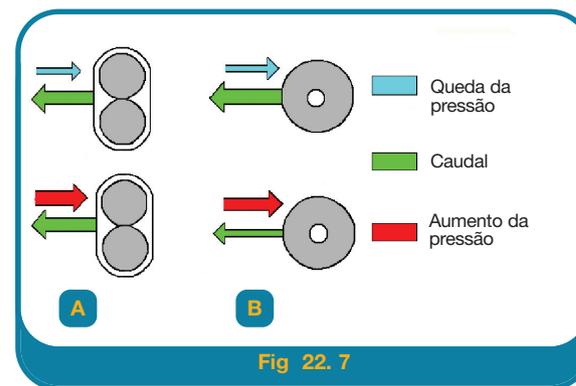


Fig 22.7

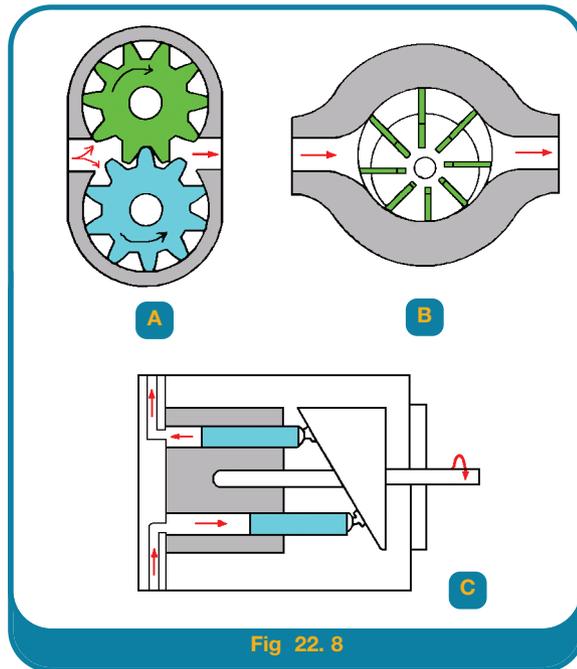
força mecânica em energia hidráulica. Tem um determinado caudal, ou seja o volume de óleo debitado na unidade de tempo.

Podem ser:

- De caudal fixo (Fig 22.7 - A) – com o mesmo número de rotações é constante o volume de óleo debitado.

- De caudal variável (Fig 22.7 - B) – com o mesmo número de rotações é variável o volume de óleo debitado.

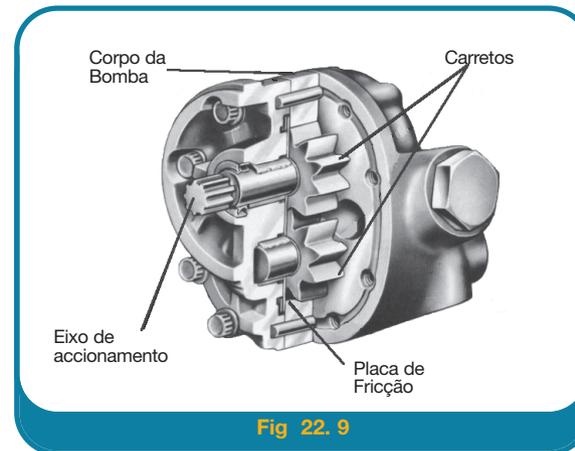
As bombas hidráulicas podem ainda ser de *carretos*, de *palhetas* e de *êmbolos* (Fig 22.8, A, B e C, respectivamente).



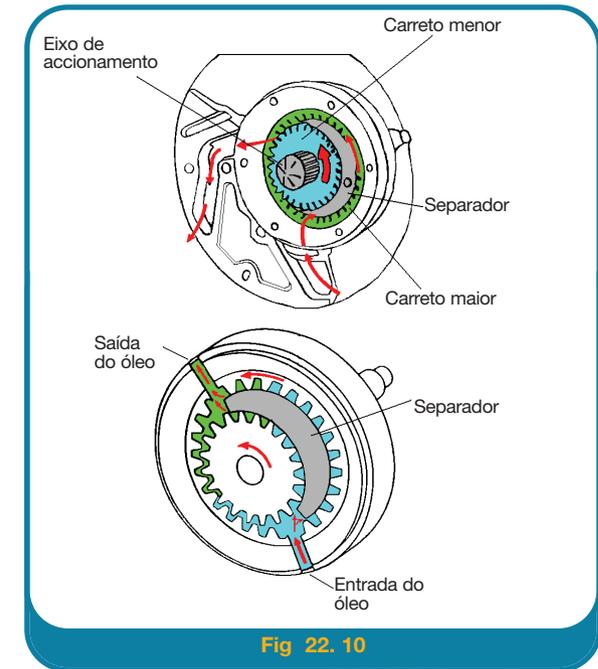
- **De carretos** – são as mais utilizadas nos sistemas de levantamento hidráulico dos tractors agrícolas devido ao seu baixo custo, embora não possa haver variação do caudal.

Podem ser de carretos externos ou internos

- **De carretos externos (Fig 22.9)** – constam de dois carretos ligados e fechados dentro de uma caixa estanque. O eixo de accionamento faz girar um dos carretos que, por sua vez, acciona o outro. A estanqueidade do conjunto é resultante de casquilhos, superfícies sujeitas a alta pressão e placas de fricção.



À medida que os carretos giram, os espaços entre os dentes e as paredes da caixa arrastam o óleo e obrigam-no a sair sob pressão.



- **De carretos internos (Fig 22.10)** – também aqui existem dois carretos, *um maior e outro menor* que gira dentro do primeiro. Os dentes do menor entram em ligação com o outro num dos lados, enquanto que no oposto se interpõe entre eles um *separador*, com a forma da lua em quarto crescente. O eixo de accionamento faz girar o carrete menor e este o maior.

O princípio de funcionamento é o mesmo do sistema anterior, só que neste caso ambos os carretos giram no mesmo sentido.

Esta bomba ainda pode apresentar uma variante: trata-se da **bomba de rotor** (Fig 22.11). Consta de um *rotor interno* que gira dentro de outro, *externo*, também conhecido por *estator* e estão montados dentro de uma caixa.

Ao girar, o rotor interno apenas engrena com o externo por um dos seus *lóbulos*, em virtude de ter menos um. O oposto ao que está engrenado fecha completamente com o correspondente do externo, impedindo o retrocesso do óleo. Os lóbulos opostos, ao separarem-se, aspiram o óleo e, ao aproximarem-se de novo, expõem-no sob pressão.

- **De palhetas** – movimentam o óleo por meio de um rotor com ranhuras, onde se alojam as palhetas. As mais utilizadas são de dois tipos:

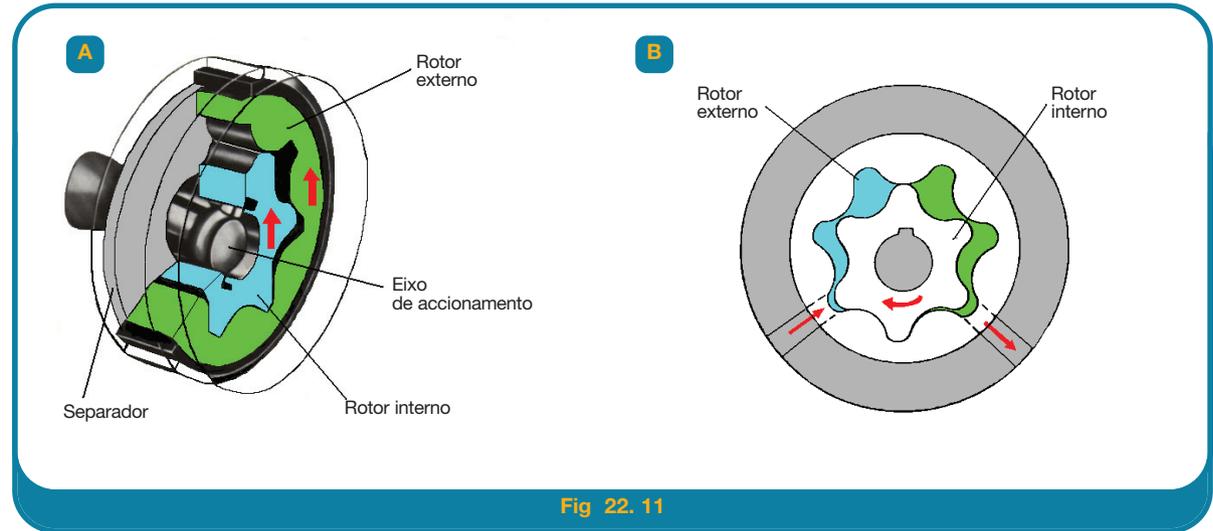


Fig 22.11

- **De palhetas equilibradas (Fig 22.12)** – são de caudal fixo e constam de um rotor, com palhetas, accionado por um eixo que gira dentro de uma cavidade com formato oval.

Esta bomba tem duas entradas e duas saídas em pontos diametralmente opostos. Com a rotação do rotor as palhetas são projectadas, pela força centrífuga, de encontro à superfície interna do rotor externo. Entre este e o rotor com palhetas formam-se duas cavidades, em forma de meia lua, subdivididas, pelas palhetas, em cavidades mais pequenas as quais, limitadas pelas palhetas,

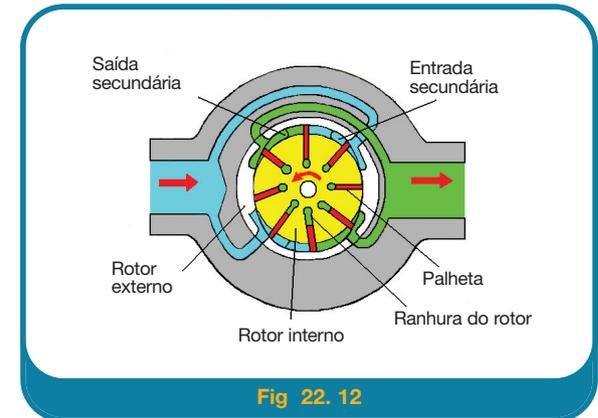


Fig 22.12

aumentam e diminuem de volume duas vezes em cada volta completa do rotor. As cavidades, ao aumentarem de volume, aspiram óleo que as palhetas vão empurrando, obrigando-o a sair da bomba ao reduzir-se o volume das cavidades que limitam.

Na segunda meia volta do rotor repete-se o mesmo processo para as bocas situadas nos pontos opostos.

- **De palhetas desequilibradas (Fig 22.13)** – são de caudal fixo ou variável e o princípio de funcionamento é o mesmo da bomba anterior; no entanto, há apenas um ciclo de trabalho em cada rotação. Como tal só tem uma entrada e uma saída e o rotor com palhetas está descentrado em relação ao rotor externo.

O óleo é aspirado ao aumentar o volume das câmaras e expelido pela sua diminuição, tal como na bomba anterior.

Estas bombas podem ser de caudal variável quando a sua constituição permite alterar a posição do rotor externo e as bocas de entrada e de saída em relação à descentralização do rotor.

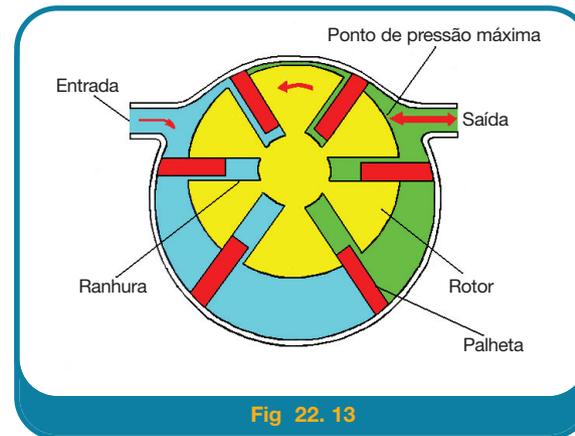


Fig 22.13

- **De êmbolos** – são as que equipam os hidráulicos modernos que trabalham a altas velocidades e a altas pressões.

São mais complicadas e mais caras que as anteriormente descritas e podem ser de caudal fixo ou variável e dividem-se em dois grupos:

- **De êmbolos axiais (Fig 22.14 – A)** – são montadas com o eixo longitudinal paralelo ao eixo longitudinal da bomba.

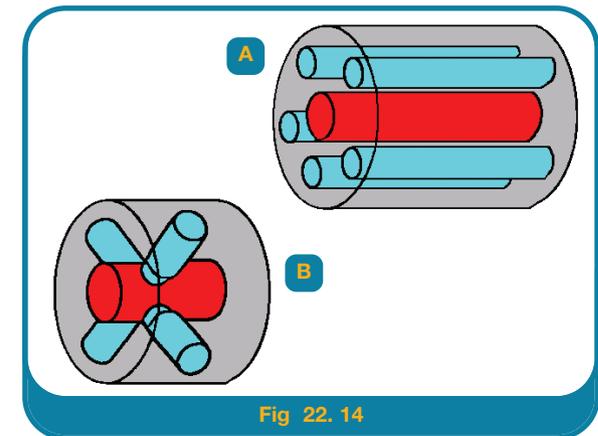


Fig 22.14

- **De êmbolos radiais (Fig 22.14 – B)** – são montadas de forma a que o eixo longitudinal fique perpendicular ao eixo longitudinal da bomba tal como os raios de uma roda, daí o nome de radial.

Ambas bombeiam o óleo pelo movimento de vai e vem dos êmbolos dentro do cilindro respectivo.

As de *êmbolos axiais* podem ser de *eixo em linha*, ou de *eixo em ângulo*. A figura 22.15 mostra uma bomba de **êmbolos axiais em linha**, de caudal variável.

Consta de um bloco de cilindros montado sobre o eixo de accionamento, com o qual gira solidário. O movimento de vai e vem dos êmbolos é assegurado por uma placa inclinada, denominada *placa oscilante*. Se a inclinação desta placa for fixa a bomba é de caudal fixo (Fig 22.16); se for de posição variável também a bomba é de caudal variável (Fig 22.15).

Quanto às de *eixo em ângulo* (Fig 22.17), o movimento dos êmbolos é provocado pelo ângulo formado pelo

eixo de accionamento e o bloco dos cilindros. Também aqui, se este ângulo for fixo a bomba é de caudal fixo; se o ângulo for variável será de caudal variável.

As *bombas de êmbolos radiais* são de constituição um pouco complexa: permitem a obtenção de grandes caudais e variáveis, altas pressões e grandes velocidades. O princípio de funcionamento é simples, motivo pelo qual é bastante utilizada em muitos sistemas hidráulicos exigentes nas questões atrás descritas.

Como todos os componentes de qualquer sistema requerem um óleo “limpo” e de qualidade adequada ao seu funcionamento e lubrificação, também estas bombas são bastante exigentes nestes pontos devido, principalmente, às peças trabalharem ajustadas com grande precisão; o uso de óleo inadequado, ou a sua contaminação, pode causar avarias complicadas e dispendiosas.

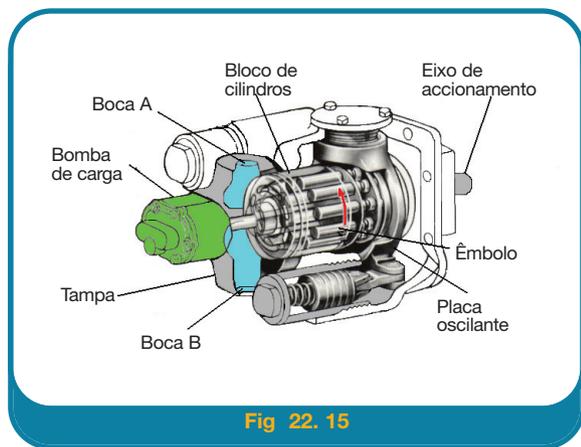


Fig 22.15

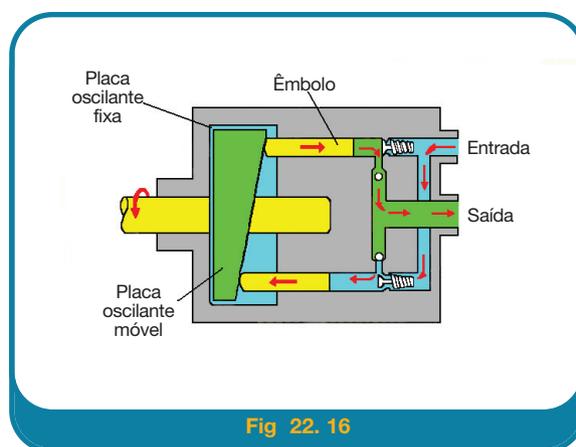


Fig 22.16

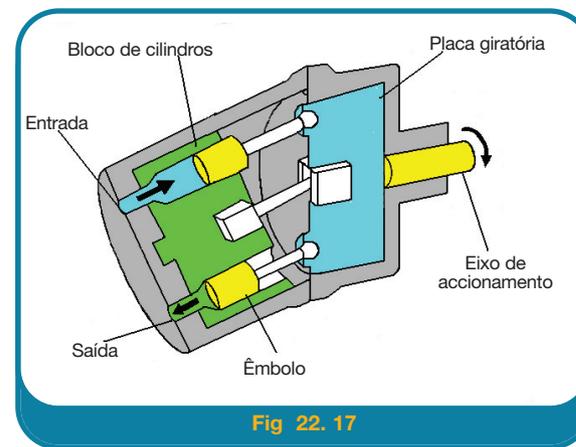


Fig 22.17

Estas bombas podem ser de *excêntrico giratório* ou de *êmbolos e cilindros em rotação* (Fig 22.18).

As *de excêntrico giratório* são constituídas, na maioria dos casos, por 4, 6 ou 8 cilindros alojados num bloco fixo. O eixo de accionamento termina num excêntrico que impulsiona os êmbolos no sentido de pressionar o óleo para a saída, sendo a recuperação destes, bem como o enchimento dos cilindros, assegurado por uma mola alojada no interior de cada êmbolo (Fig 22.19).

Sem alterar a rotação da bomba, a variação de caudal consegue-se controlando o curso dos êmbolos.

Através de um corpo de válvulas o óleo,

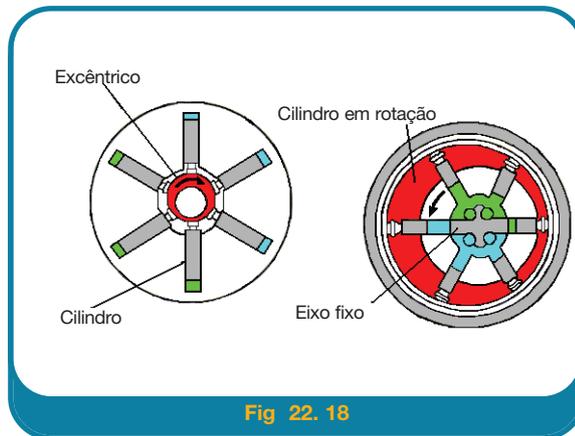


Fig 22. 18

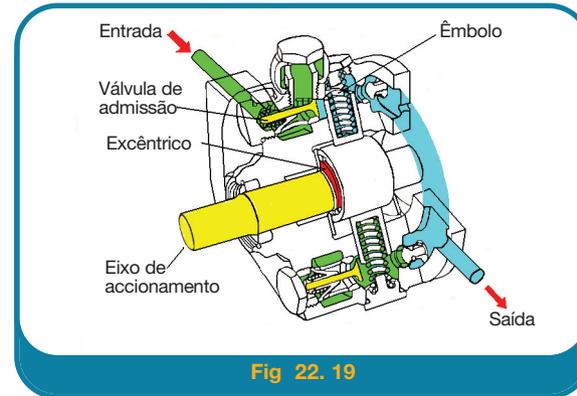


Fig 22. 19

sob pressão, passa para o carter da bomba onde trabalha o excêntrico, preenchendo todo o espaço. Esta pressão é suficiente para vencer a força das molas dos êmbolos mantendo-os afastados do excêntrico, o qual gira mas os êmbolos ficam imobilizados, porque estão afastados dele, não havendo bombagem de óleo.

Ao ser solicitado óleo, por qualquer circuito hidráulico, a pressão baixa a partir do carter da bomba, permitindo assim que as molas dos êmbolos os ajustem ao excêntrico, iniciando-se a bombagem. A bomba continuará a trabalhar até deixar de haver solicitação de óleo e este atinja, novamente, a pressão suficiente para afastar os êmbolos do excêntrico.

As bombas radiais *de cilindros rotativos* são constituídas por um corpo com uma cavidade circular, no qual gira um bloco, também circular, onde estão cavados os cilindros, dispostos radialmente. Cada cilindro comporta um êmbolo e o bloco de cilindros é descentrado em relação à caixa circular (Fig 22.20).

O princípio de funcionamento é idêntico ao da bomba de palhetas desequilibradas. O bloco dos cilindros, ao girar, lança os êmbolos de encontro à caixa através da força centrífuga. Desta forma faz o enchimento dos cilindros por entradas de óleo centrais. À medida que o bloco vai girando, devido à descentralização deste, os êmbolos são obrigados a entrar nos cilindros, empurrando o óleo para as saídas dispostas centralmente.

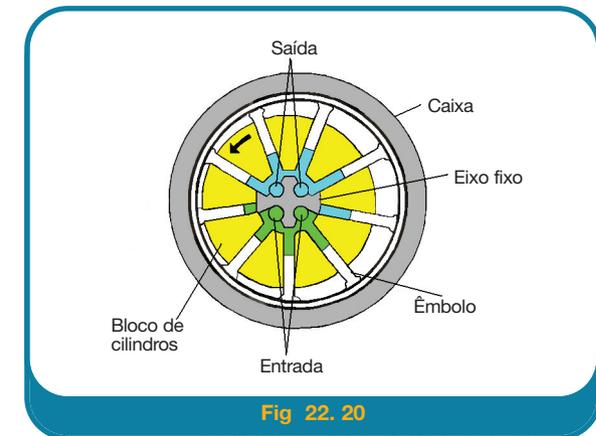


Fig 22. 20

O caudal pode ser alterado fazendo mover a caixa de modo a que o bloco fique mais ou menos descentrado. Assim, se o bloco ficar centrado com a caixa os êmbolos não se movimentam, pelo que não há bombagem. À medida que a descentralização aumenta também aumenta o caudal.

- VÁLVULAS

Nos sistemas hidráulicos a pressão, distribuição de óleo e caudal são regulados através de válvulas, das quais há três tipos:

- Reguladoras de pressão (Fig 22.21 – A) –

utilizam-se para limitar ou reduzir a pressão dentro do sistema e ainda para descarga da bomba ou fixação da pressão de entrada do óleo num determinado circuito;

- **Distribuidoras de óleo (Fig 22.21 – B)** – controlam o sentido do fluxo de óleo pelo sistema hidráulico;

- **Reguladoras de caudal (Fig 22.21 – C)** – variam o caudal de óleo por estrangulamento ou por derivação.

Também há válvulas que são variantes de qualquer dos tipos referidos. Outras são combinações feitas

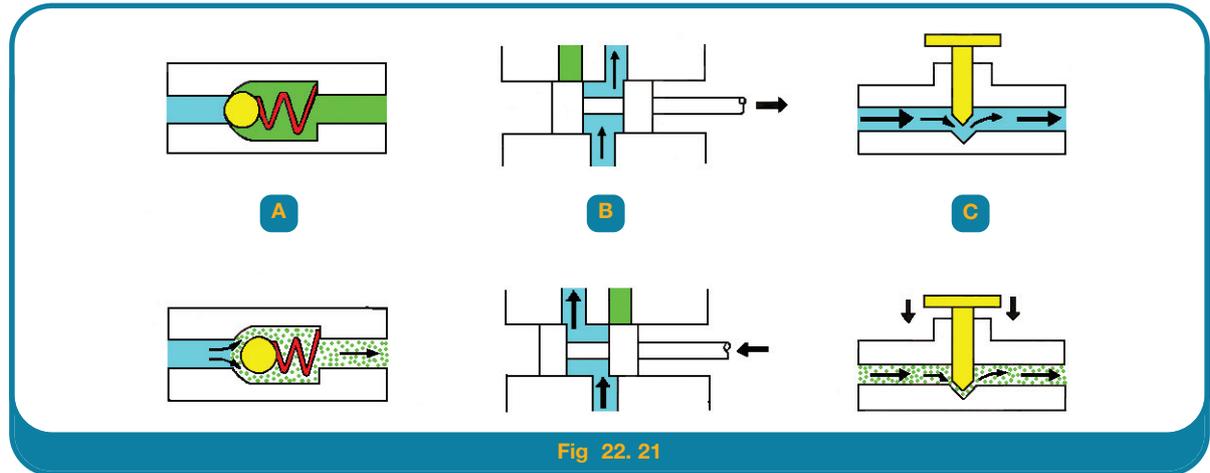


Fig 22. 21

com a finalidade de otimizar circuitos hidráulicos para respostas mais rápidas e eficazes.

As válvulas podem ser accionadas manualmente, através da força hidráulica ou pneumática, ou ainda electronicamente. Também aqui se podem fazer algumas combinações como, por exemplo, as válvulas electrohidráulicas onde, através de um solenoide, se acciona uma válvula de distribuição que, por sua vez, comanda uma outra de accionamento hidráulico.

- CILINDROS

O **cilindro**, denominado por **macaco hidráulico**, é o órgão que realiza o trabalho no sistema hidráulico. Transforma a força hidráulica em mecânica; são os “braços” dos circuitos hidráulicos.

Há dois tipos principais:

- **De êmbolos** – produzem um movimento rectilíneo e podem ser de efeito simples ou duplo.

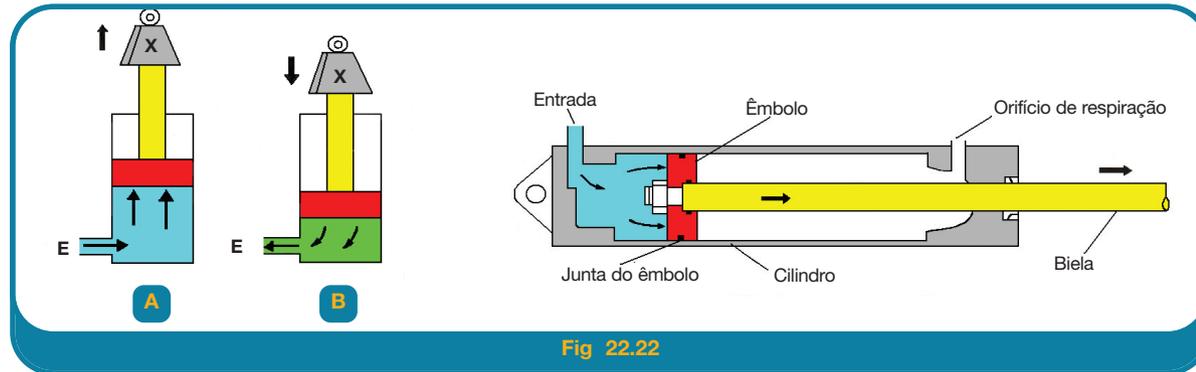


Fig 22.22

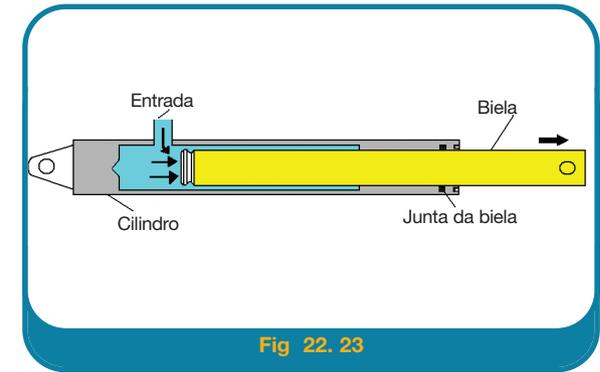


Fig 22.23

- **De simples efeito (Fig 22.22)** – a sua força actua num só sentido.

O óleo, sob pressão, entra pelo extremo do cilindro **E** para elevar a carga **X**. O cilindro volta a descer pelo peso da carga (ou pela força de uma mola) voltando o óleo a sair pelo mesmo extremo **E**.

Há macacos de simples efeito que não possuem êmbolo; é o extremo da própria biela que faz o efeito do dito (Fig 22.23).

Tem vantagens pois a biela é mais robusta, as juntas são exteriores e não necessita de orifício de respiração.

- **De duplo efeito (Fig 22.24)** – faz força nos dois sentidos. Quando o óleo, sob pressão, entra pelo orifício **E** distende-se e quando entra pelo **F** retrai-se. O óleo do lado oposto retorna ao depósito.

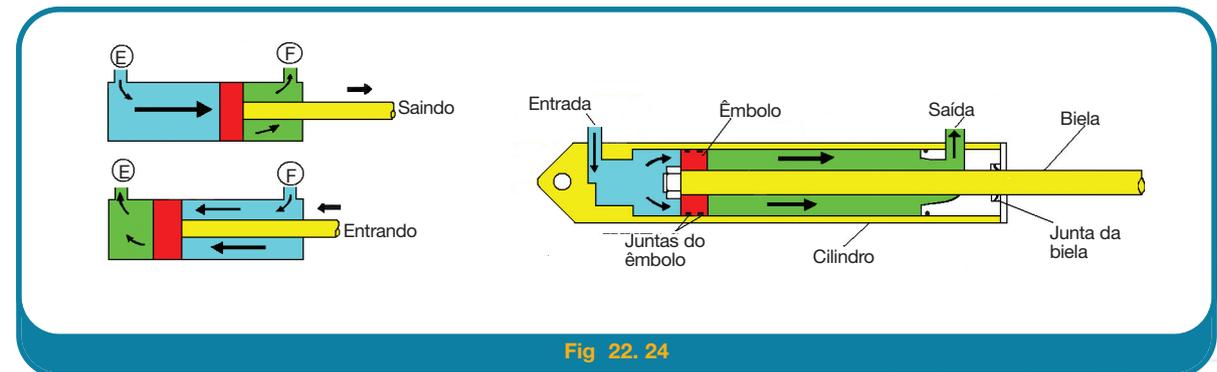


Fig 22.24

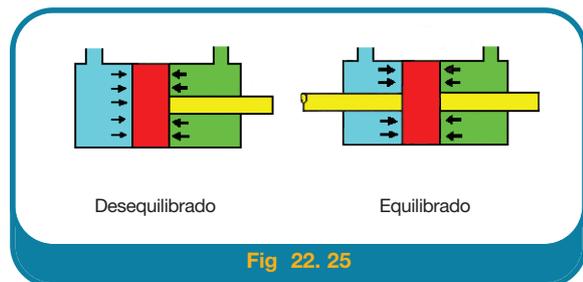


Fig 22.25

Os macacos de duplo efeito podem ser *desequilibrados* ou *equilibrados* (Fig 22.25). Desequilibrados quando existe um diferencial de força (pressão de óleo) sobre as duas faces do êmbolo. A face onde está montada a biela fica com uma superfície disponível menor que a face oposta, fazendo mais força na fase de distensão do que na de retracção.

Nos macacos equilibrados é montada uma biela em cada face do êmbolo, ficando com superfícies disponíveis iguais. Desta forma as forças são iguais, desde que a pressão do sistema seja estável.

- De palhetas (Fig 22.26) – normalmente são de duplo efeito e produzem movimento rotativo.

São constituídos por um cilindro com uma palheta fixa a este e uma segunda palheta solidária com o veio central, ao qual transmite movimento.

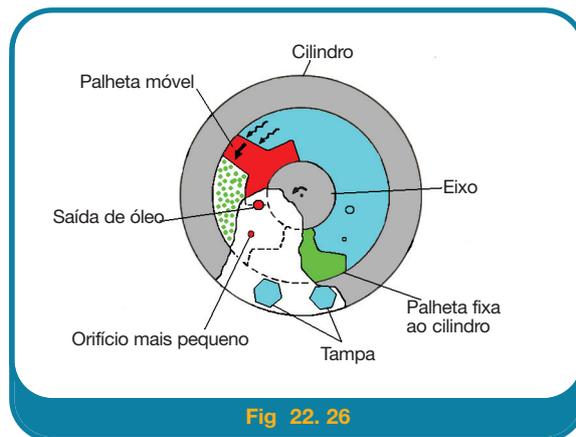


Fig 22.26

De cada lado da palheta fixa há orifícios, que podem ser de diâmetros diferentes, para saída e entrada de óleo, conforme a força se exerça para um ou outro lado.

A pressão do óleo faz girar a palheta móvel, solidária com o eixo e o óleo sai por um orifício situado no lado oposto do cilindro.

A velocidade do movimento pode diminuir-se; a palheta móvel, ao girar, chega a fechar o orifício de saída, mas o óleo continua a sair pelo orifício menor, diminuindo assim a velocidade do movimento.

Nos macacos hidráulicos são exercidas pressões elevadas, pois são eles que convertem a energia hidráulica em energia mecânica pelo que, tanto a nível de êmbolo como de biela, tem que existir uma estanqueidade perfeita e quem a garante é um conjunto de juntas, tanto estáticas como dinâmicas e que podem ser vedantes, retentores ou empanques. São elementos com alguma complexidade e formados de diversos materiais em função das pressões, temperaturas e condições de trabalho a que estão sujeitos.

MOTORES HIDRÁULICOS

Um motor hidráulico, tal como um macaco hidráulico, tem por função transformar a energia hidráulica em força mecânica. Enquanto que o macaco a converte em movimentos rectilíneos (empurrar ou puxar), o motor faz essa conversão em movimento rotativo (o cilindro de palhetas também é um conversor de força rotativa, só que limitado a menos de uma volta).

O motor hidráulico pode comparar-se a uma bomba hidráulica, mas a trabalhar inversamente. Enquanto que a bomba aspira o líquido e o envia para a saída, com mais ou menos pressão, o motor recebe o líquido enviado pela bomba, fazendo a pressão deste funcionar as peças móveis do motor (carretos, palhetas ou êmbolos).

Os motores, à semelhança das bombas, podem ser de engrenagens, palhetas ou êmbolos, com todas as suas subdivisões. Também, de igual forma, podem ser de caudal fixo ou variável.

ACUMULADORES HIDRÁULICOS

O acumulador de energia mais conhecido é a **mola**; ao ser comprimida acumula força que cede quando é libertada. Os acumuladores hidráulicos trabalham com o mesmo princípio.

São constituídos por um recipiente metálico com uma abertura inferior que fica em comunicação com o óleo de uma conduta do sistema hidráulico. No seu interior pode estar montado um balão de borracha expansivo, uma membrana a separar a parte inferior da superior ou um êmbolo.

Tanto o balão expansivo, quando existe, como a parte superior do recipiente são cheios a uma determinada pressão, com ar ou gás (nitrogénio). Na parte superior tem uma segunda abertura onde está montada uma válvula para carregamento com o gás. Desta forma existe uma câmara inferior com óleo e outra superior com gás ou ar. Quando a pressão do óleo do sistema hidráulico aumenta, por qualquer razão, este entra dentro do recipiente comprimindo, mais ou menos, o elemento gasoso. Esta energia, acumulada pela compressão do gás, vai ser

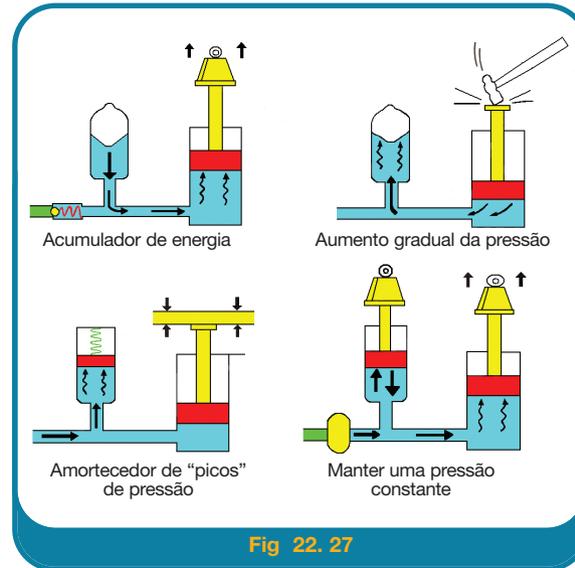


Fig 22.27

libertada duma maneira mais ou menos rápida quando a pressão no sistema hidráulico baixar.

As principais aplicações destes acumuladores são (Fig 22.27):

- como acumuladores de energia, como amortecedores para “picos” de pressão, para um aumento gradual da pressão e para manter uma pressão constante.

Nalguns acumuladores de êmbolo a energia pode ser acumulada através de molas, em substituição da compressão do gás.

RADIADORES DE ÓLEO

Nos modernos sistemas hidráulicos, que trabalham a elevadas pressões e a altas velocidades, torna-se necessário arrefecer o óleo. Os radiadores mais utilizados para o efeito funcionam por ar ou por água (Figs 11.3.4.1 e 11.3.4.2 da Nota Técnica nº 11.3.4); os arrefecidos por ar ficam, normalmente, montados paralelamente aos do sistema de arrefecimento do motor, sendo o ventilador o mesmo. Os arrefecidos por água montam-se próximo do motor e o líquido de arrefecimento é o mesmo do sistema de arrefecimento do motor.

TUBAGENS

A maior parte da tubagem do sistema hidráulico é formada por condutas internas e tubos, metálicos ou flexíveis.

As condutas internas são cavadas em blocos metálicos, resistentes a qualquer valor da pressão.

Os tubos metálicos oferecem uma determinada resistência a choques e a pressões, em função da espessura das suas paredes.

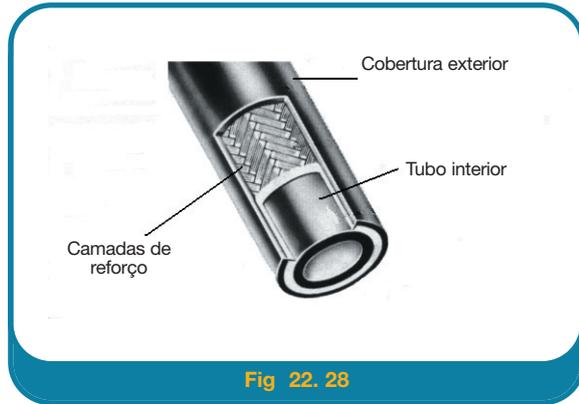


Fig 22.28

Os tubos flexíveis são os mais aconselhados para unir diferentes componentes do sistema. Para além de permitirem diversas curvas, absorvem vibrações e são de fácil instalação.

Um tubo flexível consta de (Fig 22.28):

- Um tubo interior em borracha sintética, lisa, flexível, resistente a temperaturas elevadas e à corrosão;
- Diversas camadas de reforço em fibra sintética, ou malha metálica capaz de resistir à pressão do circuito onde está instalado;

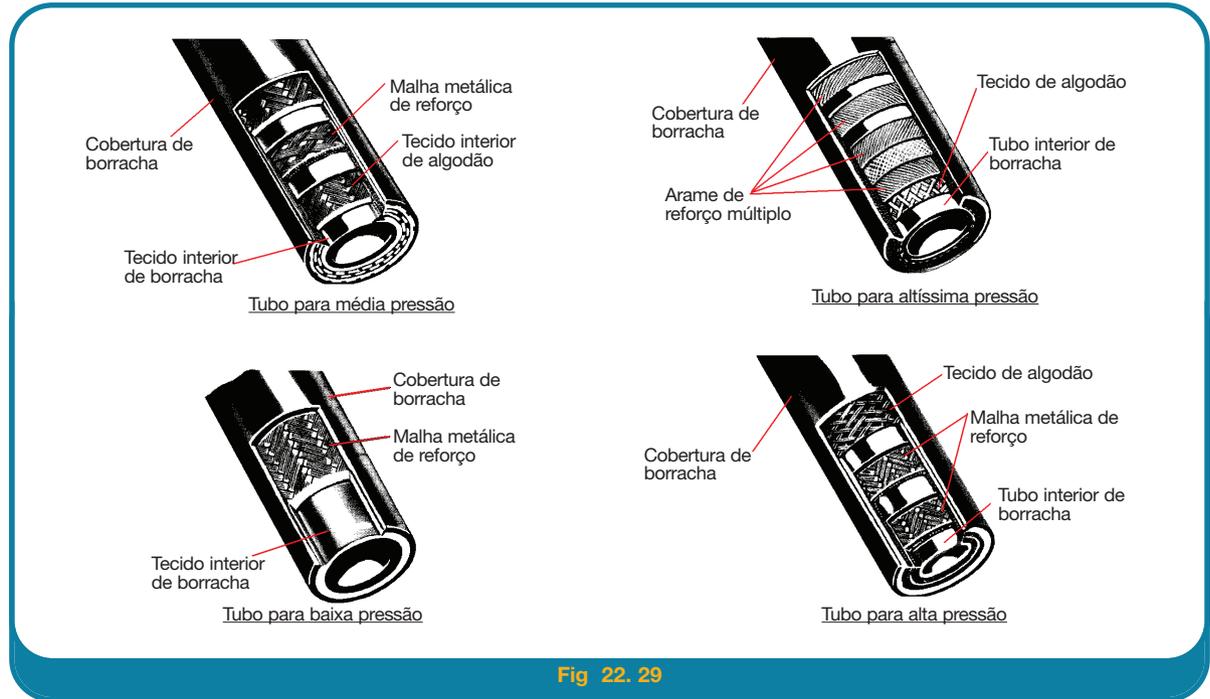
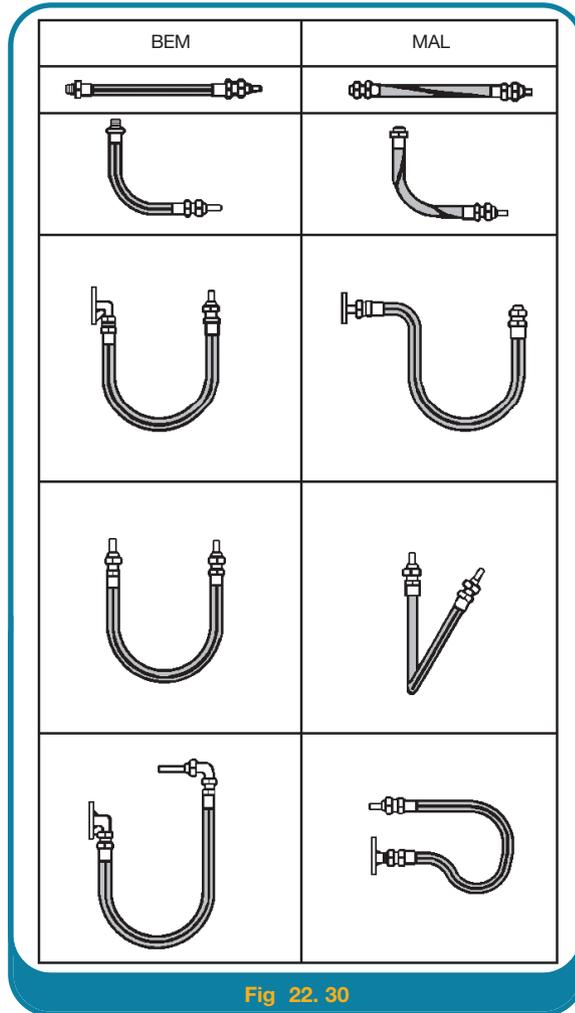


Fig 22.29

- Uma cobertura exterior para proteger as capas de reforço e resistente aos produtos abrasivos, ao óleo, à sujidade e à acção das condições atmosféricas.

Na figura 22.29 ilustram-se quatro tipos de tubos flexíveis para diferentes pressões.

Ao montar tubos flexíveis estes devem ficar folgados em relação aos pontos de fixação e/ou aos órgãos onde se fixam, que por vezes são móveis.

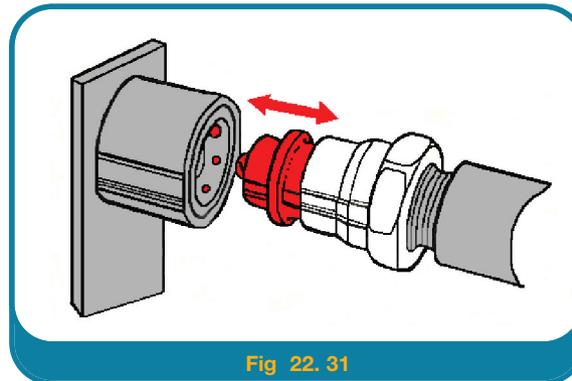


Também não devem:

- Ficar torcidos;
- Junto a fontes de calor sem protecção;
- Emaranhados uns com os outros.

A figura 22.30 elucida um pouco sobre a forma de instalação de tubos.

Os tractores agrícolas estão equipados com tomadas de óleo para accionar diversos equipamentos hidráulicos a eles montados ou rebocados, pelo que utilizam tubos flexíveis com algum comprimento e munidos de **ponteiras ou uniões**, as quais devem ser bem dimensionadas, sem arrastarem pelo solo ou ficarem entaladas com os órgãos móveis.



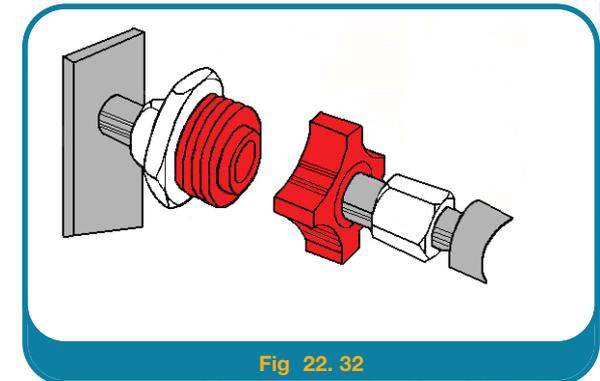
Há tomadas de óleo de diversos tipos; no entanto, as mais utilizadas são as de **encaixe rápido** (Fig 22.31) e as **roscadas** (Fig 22.32).

Ainda que estas ligações estejam preparadas para o seu fecho automático, o sistema da tubagem deverá ser despressurizado antes de se ligarem e desligarem, o que até torna mais fácil a ligação ou separação, não havendo perdas desnecessárias de óleo.

Quando não estão a ser utilizadas devem proteger-se com um bucal especial de protecção contra sujidade e água.

LÍQUIDO HIDRÁULICO

O **líquido hidráulico** é o meio utilizado para transmitir a energia desde a bomba até aos órgãos



de trabalho (macacos ou motores hidráulicos); utiliza-se o **óleo** e tem tanta importância como qualquer outro elemento do sistema.

A sua primeira função no sistema é a de transmitir força; no entanto, tem que cumprir outras, tais como lubrificar as peças em movimento, conservar-se inalterado por um longo período de tempo, proteger todos os órgãos da oxidação e corrosão e não fazer espuma, permitindo o desprendimento de bolhas de ar ou água.

Também tem que conservar um grau de viscosidade adequado às temperaturas, bastante amplas, a que está sujeito.

Devido à complexidade dos sistemas hidráulicos modernos, o óleo deve ser sempre o indicado pelo fabricante do equipamento, respeitando tanto a viscosidade como as restantes características.

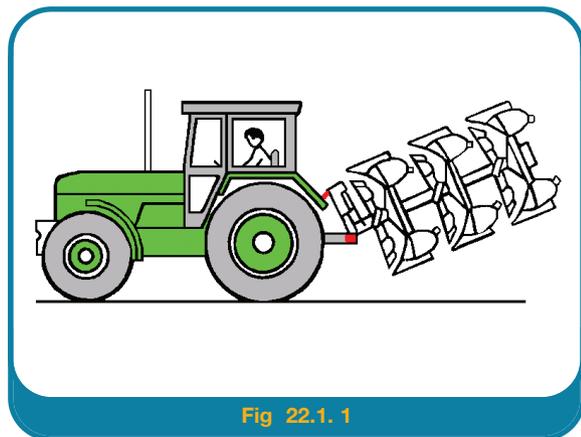


Fig 22.1. 1

As alfaias ligadas ao tractor são montadas, semi-montadas ou rebocadas.

As **montadas** ficam solidárias com o tractor através do **engate aos três pontos** (Fig 22.1.1).

As vantagens principais deste tipo de engate são a facilidade na execução de manobras, o deslocamento do conjunto em estrada e, em trabalho, o aumento da capacidade de tracção.

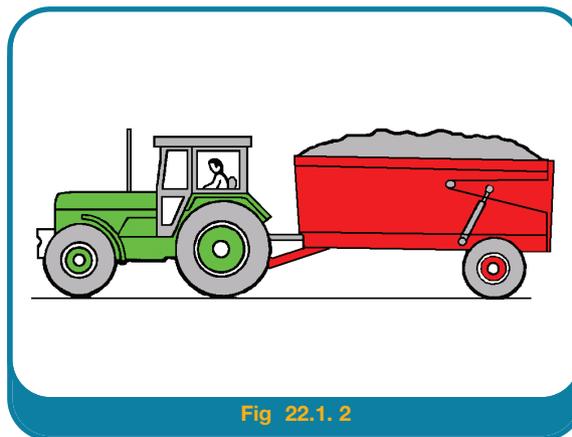


Fig 22.1. 2

Como inconvenientes apontam-se o aumento da compactação do solo e a menor precisão na condução, resultante da transferência de peso do trem dianteiro para o traseiro, principalmente nos tractores de tracção simples.

Nos equipamentos **semi-montados** (Fig 22.1.2) parte do peso recai sobre o tractor sendo o restante suportado, normalmente, por rodas ou patins do próprio equipamento.

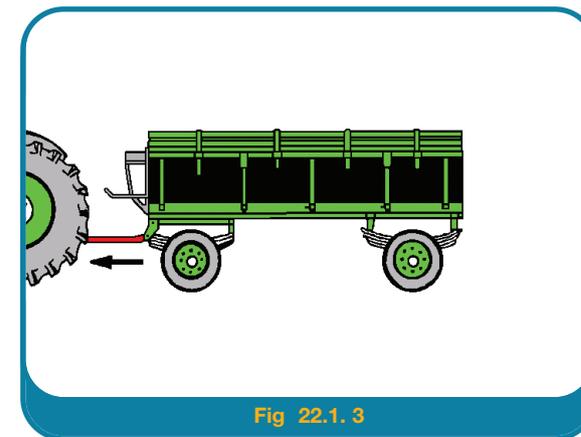
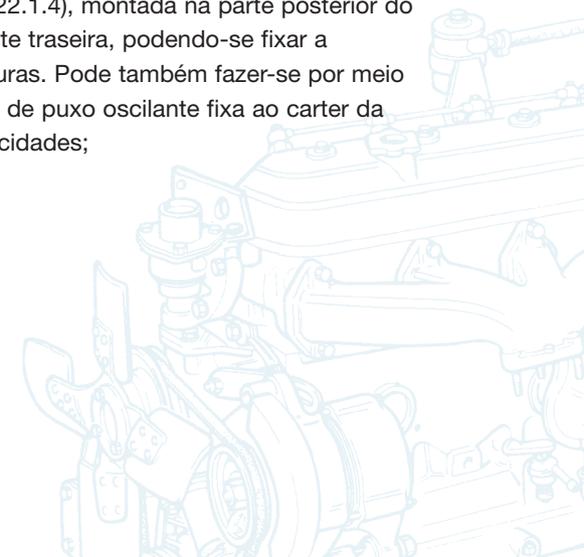


Fig 22.1. 3

Nas alfaias **rebocadas** (Fig 22.1.3) todo o seu peso é assente em rodas ou directamente no solo. O engate é feito através de uma peça designada **boca de lobo** (Fig 22.1.4), montada na parte posterior do carter da ponte traseira, podendo-se fixar a diferentes alturas. Pode também fazer-se por meio de uma barra de puxo oscilante fixa ao carter da caixa de velocidades;



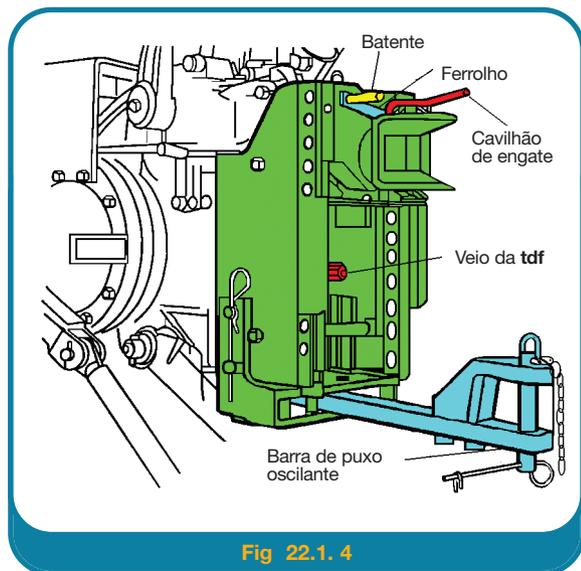


Fig 22.1. 4

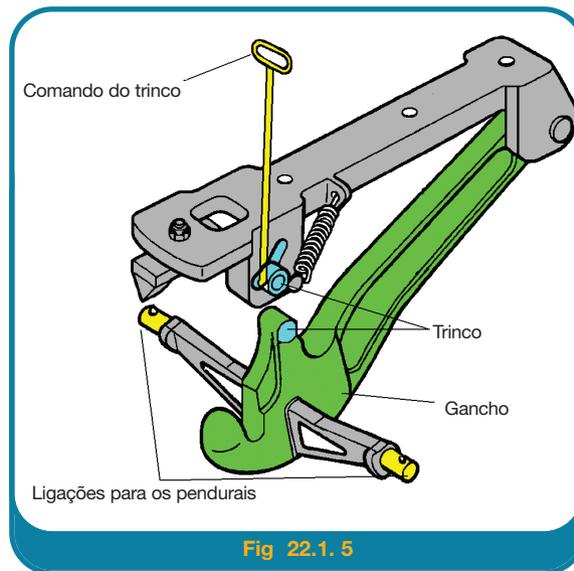


Fig 22.1. 5

também pode ser por um **gancho automático** (Fig 22.1.5) colocado na parte posterior do carter da ponte traseira do tractor e accionado pelo sistema hidráulico.

O engate de três pontos (Fig 22.2.1) faz-se em três rótulas na extremidade dos braços do hidráulico. Designam-se por ponto 1, 2 e 3, respectivamente, a extremidade do braço inferior esquerdo, braço inferior direito e braço superior do hidráulico.

Os braços inferiores do hidráulico, quando necessário, podem unir-se por uma barra transversal e perfurada, denominada *barra de puxo* ou *barra de engate*.

O engate de três pontos também pode ser frontal.

O movimento do êmbolo do hidráulico transmite-se ao eixo de elevação em cujos extremos estão os **braços de levantamento** que se unem aos **braços inferiores** ou **barras de tracção** por intermédio dos **pendurais, suspensores** ou **tirantes**, sendo o seu comprimento regulável através de manivelas. Por vezes o tirante esquerdo não está provido de manivela, considerando-se fixo; no entanto, quase sempre é possível alterar o seu comprimento recorrendo à desmontagem.

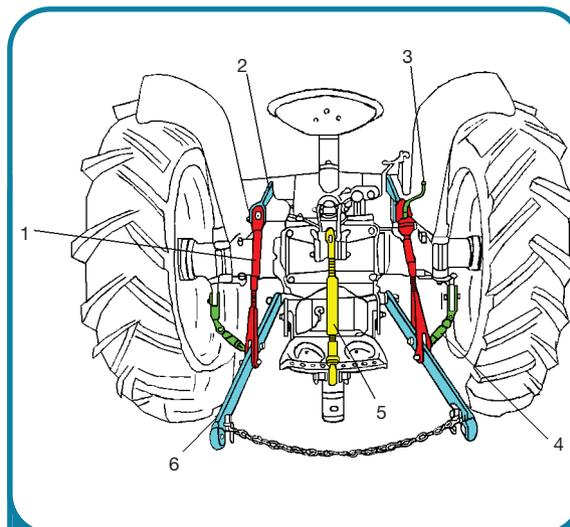


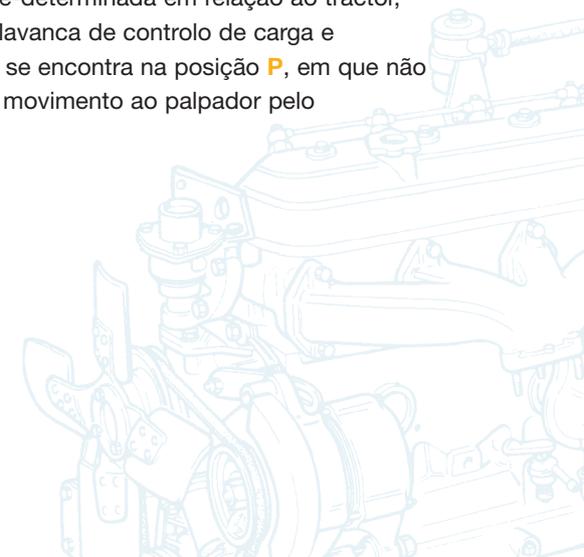
Fig 22.2. 1

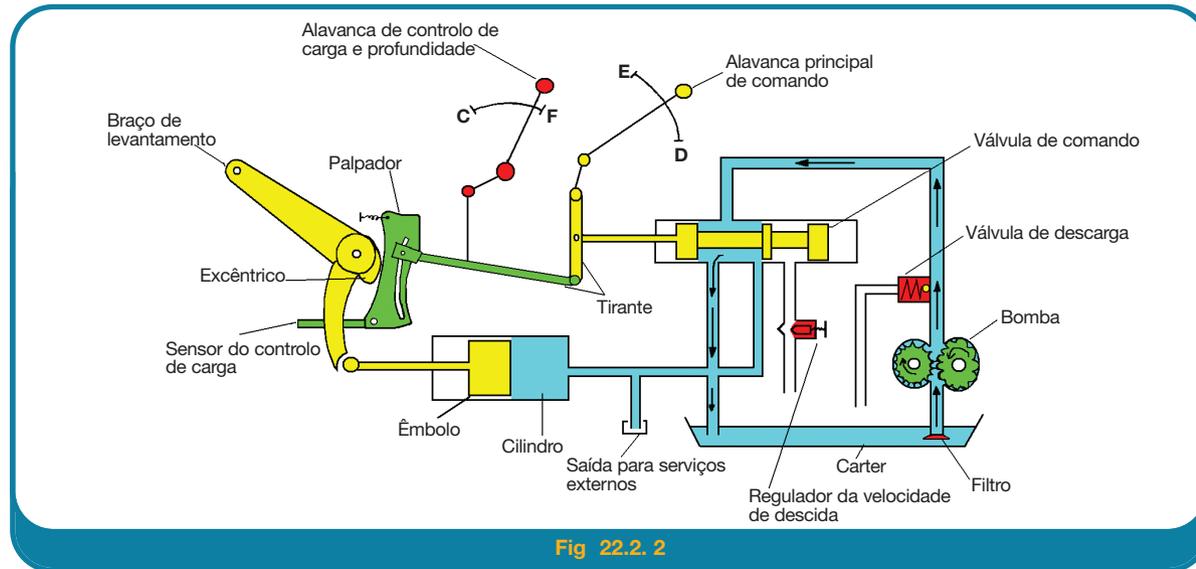
- 1 – Pendural, suspensor ou tirante
- 2 – Braço de levantamento
- 3 – Manivela de regulação
- 4 – Corrente ou barra estabilizadora
- 5 – Braço superior do hidráulico, barra de compressão ou barra do terceiro ponto
- 6 – Braço inferior do hidráulico ou barra de tracção esquerda

O braço superior do hidráulico, barra de compressão ou barra do terceiro ponto é montado num ponto fixo do tractor que pode estar sujeito à pressão de uma mola e ligado por alavancas ao sistema hidráulico.

Os comandos que se exercem sobre as alfaias, através do sistema de levantamento hidráulico e a transmissão dos esforços até ao mecanismo do referido sistema, são essencialmente três: - controlo de posição; posição livre ou flutuante; controlo automático de profundidade, controlo de tracção ou controlo de esforço.

Controlo de posição – vejamos a figura 22.2. 2. A cada posição da alavanca principal de comando corresponde uma posição dos braços de levantamento, permitindo assim manter uma alfaia a uma altura pré-determinada em relação ao tractor, dado que a alavanca de controlo de carga e profundidade se encontra na posição **P**, em que não é transmitido movimento ao palpador pelo excêntrico.



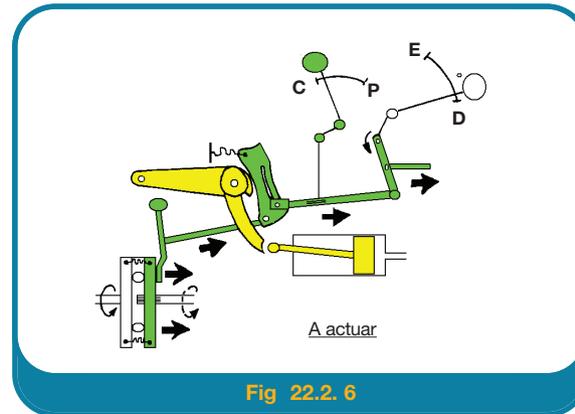
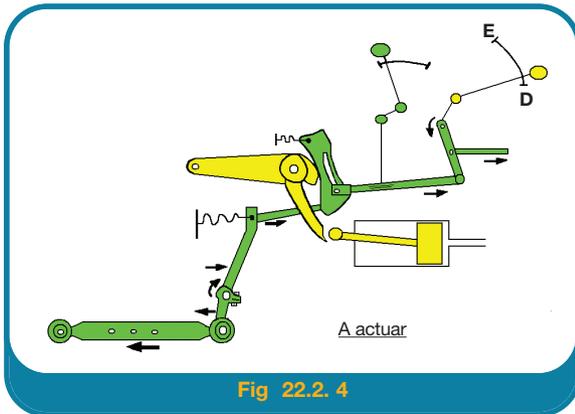
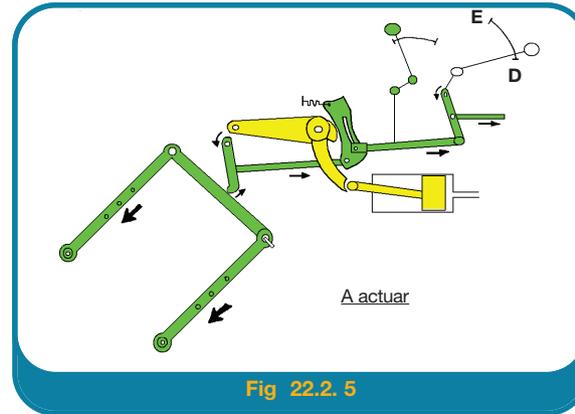
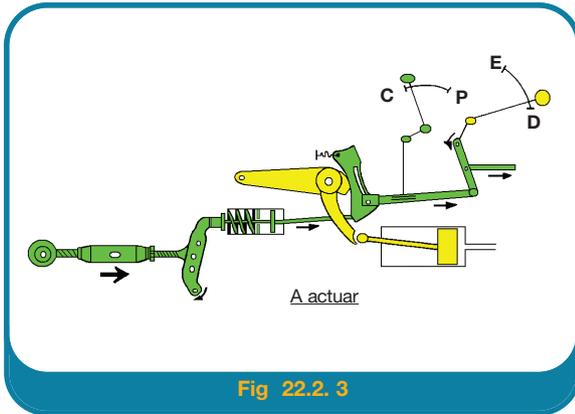


Utiliza-se em trabalho com distribuidores de adubo, pulverizadores, etc., mantendo uma altura constante acima do nível do solo.

- **Posição livre ou flutuante (Fig 22.2.2)** – o sistema de levantamento hidráulico só serve para elevar a alfaia já que, durante o trabalho, a profundidade ou altura que atinge está em função da sua capacidade de penetração, ou limitada por dispositivos próprios de regulação como, por exemplo, rodas ou patins.

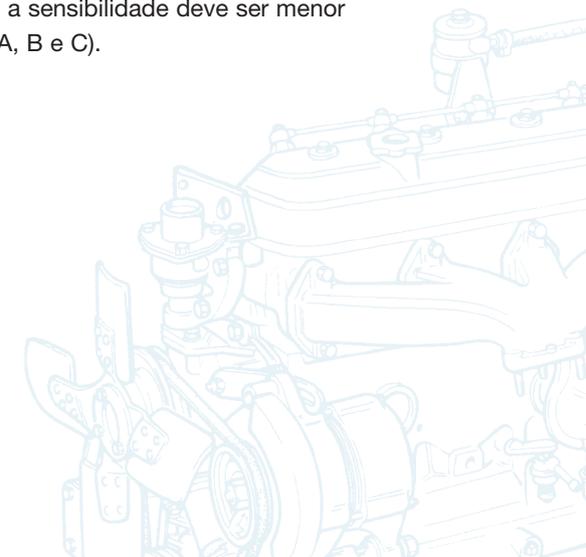
Utiliza-se em trabalho com fresas, semeadores, etc.

- **Controlo de tracção**, também designado por **controlo de esforço e controlo automático de profundidade** – mantém-se constante o esforço de tracção do tractor visto que uma vez regulada a profundidade de trabalho, ela variará segundo limites pequenos, sempre que o terreno ofereça uma maior resistência à passagem da alfaia.



Este controlo, que se consegue quando a alavanca de controlo de carga se encontra na posição **C**, utiliza as flutuações da reacção do solo sobre a alfaia por intermédio de um ponto apropriado, o qual é comandado, conforme os tractores, pelo braço superior do hidráulico (Fig 22.2.3), pelos braços inferiores do hidráulico (Figs 22.2.4 e 22.2.5), ou ainda por detecção do binário transmitido às rodas motrizes (Fig 22.2.6).

Conforme as condições de trabalho relativamente à resistência oferecida pelo solo, a sensibilidade do sistema de controlo de tracção pode regular-se actuando sobre a alavanca de controlo de carga. Deslocando-a para a posição **C** aumenta-se a sensibilidade dos impulsos vindos da alfaia. Em terrenos arenosos e/ou fáceis de trabalhar, o sistema deverá estar mais sensível, comparativamente ao trabalho a efectuar em terrenos mais pesados e difíceis, onde a sensibilidade deve ser menor (Fig 22.2.7 – A, B e C).



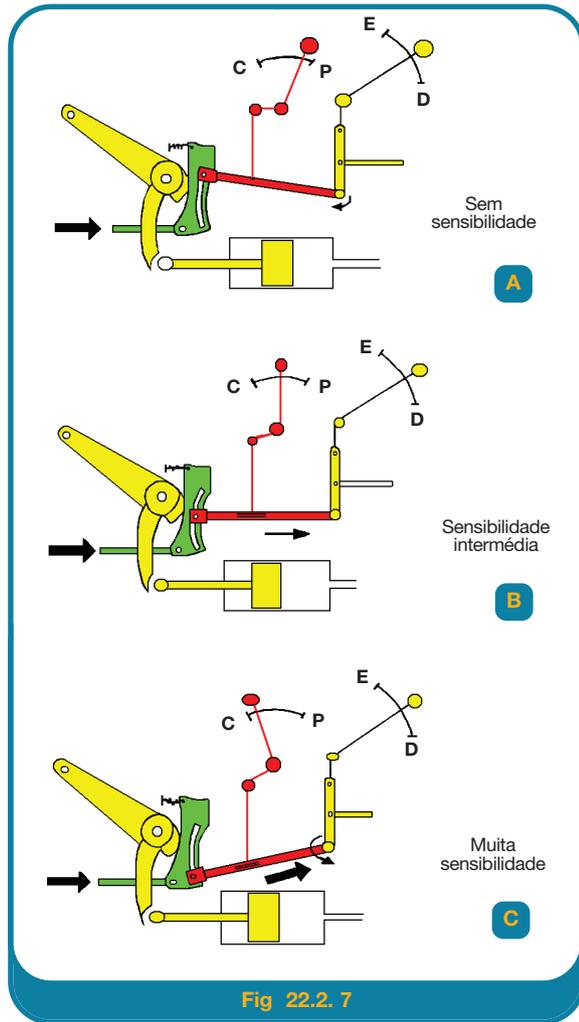


Fig 22.2. 7

Nos tractores em que o comando é feito pelo braço superior do hidráulico escolhe-se a posição, na furação disponível, mais adequada à circunstância.

Em determinados tractores, também é possível utilizar o controlo de posição em simultâneo com o controlo de tracção, designando-se então por **sistema de controlo misto**; permite, em lavoura por exemplo, definir uma determinada profundidade máxima com o controlo de posição, actuando o controlo de tracção até essa mesma profundidade. Consegue-se, desta forma, uma profundidade mais regular uma vez que a alfaia, ao passar numa zona onde o solo oferece menos resistência, tenderia a aprofundar até o valor atingir o parâmetro para o qual o controlo de tracção está regulado. Isso não acontece porque a profundidade máxima está pré-definida pelo controlo de posição.

No funcionamento do hidráulico, quando se faz subir ou descer os braços em qualquer posição intermédia, quer por actuação do operador, quer através do controlo de tracção, o veio que suporta os braços movimenta um excêntrico com ele solidário, actuando num *palpador* ou *captor* que, através de tirantes, por vezes dispostos em paralelogramo, comandam o distribuidor, interrompendo a subida ou descida dos braços em função da ordem dada, mantendo assim posições neutras em qualquer parâmetro entre a máxima subida e descida dos referidos braços (Fig 22.2.2).

Cada vez mais os diferentes órgãos dos tractores agrícolas são geridos por **componentes electrónicos**. O sistema hidráulico foi um dos primeiros a beneficiar desta tecnologia.

Consta, essencialmente, de um microprocessador, captores de posição e de tracção, electrodistribuidor ou electroválvulas e uma consola de comandos (Fig 22.2.8).

Neste sistema podem-se gerir electronicamente os controlos de posição e de tracção, a velocidade real e a patinagem, também conhecida como escorregamento.

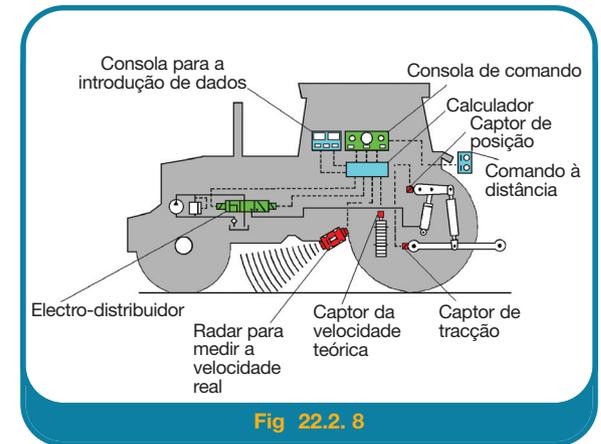


Fig 22.2. 8

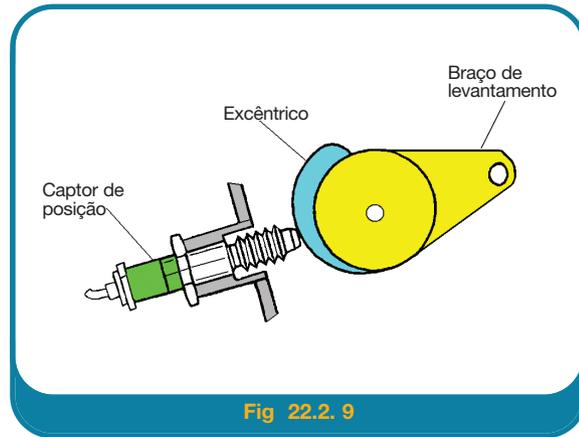


Fig 22.2.9

- **Controlo de posição por comando electrónico** - este comando baseia-se na comparação efectuada entre a tensão definida num potenciómetro, pelo operador e um captor de posição instalado no excêntrico do veio dos braços do hidráulico (Fig 22.2.9).

Quando se verifica uma diferença entre o valor introduzido pelo operador e o captor de posição, é activado um selenóide que acciona o distribuidor, fazendo subir ou descer os braços do hidráulico até as tensões entre eles serem iguais, ficando o sistema na posição neutra, tal como acontece no comando mecânico (Fig 22.2.2).

O sistema utilizado para comparar os sinais emitidos pelos captores e potenciómetros pode ser do tipo *analógico* ou *digital*.

- **Controlo de tracção por comando electrónico** - este sistema utiliza captores instalados, normalmente, nos braços inferiores do hidráulico, que medem a variação da força de tracção e a transmitem a um microprocessador que vai comandar o selenóide do distribuidor, fazendo subir ou descer os braços de levantamento.

O sinal transmitido, tal como no controlo de posição, pode ser analógico ou digital.

Os dados fornecidos pelo operador têm a ver com a escolha do controlo (posição, tracção ou misto), profundidade de trabalho, maior ou menor sensibilidade e supressão do controlo.

Em função da profundidade de trabalho e da sensibilidade escolhida, os captores de tracção e posição emitem, constantemente, sinais ao microprocessador que, uma vez comparados com os fornecidos pelo operador, actuam nas electroválvulas deslocando-as com muita precisão e com movimentos de reacção muito curtos e rápidos, o que permite uma boa qualidade de trabalho.

- **Controlo da velocidade real** - é efectuado por um *feixe de raios* dirigidos para o solo, no sentido do avanço do tractor e colocado a meio do mesmo para minimizar as oscilações, com uma inclinação de 35 a 45° (Fig 22.2.8).

O seu funcionamento baseia-se no efeito de Doppler que consiste na emissão de um sinal de frequência, que se reflecte no terreno, voltando ao emissor que o recebe com uma variação de frequência proporcional à velocidade de deslocação do tractor.

Apesar das radiações emitidas não serem perigosas para o homem deve-se evitar olhar directamente para o emissor quando em funcionamento.

- **Controlo de escorregamento ou patinagem** - em todos os trabalhos agrícolas, muito especialmente no campo, onde o tractor exerce força de tracção sobre qualquer equipamento, regista-se uma determinada **taxa de patinagem**, aceitável até cerca de 10 a 15 %. Valores superiores conduzem a gastos exagerados de combustível e pneus, diminuição da capacidade de trabalho e degradação da estrutura do solo.

A patinagem é medida em percentagem e obtém-se pela relação da diferença entre a **distância teórica** (sem patinagem) e a **distância real**, sobre a distância teórica vezes 100.

$$\text{Patinagem \%} = \frac{D - d}{D} \times 100 \quad \text{em que}$$

D = Distância percorrida sem patinagem.

d = Distância percorrida com patinagem.

A **velocidade real** pode obter-se por um radar e a **velocidade teórica** é determinada por um *captor de velocidade* colocado na transmissão do tractor.

A taxa mínima de patinagem é dada por um computador de bordo que calcula, permanentemente, o seu valor.

Quando em trabalho, o operador pode seleccionar, no computador de bordo, uma taxa fixa máxima de patinagem. Quando a diferença entre a velocidade teórica e a real for igual ao valor seleccionado, o sistema hidráulico actua e levanta o equipamento, diminuindo assim a força de tracção exigida pela alfaia, sobrepondo-se este valor e esta reacção ao valor determinado para o controlo de tracção.

Os tractores agrícolas actuais têm vários componentes eléctricos tais como faróis de iluminação e sinalização, velas de aquecimento, buzina, aquecimento de cabinas, limpa pára-brisas, motor de arranque, gerador, bateria, computador de bordo, diodos, transístores, sensores ou captosres, radares, etc.

Na montagem de todos estes componentes e respectivos condutores de união, procuram os fabricantes que os mesmos fiquem mais ou menos protegidos por blindagens e que obedeçam a normas estabelecidas em termos de simbologia, de modo a que seja possível, através de um esquema do circuito eléctrico de cada veículo, determinar os seus componentes assim como a ligação dos mesmos e os seus valores.

Os principais elementos do sistema eléctrico são:

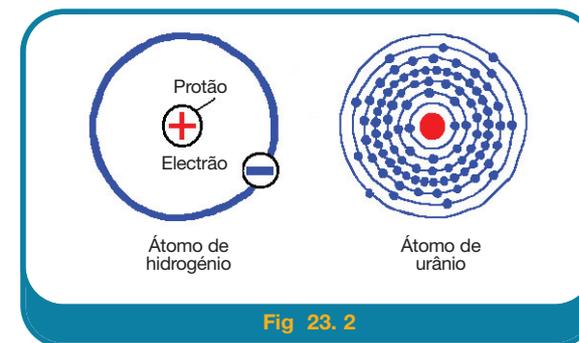
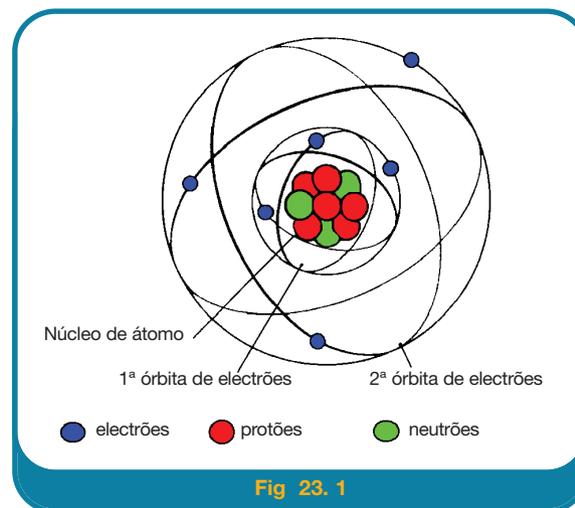
- Sistema de iluminação e sinalização;
- Motor de arranque;
- Regulador;
- Alternador (dínamo, nos mais antigos);
- Bateria;
- Condutores;
- Componentes electrónicos.

Ao falar de electricidade convém saber alguns pontos fundamentais.

A **corrente eléctrica** não é mais do que um fluxo de **electrões** que se propagam em cadeia, num **condutor**, a cerca de 300.000 quilómetros por segundo. Para compreender isto temos que saber um pouco sobre o átomo.

Átomo é a parte mais pequena em que se pode dividir um corpo simples, isto é, de um corpo puro em que não haja mais de um único elemento.

Toda a matéria é formada por **moléculas**, que são agrupamentos de átomos. Por sua vez cada átomo consiste num determinado número de **electrões**, com cargas eléctricas negativas, que circulam em



órbitas definidas à volta de um **núcleo** que é composto de **protões** com carga eléctrica positiva e de **neutrões** que são electricamente neutros, conforme se pode observar na figura 23.1.

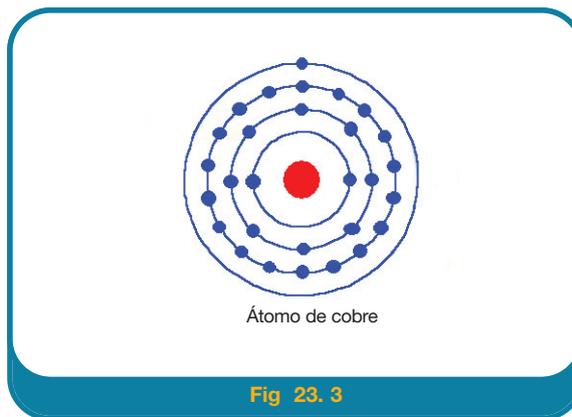
Cada átomo contém o mesmo número de electrões e de protões encontrando-se, deste modo, em equilíbrio eléctrico dado que no seu estado normal o átomo é sempre electricamente neutro.

O número de electrões e protões de cada átomo está relacionado com a estrutura elementar da matéria.

O átomo mais simples é o de hidrogénio. Como se pode ver na figura 23.2, consta de um único electrão em órbita e de um núcleo com um protão. Um átomo dos mais complexos é o de urânio que contém 92 electrões em órbita de um núcleo com 92 protões.

Como se disse, a corrente eléctrica é um fluxo de electrões, os quais se desprendem do seu núcleo por acção de uma força ou excitação externa. Estes electrões desprendem-se do átomo a que pertencem com maior ou menor facilidade tendo em conta o número de electrões existentes na última órbita e a coesão com ela. Reside aqui o “segredo” da boa ou má condutibilidade de um elemento para a electricidade, sendo estes electrões da órbita exterior que facilitam todos os fenómenos eléctricos, recebendo o nome de **electrões de valência**. Regra geral, átomos que contenham até quatro electrões na última órbita podem ser **bons condutores**; é o caso do ouro, prata, cobre, latão, etc. Com mais de quatro electrões dizem-se **maus condutores** ou até mesmo **isolantes**, como a borracha, baquelite, papel, cerâmica, etc.

O elemento mais utilizado na condutibilidade da corrente eléctrica é o cobre, não só por razões económicas mas também pela composição dos seus átomos, com 29 protões no núcleo e 29 electrões distribuídos em quatro órbitas, contendo



apenas um na última, como se pode ver na figura 23.3, o que o torna um bom condutor.

Como já foi referido, o átomo está, habitualmente, em equilíbrio eléctrico. Isso significa que a quantidade de cargas negativas dos electrões é igual à quantidade de cargas positivas dos protões do núcleo. Quando esse equilíbrio é perturbado, os próprios electrões procuram retornar ao estado

inicial. Essa tendência para o equilíbrio dos electrões chama-se **tensão** e é medida em **volts (V)** com um aparelho denominado **voltímetro**.

A intensidade da corrente eléctrica é determinada pela quantidade de electrões que se movimentam no condutor em um segundo; é designada por **I** e medida em **ampères (A)** através de um instrumento denominado **amperímetro**.

A **potência eléctrica (P)**, medida em **Watts (W)**, é expressa como o produto da tensão pela intensidade da corrente e é através deste valor que se escolhe, por exemplo, a potência de uma lâmpada.

Os materiais oferecem uma certa resistência à movimentação dos electrões. Esse efeito de “travagem” dos electrões, que recebe o nome de **resistência**, tem como unidade básica o **Ohmio** e é expressa pela letra grega **omega**, leva os materiais a serem classificados em condutores, semi-condutores e isolantes. Como exemplo temos, respectivamente, o cobre, o germânio e a borracha.

- | | |
|---|--|
| A1 - Farol esquerdo | L - Lâmpada de controle de máximos |
| Ar - Farol direito | M - Interruptor geral (chave) |
| Br - Farol de mudança de direcção e mínimos à frente e à direita | N - Emissor de sinais luminosos intermitentes |
| B1 - Farol de mudança de direcção e mínimos à frente e à esquerda | P - Motor do limpa-pára-brisas |
| C - Farol de mudança de direcção, travagem e presença direito | Q - Interruptor de pressão de óleo |
| D - Farol de mudança de direcção, travagem e presença esquerda | R - Regulador de tensão |
| E - Tomada de corrente | S - Gerador |
| F - Interruptor de buzina | T - Bateria |
| G - Buzina | Z - Farol de trabalho |
| H - Lâmpada de controle de presença de óleo | U - Motor de arranque |
| K - Lâmpada de controle de carga | V - Interruptor de farol de stop |
| | X - Fusíveis |
| | Y - Interruptor de sinais de mudança de direcção |

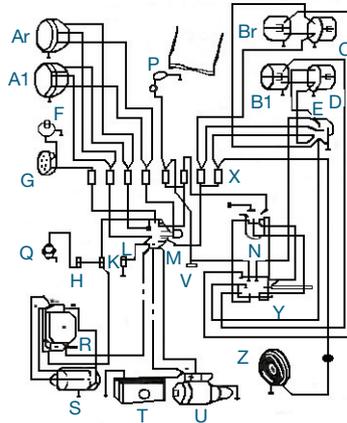


Fig 23.4

23.5, composto de condutores, chave, consumidor, interruptor, fusível e fonte de alimentação (bateria).

Através de uma chave (interruptor) o circuito eléctrico pode ser fechado (ligado) ou interrompido (desligado). Neste caso a fonte de alimentação é uma **bateria**, onde os pontos de ligação se denominam por **polos** ou **bornes**.

Havendo escassez relativa de electrões no polo positivo (+) e excesso no negativo (-), os electrões fluem do polo negativo através dos condutores, consumidor e chave (fechada) para o polo positivo. No interior da fonte de alimentação (bateria) os electrões fluem do polo positivo para o negativo.

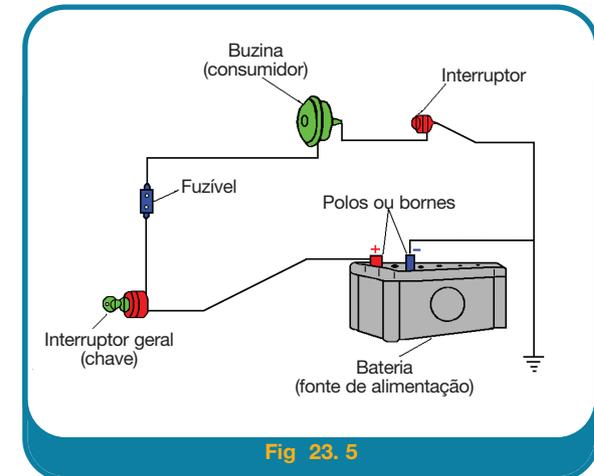


Fig 23.5

A instalação eléctrica de um trator (Fig 23.4) é sectorizada em circuitos eléctricos fechados.

Para que o fluxo de electrões percorra um condutor, ou seja para que a corrente eléctrica seja mantida, há necessidade de que ambas as pontas do condutor estejam em contacto com a fonte causadora da perturbação do estado de equilíbrio dos átomos, denominada genericamente **fonte de alimentação**. Essa corrente eléctrica, que flui num condutor,

apenas é perceptível pelos efeitos que produz e que são observados nas lâmpadas (luz), nos motores (rotações), etc. Tais equipamentos são denominados impropriamente de consumidores, pois na realidade não consomem mas, isso sim, transformam a energia eléctrica em outras formas de energia.

Ao reunir-se, através de condutores, a fonte de alimentação aos consumidores obtém-se um circuito eléctrico fechado, como se pode observar na figura

Em corrente eléctrica há dois tipos a considerar: **corrente contínua (DC)** e **corrente alternada (AC)**. A primeira é a que é conduzida num condutor e consumidor no mesmo sentido; este tipo de corrente é facilmente acumulável; contudo é de difícil transformação. É utilizada, geralmente, em todos os tractores e veículos automóveis. A segunda aparece, normalmente, na rede industrial e doméstica e toma o nome de alterna porque muda de polaridade, numa maneira geral, 50 vezes por segundo. É difícil acumulá-la mas, com o auxílio de um *rectificador*, com facilidade se transforma em contínua.

A condução da corrente eléctrica é feita através de **cabos**, os quais são constituídos por vários filamentos de cobre dispostos em cordão. Um revestimento de plástico serve de isolamento e pela cor deste é fácil identificar o circuito de determinado órgão ou órgãos.

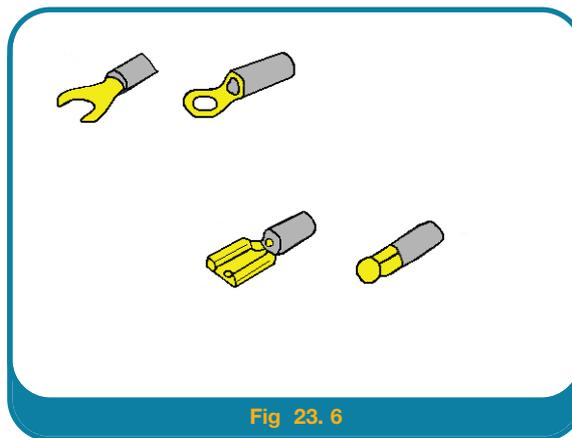


Fig 23. 6

Para estabelecer as uniões dos cabos aos diferentes órgãos usam-se **terminais**, que podem ser de vários tipos, tal como se pode ver na figura 23.6.

Na montagem dos terminais deve haver cuidado, para que todos os filamentos do cabo fiquem ligados. Para evitar a oxidação, tal como o verdete e a ferrugem, estas uniões devem ser soldadas, para que não se verifiquem quebras de tensão. Por exemplo, 15 % de quebra de tensão corresponde a uma perda de luz, numa lâmpada, de cerca de 45 %. Actualmente já existem terminais preparados para evitar estes inconvenientes.

O valor de um cabo é dado pela sua secção nominal, em mm². Segundo a tabela seguinte indicam-se valores aproximados, em Ampères, para diferentes secções de cabo.

Secção (em mm ²)	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120
Carga (em Ampères)	10	12	16	21	27	35	48	65	88	110	140	175	215	255

A capacidade a suportar pelo cabo calcula-se segundo a fórmula seguinte:

$$\text{Volt} \times \text{Amp} = \text{Watt}$$

Para cada consumidor (ex: farol de médios) e para cada cabo condutor é conhecida a corrente máxima admissível. Quando os valores são ultrapassados, por sobrecargas ou curto-circuito (ligação directa entre o + e o -), corre-se o risco de danificar o consumidor e os cabos condutores, ou até provocar um incêndio.

Para salvaguardar estas situações existem os **fusíveis**, que são peças em cerâmica, vidro ou plástico, com capas em metal e um arame de fusível que estabelece a ligação e está calibrado para suportar uma carga pré determinada. Este arame de fusível é a parte mais fraca do circuito e quando ocorre uma sobrecarga ou curto-circuito “queima-se” por aquecimento, interrompendo assim a passagem da corrente. Cada fusível permite uma passagem de corrente nominal, em conformidade com o consumidor, que está indicada no próprio fusível. Ex: 8 Amp.

A figura 23.7 exemplifica 3 tipos de fusíveis, havendo-os com outras formas e feitios diferentes.

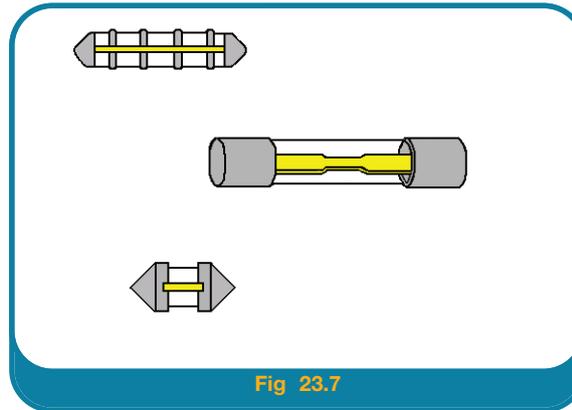


Fig 23.7

Actualmente, os mais utilizados são os **automáticos** que funcionam segundo o princípio bimetálico e o seu valor calcula-se segundo a fórmula anteriormente apresentada.

Os circuitos de corrente eléctrica são interrompidos ou fechados através de **interruptores** os quais podem ser simples, de abrir e fechar como o indicado na figura 23.8 - C, ou mais completos tal como em 23.8 - A. São accionados manual ou automaticamente tal como, por exemplo, o interruptor da pressão do óleo (Fig 11.3.5.3 da Nota Técnica nº 11.3.5) e da luz de stop.

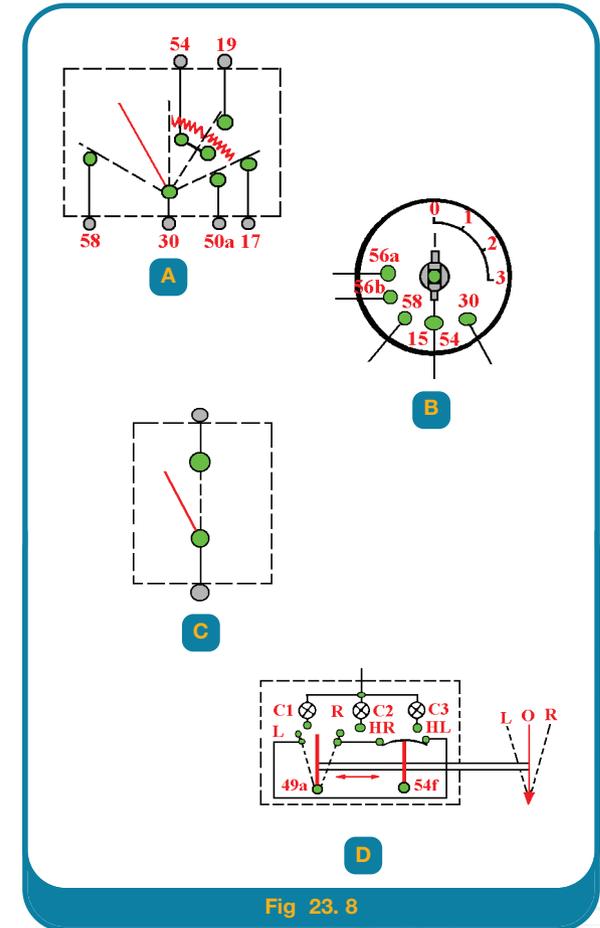


Fig 23.8

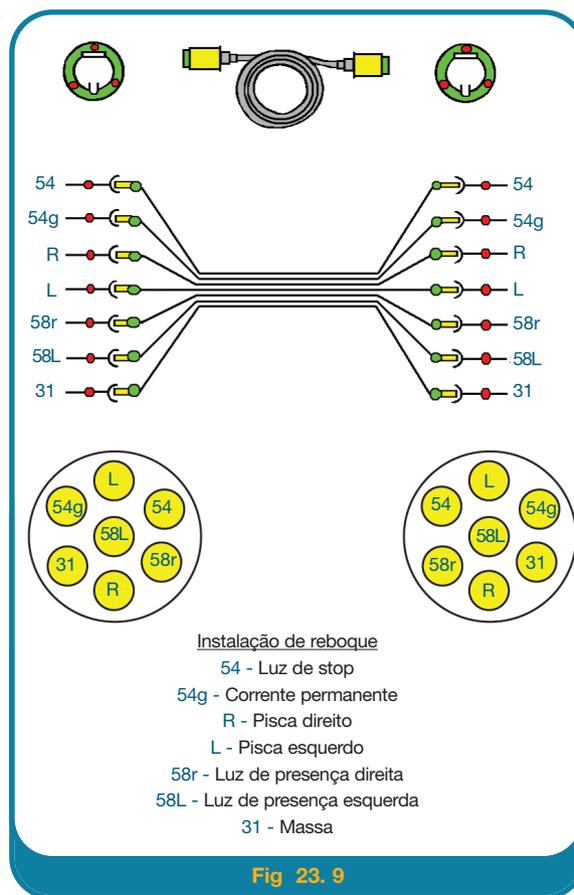
Também há interruptores automáticos eléctricos, denominados **relés electromagnéticos**, que estabelecem a ligação de componentes que necessitam de grande intensidade de corrente, como é o caso da bobine de chamada do motor de arranque.

Nos tractores existe uma tomada de corrente para estabelecer os circuitos eléctricos para o reboque, quando atrelado. Desta tomada devem fazer parte todos os circuitos obrigatórios por lei, mais um condutor para estabelecer uma boa “massa”.

A sua montagem deve obedecer a um código europeu para que qualquer tractor possa trabalhar com qualquer reboque. Indica-se, no esquema da figura 23.9, esse código, bem como o esquema de ligações.

Actualmente e cada vez mais, a **electrónica** é uma constante no sistema eléctrico dos tractores.

O termo electrónica apareceu na altura da descoberta das ondas hertzianas e, com elas, as da rádio.



Tem-se vindo a trabalhar com tensões e intensidades cada vez mais pequenas, o que permitia poupar no consumo e fazer os aparelhos cada vez menos perigosos, colocando-se a necessidade de fazer grandes manipulações da corrente para captar, seleccionar, amplificar e decodificar o sinal que as ondas transportavam, obrigando a estudar a fundo os fenómenos eléctricos pelo comportamento dos electrões, dando origem a uma válvula semelhante a uma pequena lâmpada de vidro no interior da qual se tinha produzido o vácuo e por onde se faziam “saltar” os electrões, denominada **válvula electrónica**, hoje substituída, com muitas vantagens, por conjuntos de **transístores, diodos e resistências**.

Os materiais usados em electrónica denominam-se semicondutores, cuja condutibilidade se encontra entre os condutores e os não condutores (isolantes), tais como o germânio, o silício e o selénio.

Os cristais destes materiais, embora sejam maus condutores da corrente eléctrica, adquirem propriedades especiais de mais ou menos bons condutores quando tornados impuros, isto é quando

se lhes junta, através de processos de prensagem a elevadas temperaturas, pequenas quantidades de outros elementos (alguns átomos) tais como arsénio, antimónio ou fósforo com cinco electrões de valência, ou índio, gálio ou alumínio com três electrões de valência. Conforme a utilização de um destes elementos, conseguem-se materiais semicondutores distintos e com cristais de tipos diferentes.

Assim, por exemplo, quando se faz a introdução de átomos de arsénio (com cinco electrões de valência) na estrutura atómica do germânio, a estrutura resultante fica modificada tornando o cristal condutor. A este tipo de cristal chama-se **semicondutor N** ou do **tipo N** (negativo).

Utilizando o mesmo germânio mas introduzindo agora átomos, por exemplo, de índio (com três electrões de valência) a estrutura obtida é um cristal **semicondutor P** ou do **tipo P** (positivo). Nestas condições este cristal também se torna condutor por falta de um electrão no conjunto de todos os átomos, a que se dá o nome de **lacuna**, enquanto que no caso anterior a condutibilidade se deve à existência de um electrão que fica livre.

Os componentes básicos da grande maioria dos circuitos electrónicos são, fundamentalmente, elementos formados com estes materiais. Estes elementos são o **diodo**, o **transistor** e o **tíristor**.

Nos circuitos electrónicos também existe uma boa quantidade de outros elementos, chamados **elementos passivos** e que são, principalmente, as **resistências**, os **condensadores** e as **bobinas**.

O diodo, de enorme importância, é a união do cristal **P** com um cristal **N**. Na parte central mantém-se o material praticamente puro, formando uma zona de ligação dos dois cristais, a que os peritos chamam **zona de resistência** e **zona esgotada**.

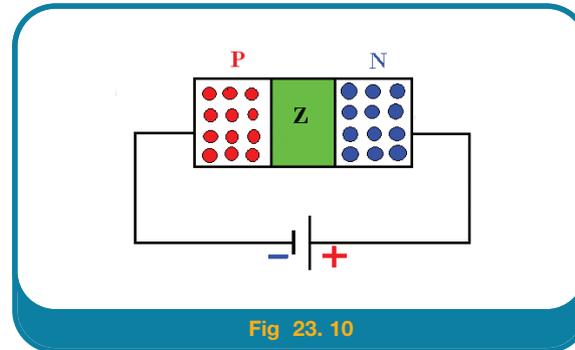


Fig 23. 10

Se a partir de uma fonte de corrente eléctrica for aplicado o borne negativo sobre o cristal **P** e o positivo sobre o **N** (Fig 23.10) a zona de resistência **Z** fica maior, funcionando como camada bloqueadora e, desta forma, o diodo opõe-se à passagem da corrente.

Pelo contrário, se for invertida a polarização (Fig 23.11) a zona de resistência torna-se muito pequena e a corrente passa de acordo com a capacidade de passagem do diodo.

Na figura 23.12 mostra-se o símbolo e sentido da corrente de um diodo.

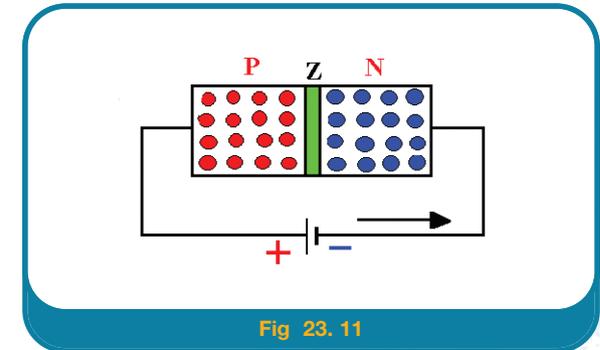


Fig 23. 11

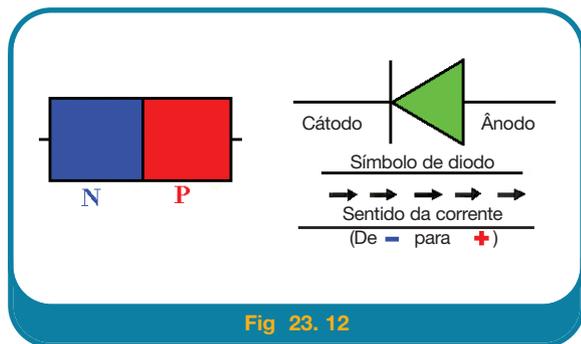


Fig 23. 12

Ao colocar-se um diodo num circuito de corrente alterna, como é o caso dos alternadores dos tractores, o seu efeito será o de um rectificador de corrente porque ele permitirá, por exemplo, só a passagem da parte positiva da corrente e só num sentido, bloqueando a negativa. Todavia, quando a tensão ultrapassar determinado valor (tensão de rotura) esse bloqueio será interrompido, danificando-se o diodo.

Por esta razão, os diodos devem ser escolhidos com o valor e as características apropriadas às tensões e intensidades que se produzam no circuito.

Há vários tipos de diodos tais como, entre outros, *rectificadores, de protecção, de descarga, ponta de*

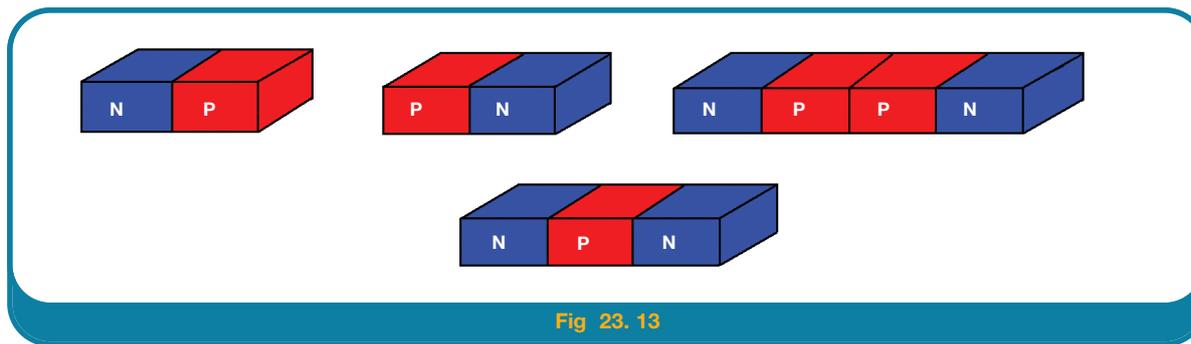


Fig 23. 13

contacto, reguladores de tensão e estabilizadores de tensão.

O **transistor** também é formado por materiais semicondutores do tipo N e P, diferindo do diodo por ser constituído por três cristais, vulgarmente dispostos na sequência de N P N ou P N P (Fig 23.13).

Este dispositivo tem três eléctrodos ou bornes, um para cada cristal de que se compõe, pelos quais se faz passar a corrente conforme a finalidade do transistor.

O primeiro cristal que, normalmente, recebe a corrente designa-se por **emissor**; ao cristal central

chama-se **base** e ao terceiro cristal **colector**. Assim num transistor do tipo NPN, o primeiro N será o emissor, P a base e o outro N o colector. Estes nomes costumam abreviar-se com as letras **E, B e C**.

O transistor tem, essencialmente, duas funções:
- como **relé** e como **amplificador**.

O **tiristor** é um elemento mais recente que o diodo e o transistor, mas assenta nas mesmas bases de constituição. Do ponto de vista electrónico actua como um diodo rectificador, mas com características especiais. O seu comportamento é alterado em função do valor da tensão aplicada bem como do sentido da polaridade, o que lhe confere muitas possibilidades de utilização em electrónica.

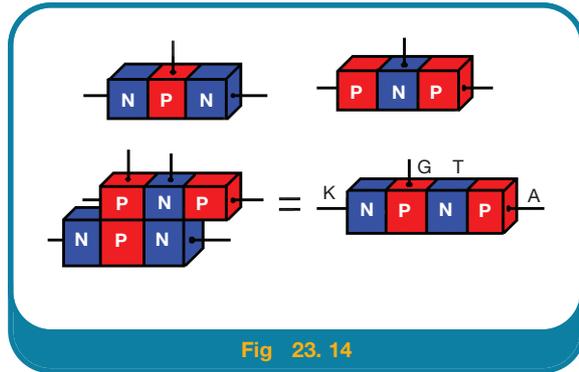


Fig 23.14

Em constituição será mais a união de dois transistores de tipo diferente (polaridade diferente) montados de forma a que os cristais de igual polaridade se juntem (Fig 23.14).

O tiristor, para além de outras aplicações, desempenha as funções de: - interruptor, rectificador, relé e amplificador.

Em muitas situações, dependendo de se tratar de um tiristor de comando ou de potência, ou ainda de **triac** ou **diac**, pode desempenhar mais de uma função.

Já antes foi dito que, num circuito electrónico, para além destes elementos semicondutores activos fazem parte as resistências, os condensadores e as

bobinas, considerados *elementos passivos*, os quais servem para controlar a electricidade, quer ao nível das tensões quer ao valor da própria corrente, colaborando para o melhor funcionamento daqueles.

Relativamente às **resistências**, podem definir-se como **um componente que opõe uma certa dificuldade à passagem da corrente eléctrica**.

As resistências são o elemento mais abundante nos circuitos electrónicos, distinguindo-se pelos anéis de cores vivas que as envolvem e que indicam o valor da sua resistência, em **Ohms**, de acordo com um código próprio.

Independentemente da sua constituição, que pode ser de diferentes tipos, as resistências podem ter um valor fixo de fábrica, podem obter valores parciais e ainda podem ser de valor variável; estas últimas denominam-se **potenciómetros** e são bastante úteis em muitos trabalhos e equipamentos.

Quanto aos **condensadores**, também os há de vários tipos e valores, fixos ou variáveis e há muito que são utilizados no automóvel, fazendo parte dos circuitos convencionais de ignição.

São formados por duas superfícies condutoras, denominadas **armaduras**, colocadas frente a frente,

ou com outra disposição e separadas uma da outra por um material isolante chamado **dieléctrico**.

Servem para acumular a corrente eléctrica de um determinado circuito, onde o valor daquela pode subir instantaneamente por acção de uma interrupção de passagem, por exemplo, cedendo-a de imediato quando o valor da referida corrente baixar ou estabilizar. “Grosso modo”, pode dizer-se que funciona como um amortecedor dos “picos” de corrente em determinado circuito.

No que concerne às **bobinas** são sobejamente conhecidas, pois estão presentes em qualquer gerador de corrente e nos motores eléctricos são denominadas de **indutoras** e **induzido**; são de aspecto e formato variável e vão das mais simples às mais complexas.

Na sua concepção mais elementar, uma bobina consiste apenas num fio condutor enrolado num material isolador. Este tipo de bobina dá origem aos **transformadores**, às **bobinas dos relés electromagnéticos**, etc. e, em geral, a todos os dispositivos em que se cria uma **autoindução** por variação da corrente num bobinado que produz linhas magnéticas e afecta outra bobina, criando-se uma força motriz através de um campo magnético. À **autoindução** também se costuma chamar **indutância**.

A figura 23.15 mostra o aspecto exterior de uma bobina com núcleo magnético de placas de ferro isoladas entre si.

O emprego de componentes semicondutores nos sistemas eléctricos dos tractores e outra maquinaria agrícola vai sendo cada vez maior mercê das suas vantagens, em que as principais são:

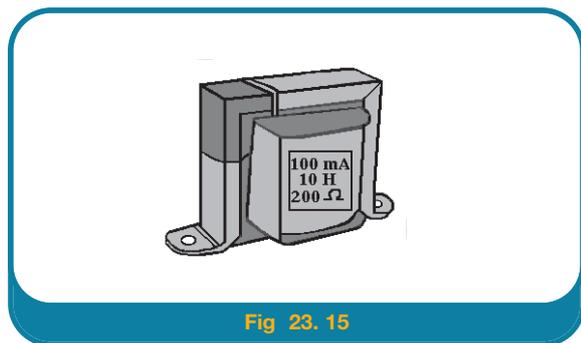


Fig 23. 15

- Operam com baixas tensões, tornando-se compatíveis com os sistemas eléctricos de 6 e 12 volts;
- Têm dimensões reduzidas e peso diminuto;
- São insensíveis a choques e trepidações;
- Têm uma vida útil muito maior que os componentes electromecânicos;
- Não acusam desgastes e não exigem manutenção.

Os principais campos de aplicação dos componentes semicondutores são:

- Ignição, nos motores de ciclo Otto;
- Alternador (diodos rectificadores);
- Termómetro electrónico;
- Comando electrónico de caixas de velocidade;
- Injecção electrónica, nos motores de ciclo Otto;
- Determinação de velocidades, débitos, áreas trabalhadas, etc., através de um computador de bordo.

Nos tractores, o **sistema de iluminação e sinalização** é absolutamente indispensável para e de acordo com o código da estrada, podem transitar na via pública e realizar trabalhos à noite.

Normalmente, os tractores estão equipados com as seguintes luzes: mínimos, médios (Fig 23.1.1-B), máximos (Fig 23.1.1-A), de mudança de direcção ou pisca-pisca, de presença, de travagem ou stop, de iluminação da chapa de matrícula e de iluminação da chapa de reboque quando se utilize algo rebocado.

Para realizar trabalhos à noite como, por exemplo, lavar, gradar, etc., podem existir luzes auxiliares,

para trás e para a frente, as quais não podem ser utilizadas quando em circulação normal na via pública.

As luzes de médios incidem obliquamente sobre a via e não podem ultrapassar 30 metros, enquanto que as de máximos incidem para a frente e têm que iluminar pelo menos 100 metros. Daqui se conclui que têm que andar sempre reguladas.

Existe equipamento apropriado para fazer a **focagem dos faróis** em oficinas da especialidade; no entanto este trabalho também pode ser feito colocando o tractor sobre uma superfície plana e a uma distância de 10 metros de uma parede, em

condições para o ensaio e procede-se à regulação das luzes de médios (Fig 23.1.2). Para o efeito mede-se a altura dos faróis ao solo e marca-se, com um risco horizontal, na parede. Divide-se essa distância **H** em 3 partes iguais, acendem-se os médios e o limite escuro-claro horizontal formado deve coincidir com a linha do primeiro terço, a contar de cima para baixo. Se tal não suceder actua-se, num farol e no outro, no respectivo parafuso de afinação, fazendo a luz subir ou descer, conforme for necessário.

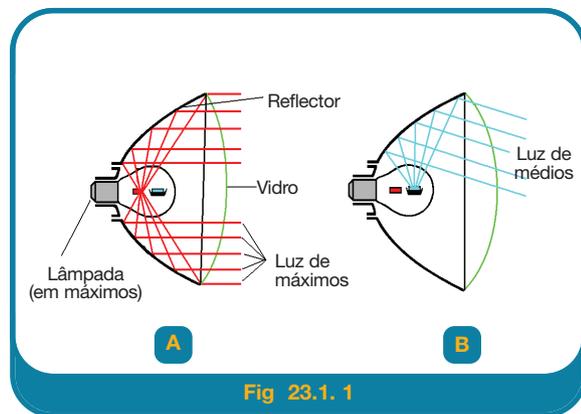


Fig 23.1.1

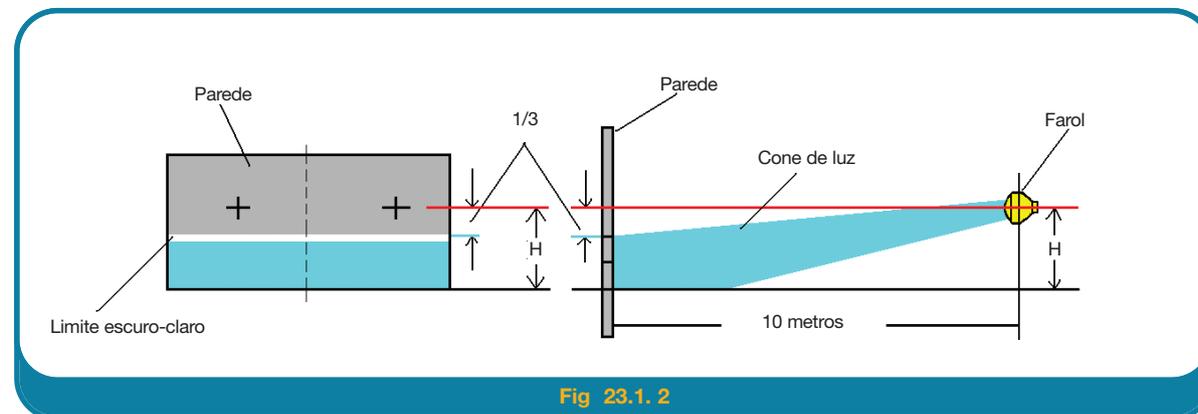


Fig 23.1.2

O motor de arranque (Fig 23.2.1) é um motor eléctrico alimentado pela bateria que tem por missão fazer girar o motor do tractor quando se encontra parado, a fim de pô-lo em marcha e deixá-lo a trabalhar.

Trata-se de um pequeno mas potente motor eléctrico em série, para corrente contínua, alimentado pela corrente da bateria e funciona segundo o princípio do electro-magnetismo. Consta de **induzido, colector, escovas, bobinas indutoras, carcaça e bobina de chamada**.

Quando o motor é ligado à bateria a corrente passa através dos enrolamentos de campo criando polos magnéticos. A mesma corrente passa através das bobinas do induzido gerando outro conjunto de polos magnéticos em volta do induzido e no campo, obrigando-o a girar. Este continua o seu movimento, devido às escovas e aos sectores do colector do induzido estarem continuamente a inverter o sentido da passagem da corrente nos enrolamentos do induzido. Esta inversão do sentido da corrente inverte também o campo magnético no induzido, resultando numa contínua sequência de atracções e repulsões.

Para evitar que o motor de arranque se estrague, uma vez que o motor do tractor esteja a funcionar, é

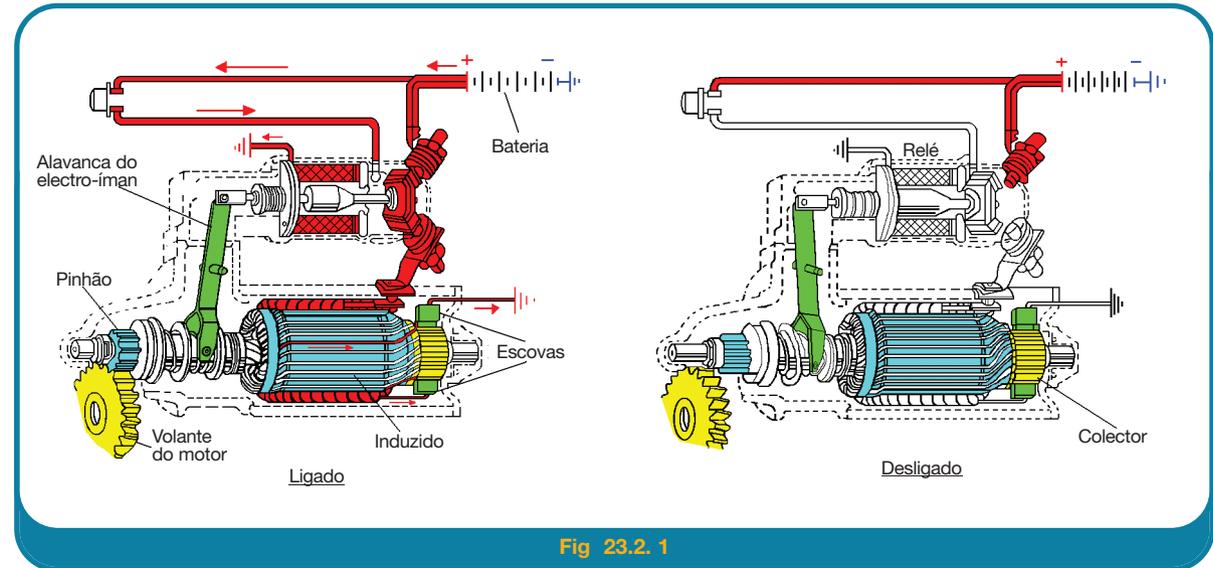


Fig 23.2.1

necessário que o pinhão se desligue do volante do motor. Este desligamento é feito mediante o **sistema livre** ou **mola de bendix** (Fig 23.2.2).

O motor de arranque deve ser limpo e inspeccionado periodicamente, de acordo com o manual de instruções da máquina. A inspecção a fazer deve incidir principalmente sobre:

- Os casquilhos ou rolamentos;
- Os enrolamentos do induzido;
- As bobinas;
- O colector;
- Os suportes das escovas e as próprias escovas.

Quando qualquer dos componentes descritos esteja danificado deve ser imediatamente substituído.

No gerador o **regulador de tensão ou regulador de voltagem** é um dispositivo eléctrico indispensável e executa as seguintes funções: - corta a passagem da corrente e regula a tensão da mesma.

A passagem da corrente é cortada pelo **disjuntor** para evitar que a bateria se descarregue quando o motor está parado ou o seu regime seja baixo. Igualmente deixa-a passar no caso contrário.

É composto por um núcleo de ferro macio sobre o qual estão enroladas duas bobinas: uma de fio muito fino e comprido que, partindo da escova do gerador, rodeia o núcleo e fica ligada à massa; a outra de fio grosso e mais curto que, envolvendo também o núcleo, une o gerador à bateria através de uns platinados.

Quando o gerador começa a produzir corrente os platinados, que normalmente estão separados, ficam ligados em consequência da atracção magnética que origina no núcleo a passagem da corrente pela bobina do electroiman. Neste momento a corrente começa a circular através do fio grosso, comunicando o gerador com a bateria (Fig 23.3.1).

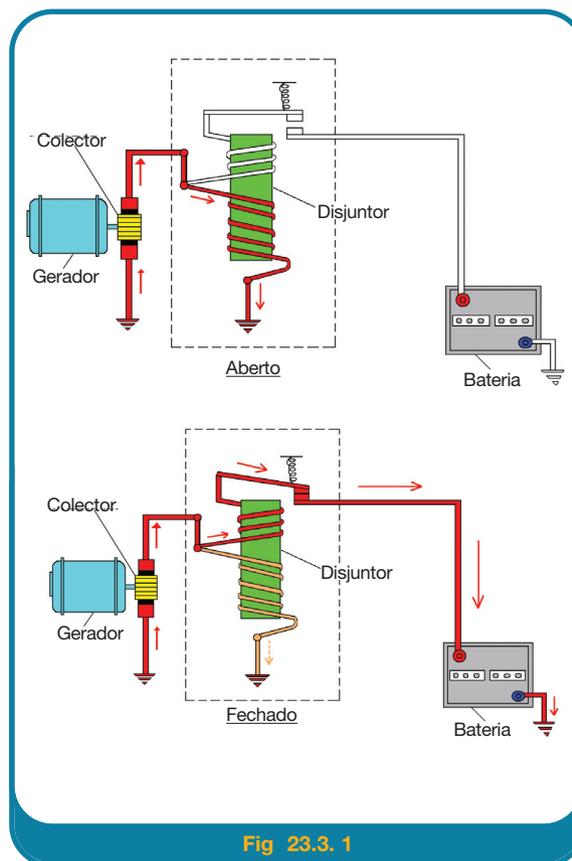


Fig 23.3. 1

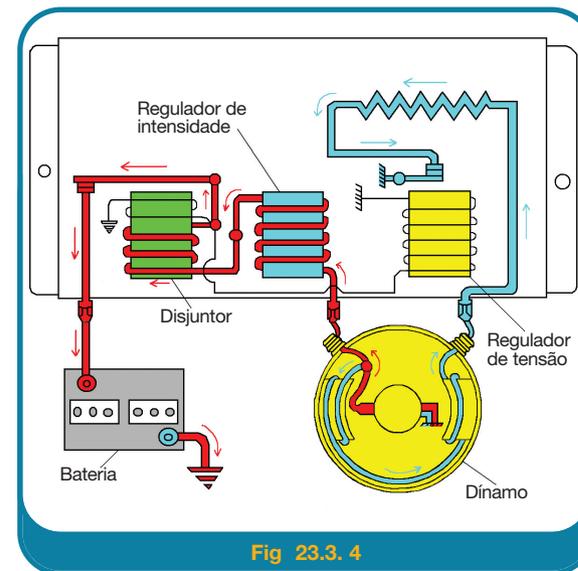
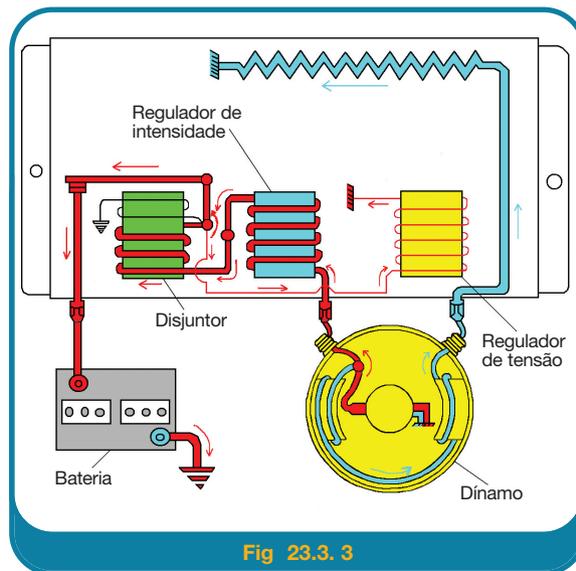
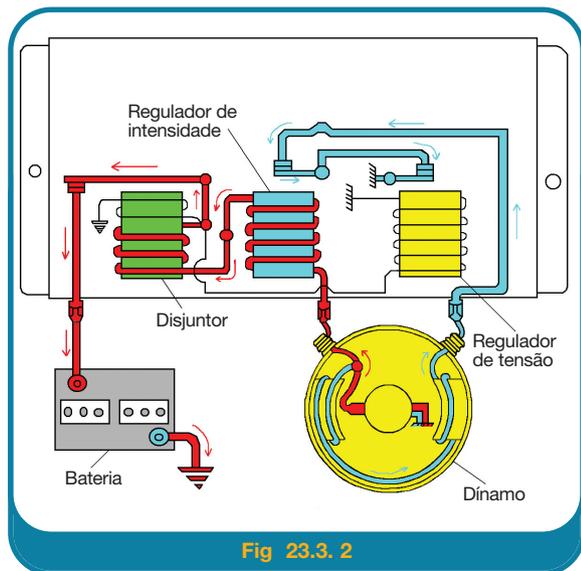
Assim que o gerador deixa de produzir corrente interrompe-se o circuito, evitando o retorno da corrente da bateria ao gerador.

O **regulador de tensão** limita a voltagem máxima que o gerador produz.

O **regulador de corrente** limita a intensidade da corrente entregue pelo gerador.

Os reguladores de voltagem e de corrente trabalham alternativamente. Ambos controlam a energia eléctrica produzida pelo gerador, variando o seu campo magnético. Os reguladores podem levar uma, duas ou três unidades, combinadas na mesma caixa.

No alternador, o regulador de tensão e de intensidade foi concebido para exercer um controlo automático sobre o sistema de carga, compensando também as alterações da temperatura ambiente. O regulador de tensão tem dois jogos de contactos: um para o funcionamento a baixo regime do motor e outro para o alto regime. Sem o regulador o alternador produziria uma tensão excessiva.



No caso dos **dinamos** pode existir um dispositivo do sistema eléctrico compreendendo um disjuntor automático, um regulador de tensão da corrente e, por vezes, um regulador de intensidade, que se denomina por **conjuntor-disjuntor**. A figura 23.3.2 ilustra um destes casos em funcionamento normal; a figura 23.3.3 mostra o regulador de tensão a actuar e a figura 23.3.4 ilustra a actuação do regulador de intensidade.

Estes dispositivos de controlo têm que estar regulados de acordo com os valores da bateria montada na máquina, não só em tensão como em intensidade.

Actualmente todas as máquinas motoras vêm equipadas com alternador onde, na sua constituição, consta um **rectificador de corrente** e um **regulador**. Estes componentes são constituídos,

principalmente, por diodos e transístores e deixam passar a corrente para a bateria em função da sua capacidade. Assim, respeitando a voltagem do circuito (normalmente 12 Volts), a bateria pode dispor de mais ou menos capacidade, garantindo-se a sua carga máxima sem a exceder.

O **dínamo** é um órgão que já só existe nas máquinas mais antigas mas, como ainda há muitas a funcionar, vamos referir-nos a ele.

É o órgão que produz a energia eléctrica destinada a carregar a bateria, onde fica acumulada. A energia por ele produzida é **contínua**, o que quer dizer que é conduzida no condutor e consumidor no mesmo sentido. *Acumula-se mas não se transforma.*

Tal como se pode ver na figura 23.4.1 o dínamo é constituído principalmente por: armadura ou

carcaça, indutor ou indutora, induzido, colector, escovas e porta-escovas.

A **carcaça**, também denominada por **armadura**, é a parte externa do dínamo, dentro da qual estão o **indutor**, também chamado **indutora** e o **induzido**.

O **indutor** é um electroíman, ou seja um núcleo de ferro macio em redor do qual está enrolado um fio de cobre devidamente isolado. É fixo e a sua função é produzir um campo magnético. O dínamo tem dois

O **induzido** é um tambor de ferro macio em volta do qual estão enrolados fios de cobre, isolados, que formam várias espiras em série fechada. É móvel, gira no campo magnético do indutor e é percorrido pelas correntes induzidas.

O **colector** é um anel formado por barras de cobre nas quais estão as pontas dos enrolamentos do induzido.

As **escovas** são barras de carvão aglomerado que se apoiam no colector e têm por função captar as correntes induzidas e lançá-las na linha que as conduz à bateria ou aos consumidores.

As **porta-escovas** são as peças onde estão montadas as escovas, as quais estão sujeitas à carcaça, servindo de tampa.

O funcionamento e manutenção do dínamo resume-se como segue: a correia que, recebendo movimento do motor através da polie da cambota faz girar a bomba de água e a ventoinha (Notas técnicas nº 10.1.3 e 10.1.4), move também a polie do dínamo que produz corrente contínua de baixa voltagem. No seu interior gira o induzido, entre os indutores que se encontram por dentro da carcaça. Este movimento produz corrente eléctrica que é recebida do colector pelas escovas, que a enviam à bateria. Para fechar o circuito liga-se à massa. A fim

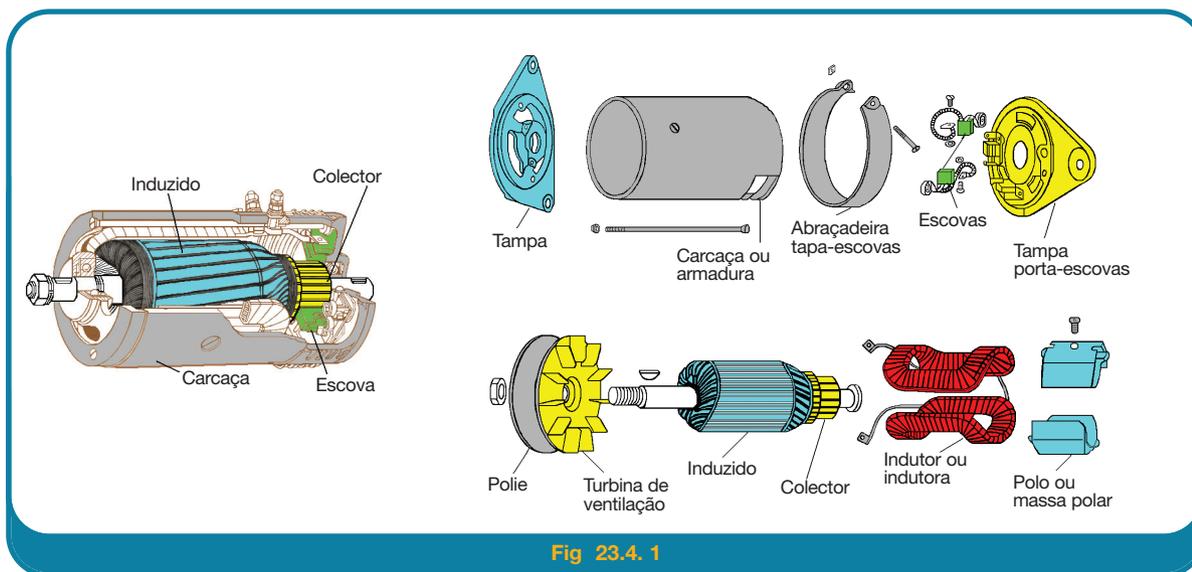


Fig 23.4. 1

de se conseguir uma maior intensidade de corrente reforça-se o campo magnético ligando os enrolamentos das indutoras às escovas do próprio dínamo.

Para que o dínamo trabalhe em condições tem que se atender à tensão da correia da ventoinha, pois se estiver pouco esticada não é gerada a corrente necessária para carregar a bateria, devido a escorregamento; pelo contrário, se estiver muito esticada pode danificar o rolamento de apoio.

O rolamento de alguns dínamos necessita de ser lubrificado com uma a duas gotas de óleo (do motor), que se deitam em orifício próprio para o efeito e sempre que se muda o óleo do motor.

As escovas, porque se gastam, devem ser **verificadas semestralmente**.

Sempre que se lava a máquina deve proteger-se o dínamo da água de lavagem, tal como se referiu para o motor de arranque na Nota Técnica nº 23.2

O **alternador** gera, ao contrário do dínamo, corrente alterna que é, resumidamente, aquela que aparece na rede industrial e doméstica, mas de 12 Volts. Esta

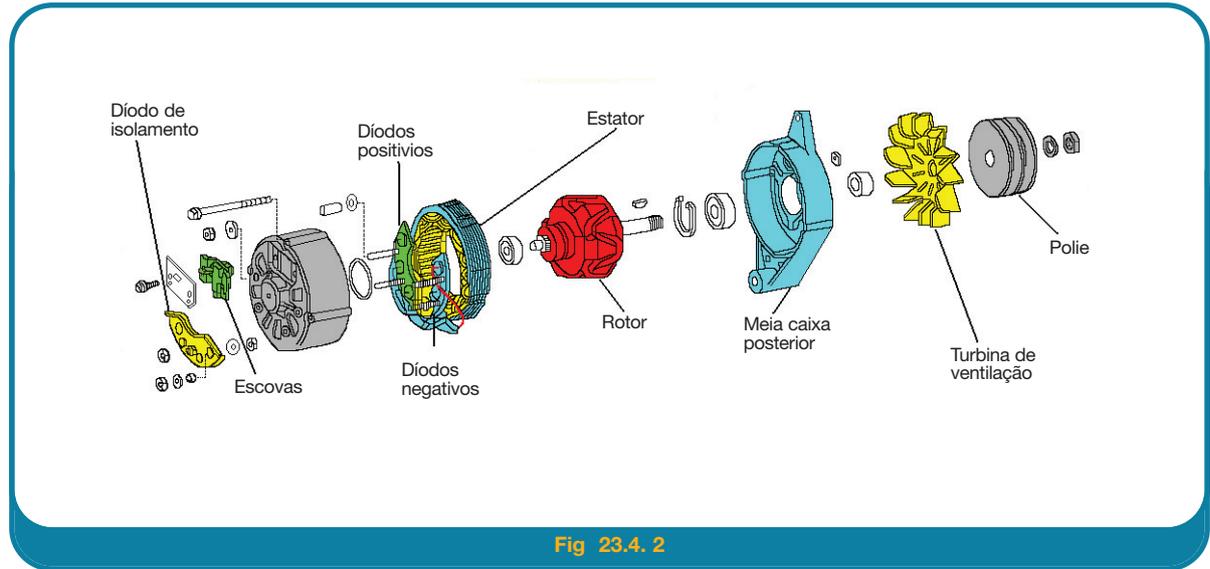


Fig 23.4. 2

corrente, com o auxílio de um rectificador, transforma-se em contínua, visto que não é possível acumular a corrente alterna na bateria.

O alternador consegue produzir mais corrente eléctrica que o dínamo, mesmo com o motor da máquina a trabalhar com baixo regime de rotações, o que é muito importante, sendo esta uma das

razões pelas quais se foram utilizando cada vez mais e hoje já todos os tractores e máquinas automotrizes vêm equipadas com ele. A figura 23.4.2 ilustra um, desmontado.

Sendo mais caro do que o dínamo apresenta sobre ele, além da vantagem antes citada, a de ter maior duração e dispensar lubrificação.

É constituído por **rotor** (Fig 23.4.3), **estator** (Fig 23.4.4), **rectificador**, **turbina de ventilação**, **polie**, **anéis colectores**, **escovas** e por um **regulador**.

O seu funcionamento baseia-se nos mesmos princípios do dínamo; no entanto, o rotor desempenha o papel das indutoras criando maior número de campos magnéticos e o estator funciona como o induzido, com três bobinas desfasadas a 120°; daí o termo alternador trifásico.

É arrefecido por uma turbina de ventilação ligada à polie, instalada à frente e aspira o ar para arrefecer o corpo. Este ar atravessa o grupo rectificador de díodos, o estator e o rotor, saindo pelas aberturas existentes na tampa traseira. Trata-se, neste caso, de um alternador **tipo aberto**, que é o mais comum nos tractores agrícolas, pois também os há de **tipo fechado**, em que o arrefecimento pode ser feito por ar ou por óleo.

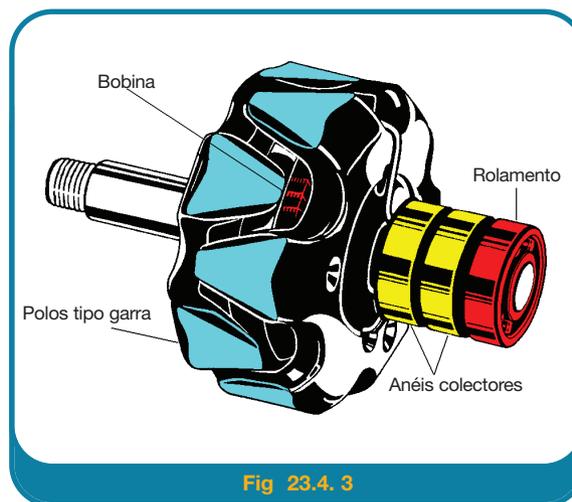


Fig 23.4. 3

O conjunto do rotor está montado em rolamentos de esferas.

A corrente alterna produzida pelo conjunto rotor estator é transformada em corrente contínua por um sistema rectificador trifásico que utiliza,

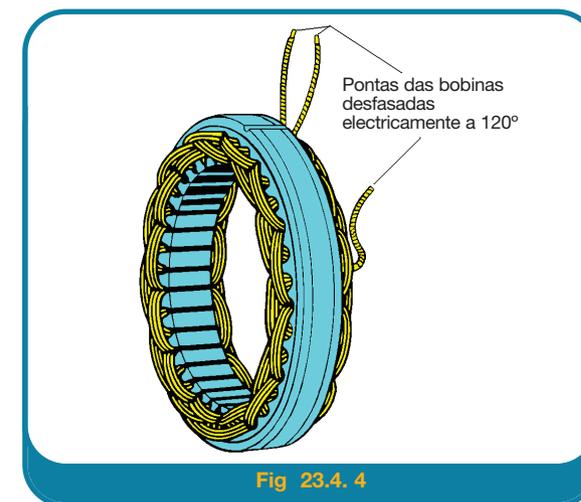
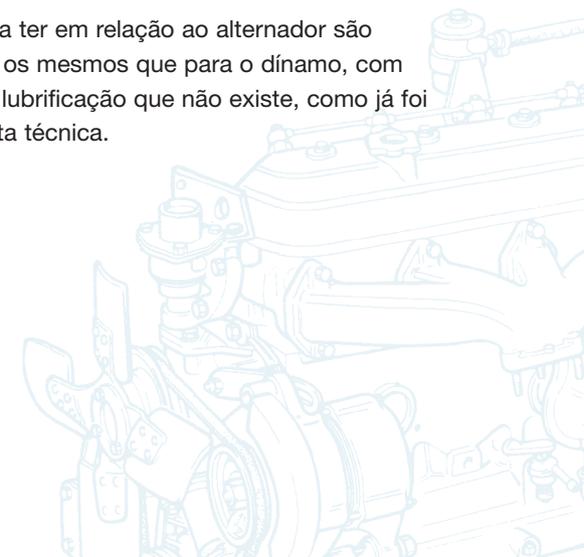


Fig 23.4. 4

normalmente, três díodos positivos e três negativos.

Os cuidados a ter em relação ao alternador são praticamente os mesmos que para o dínamo, com excepção da lubrificação que não existe, como já foi dito nesta nota técnica.



A **bateria (1)** é um conjunto de **acumuladores eléctricos** ou **elementos**, separados uns dos outros por **divisores** ou **separadores** (Fig 23.5.1).

Trata-se, portanto, de um acumulador ou armazém de energia eléctrica e tem as seguintes funções:

- 1) - Fornecer corrente eléctrica ao motor de arranque e ao sistema de iluminação;
- 2) - Fornecer corrente eléctrica suficiente à buzina, indicadores de direcção, etc., quando o dínamo ou o alternador está parado ou não fornece corrente suficiente ao consumo;
- 3) - Actuar como estabilizador da tensão no sistema eléctrico.

É constituída por **células ou vasos** contendo **placas de chumbo**, negativas e positivas, mergulhadas num líquido denominado **electrólito**. A ligação das células entre si é feita em série (Fig 23.5.2).

As células fazem parte de uma caixa de plástico rijo com tampa. Cada uma das células contém um grupo de **placas positivas** e **negativas**, isoladas

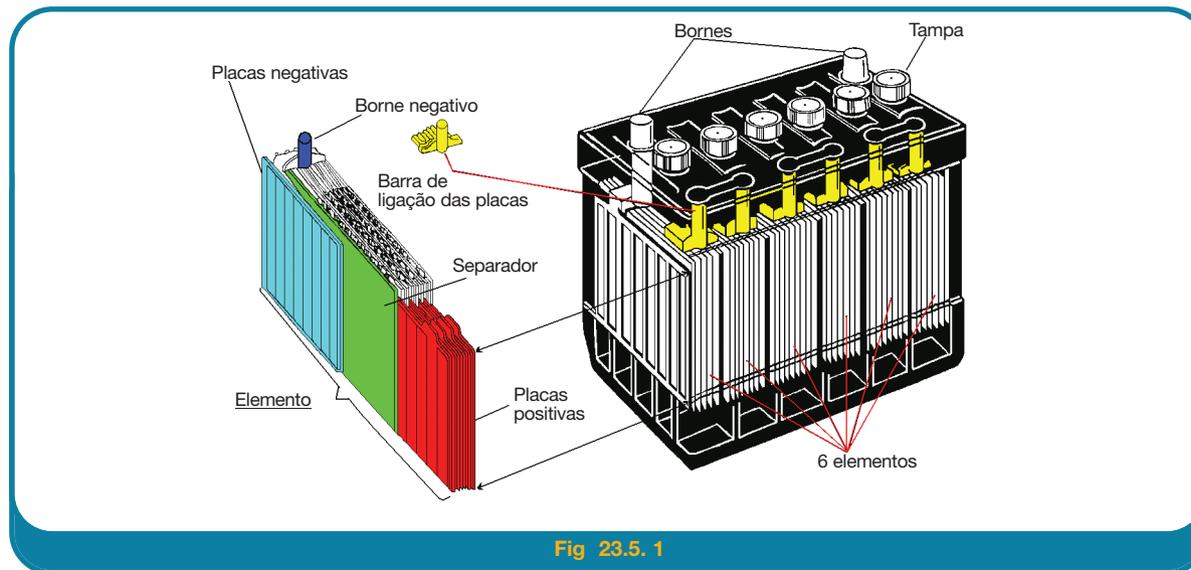


Fig 23.5. 1

umas das outras por meio de **separadores**. As placas estão montadas alternadamente, constituindo **um elemento**, como se pode ver na figura 23.5.1.

Quando o elemento é mergulhado no electrólito combina-se quimicamente com o peróxido de

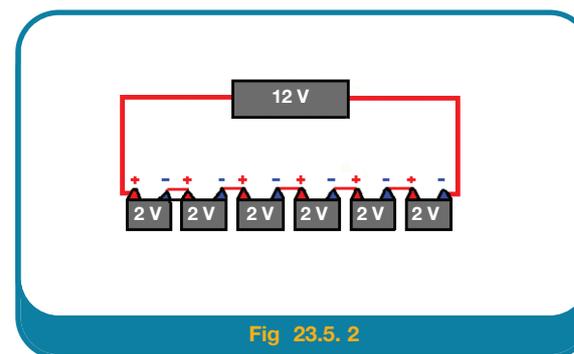


Fig 23.5. 2

(1) Reza a história que a bateria ácida, tal como a conhecemos hoje, terá sido inventada em 1859 pelo sr. Gaston Plate. A primeira central eléctrica de Thomas Edison, construída em Nova York em 1882, sofria várias avarias mecânicas nos geradores, provocadas por oscilações de carga bruscas. As baterias ácidas foram então utilizadas para absorver estes picos de carga por pequenos períodos de tempo. Hoje em dia ainda são utilizadas baterias para o mesmo efeito em centrais eléctricas em todo o mundo.

chumbo existente nas placas positivas e com chumbo esponjoso nas negativas, originando a transferência de electrões entre as placas. Uma placa perde electrões ficando carregada positivamente, enquanto a outra os recebe e fica carregada negativamente. Quando a bateria se liga a qualquer dispositivo, os electrões excedentes da placa negativa percorrem o circuito em direcção à placa positiva. A bateria encontra-se nesta altura a converter energia química em corrente eléctrica.

O processo continua até que a maior parte do material activo de ambas as placas tenha sido convertido em sulfato de chumbo e a maior parte do ácido tenha sido reduzido a água. Quando a maior parte da superfície das placas já reagiu com o ácido a bateria deixa de produzir corrente ficando, portanto, descarregada.

A recarga consegue-se fazendo passar a corrente eléctrica de uma fonte exterior através da bateria, na direcção oposta ao sentido normal da corrente

durante a descarga. A inversão da reacção química, por meio de carga, restaura-lhe o estado de carga completa.

A figura 23.5.3 mostra, esquematicamente, os processos de carga e descarga de uma bateria.

A densidade do electrólito de uma bateria verifica-se através de um aparelho chamado **densímetro** (Fig 23.5.4).

Introduz-se o densímetro na solução e, da sua leitura, podemos avaliar o estado de carga conforme segue, com o electrólito à temperatura de 26,5 – 27° C:

1260 a 1280	100 % de carga
1230 a 1250	75 % de carga
1200 a 1220	50 % de carga
1170 a 1190	25 % de carga
1140 a 1160	Muito pouca carga
1110 a 1130	Descarregada

Tem-se falado no **electrólito**, mas o que é ele afinal? Trata-se de uma solução de ácido sulfúrico e água. O seu peso específico é, aproximadamente, de 1270 gramas por litro a 27° C, o que quer dizer que é 1,270 vezes mais denso do que a água. A solução

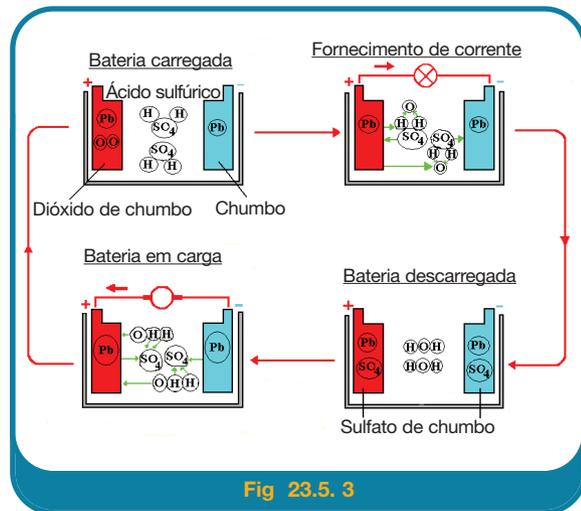


Fig 23.5.3

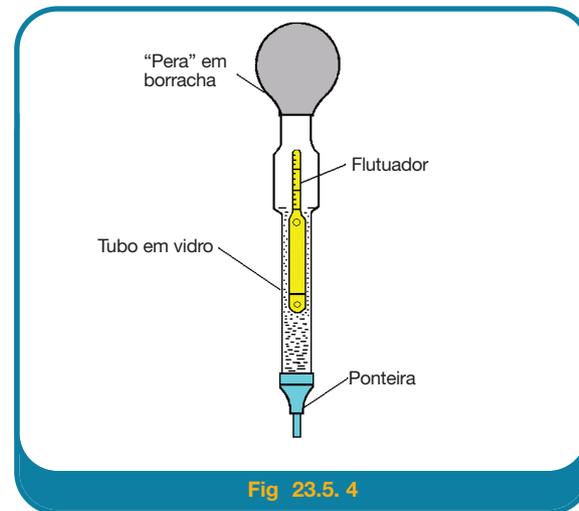


Fig 23.5.4



Fig 23.5. 5

contém cerca de 36 % de ácido sulfúrico e 64 % de água. A operação de preparação do electrólito para as baterias deve ser feita com todo o cuidado; com o auxílio de uma vareta de vidro **deitar o ácido na água e nunca ao contrário.**

Disse-se que a solução contém cerca de 36 e 64% de, respectivamente, ácido e água; no entanto, apenas a casa fabricante sabe qual é a percentagem exacta, pelo que nunca se deve tentar fazer um electrólito. Além disso, atenção ao seu manuseamento pois ele, pelo ácido que contém,

queima tanto a roupa como a pele (Fig 23.5.5). Se isso suceder lavar imediatamente com bastante água limpa e sabão. Se o caso for mais grave recorrer ao posto de primeiros socorros mais próximo.

Podem-se ligar duas ou mais baterias entre si. Esta ligação pode ser estabelecida **em série**, isto é, **borne (2)** negativo de uma com o positivo de outra; desta forma aumenta a tensão e mantém-se a intensidade (Fig 23.5.6). A ligação pode também ser feita **em paralelo (3)**, ou seja borne positivo de uma

com o positivo da outra e, evidentemente, borne negativo de uma com negativo da outra e desta forma mantém-se a tensão e aumenta-se a intensidade (Fig 23.5.7).

As baterias, quando não são usadas, descarregam-se com o decorrer do tempo, fenómeno designado por **autodescarga**. A intensidade desta autodescarga depende do estado das placas, das condições do electrólito e da temperatura ambiente. Em geral, a autodescarga diária é da ordem de 1% da capacidade nominal. Impurezas nas tampas,

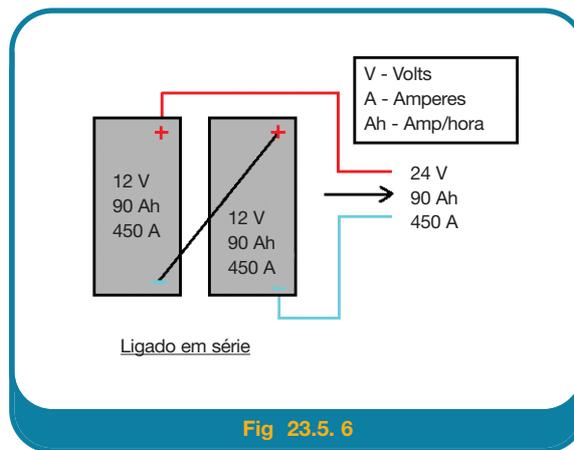


Fig 23.5. 6

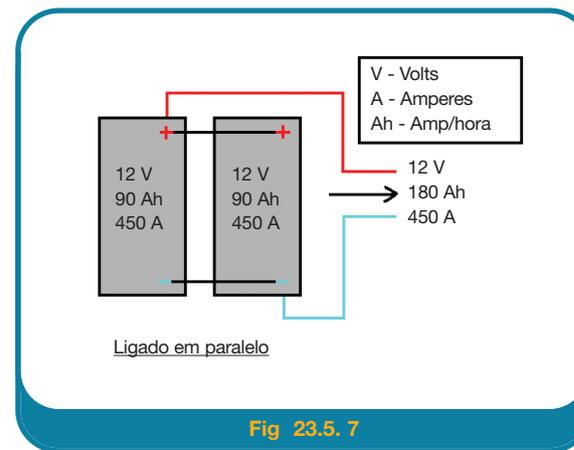


Fig 23.5. 7

(2) O borne também se designa por terminal e o positivo é sempre mais grosso que o negativo.

(3) Ao desligar uma bateria começa pelo cabo da massa e só depois desligue o da corrente. Para ligar proceda de forma inversa.

oxidações nos bornes ou a permanência da máquina parada durante vários dias com os cabos ligados aos bornes da bateria, são alguns dos factores que concorrem para aumentar sensivelmente a taxa de autodescarga.

Quando uma bateria se descarrega tem que se recarregar.

O carregamento deve ser feito com um fornecimento de corrente atingindo 10 % da sua própria capacidade e nunca ultrapassando os 20 %.

Os **carregadores rápidos**, destinados especialmente a oficinas, efectuam o carregamento acelerado das baterias fornecendo, no início, uma intensidade de 100 Amperes, diminuindo depois esse valor até ao ponto normal. Deve-se usar este sistema apenas como **recurso de urgência** para conseguir o carregamento rápido, mas parcial, da bateria. Podem-se também usar aparelhos para uma carga completa desde que se limite a intensidade aos valores comuns.

A tensão nos bornes das baterias varia conforme estejam carregadas ou descarregadas. Em princípio cada elemento tem uma tensão de 2 Volts tendo, no entanto, os seguintes limites:

- Com a **bateria carregada** a tensão não deve ultrapassar:

- 2,4 Volts por elemento;
- 7,2 Volts para bateria de 6 Volts;
- 14,4 Volts para bateria de 12 Volts;

- Com a **bateria descarregada** a tensão não deverá ser inferior a:

- 1,5 Volts por elemento;
- 4,5 Volts para bateria de 6 Volts;
- 9,0 Volts para bateria de 12 Volts.

Os **cuidados** a dedicar a uma bateria são fáceis e pouco morosos. Assim, devemos ter em atenção:

- 1** – Controlar regularmente o nível do electrólito (cuidado semanal) de forma a que as placas estejam cobertas com cerca de 1 a 1,5 cm de solução, pois secando-se deterioram-se;
- 2** – Sempre que o electrólito baixe do nível indicado, juntar água destilada com recipiente de vidro ou plástico;
- 3** – Verificar periodicamente o seu estado de carga, nunca o deixando esgotar;

4 – Vigiar frequentemente o estado dos bornes (positivo e negativo), pois as ligações dos cabos estão sujeitas ao ataque do ácido sulfúrico, provocando quebra de tensão e dificuldades no arranque. Sempre que se verificar este facto limpá-los e colocar sobre eles uma camada de vaselina industrial. Não colocar **nunca** massa, pois além de outros inconvenientes pode isolar;

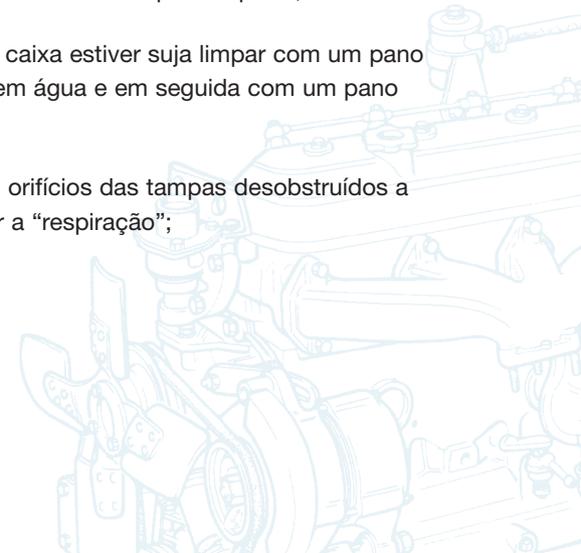
5 – Em tempo frio nunca a deixar com pouca carga, pois exige-se mais esforço dela com arranques difíceis;

6 – Mantê-la sempre bem apertada no suporte porque as trepidações são-lhe prejudiciais;

7 – Não fumar ou foguear perto dela, especialmente quando se encontra à carga pois, neste caso, desenvolvem-se gases de hidrogénio que explodirão se uma faísca ou chama se produz perto;

8 – Quando a caixa estiver suja limpar com um pano humedecido em água e em seguida com um pano seco;

9 – Manter os orifícios das tampas desobstruídos a fim de facilitar a “respiração”;





10 – Evitar-lhe grandes inclinações (ou da máquina) para que não haja derrame de electrólito;

11 – Não introduzir nunca com pancadas os terminais dos cabos nos bornes, pois podem causar avarias;

12 – Não colocar objectos metálicos sobre ela pois pode originar um curto-circuito o qual, além de deteriorar as placas, pode provocar-lhe, a si, um choque.

Temos estado a falar das **baterias comuns**, por alguns designadas como **baterias ácidas**, que têm vários inconvenientes o que deu lugar ao desenvolvimento e fabricação de baterias com um electrólito alcalino composto de 20 % de lixívia, de potássio ou de sódio e de placas de hidróxido de níquel, de ferro ou de cádmio. Os principais inconvenientes das baterias de chumbo, que **as alcalinas** visam sanar são:

a) – Sensíveis ao uso inadequado;

b) – Vida útil de uma maneira geral mais curta;

c) – Peso relativamente grande;

d) – Tendência de sulfatação das placas;

e) – Destruição mecânica por trepidações e vibrações.

Todavia, as **baterias alcalinas** não conseguiram ainda substituir totalmente as de chumbo para uso em máquinas agrícolas, devido ao seu preço ainda relativamente alto e aos constantes aperfeiçoamentos que têm sido introduzidos nas baterias ácidas.

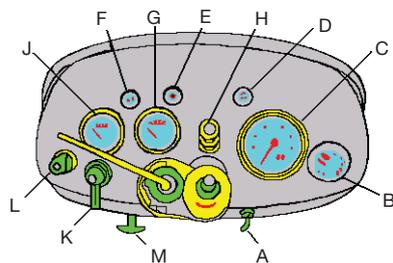


Fig 24. 1

- A – Interruptor do motor de arranque
- B – Interruptor de luzes
- C – Velocímetro
- D – Luz avisadora carga da bateria
- E – Luz avisadora óleo do motor
- F – Luz avisadora filtro transmissão
- G – Termómetro
- H – Interruptor sinais de perigo
- J – Indicador nível de combustível
- K – Indicador mudança de direcção
- L – Buzina
- M – Punho de paragem do motor

Todos os tractores têm um conjunto de instrumentos de controlo do seu funcionamento, os quais se encontram agrupados no chamado **painel de instrumentos**.

O referido painel varia de marca para marca e, por vezes, até de tractor para tractor dentro da mesma marca. No entanto a sua finalidade é sempre a mesma: garantir o bom funcionamento, tanto da

máquina motora como dos trabalhos realizados pelas máquinas a ela acoplados.

O painel de instrumentos dos tractores mais antigos, muitos ainda a funcionar, é muitíssimo diferente dos actuais, como é absolutamente lógico. Nas figuras 24.1 e 24.2 apresentamos dois desses tipos.

O painel da figura 24.2 é mais completo que o da figura anterior, pois tem incorporado o **tractómetro** (Fig 24.2 – A), que é um indicador múltiplo onde se podem ler as velocidades de deslocação do tractor consoante a velocidade engatada, bem como as rotações do motor e da **tdf** em r.p.m. e horas de trabalho motor.

Naqueles em que não existe o tractómetro, as indicações por ele dadas estão no livro de instruções e/ou numa decalcomania ou chapa cravada em local visível para o operador – abaixo do painel de instrumentos, no guarda lamas ou qualquer outro local.

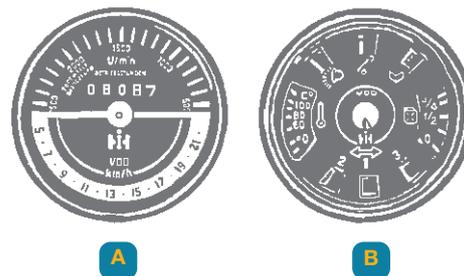


Fig 24. 2



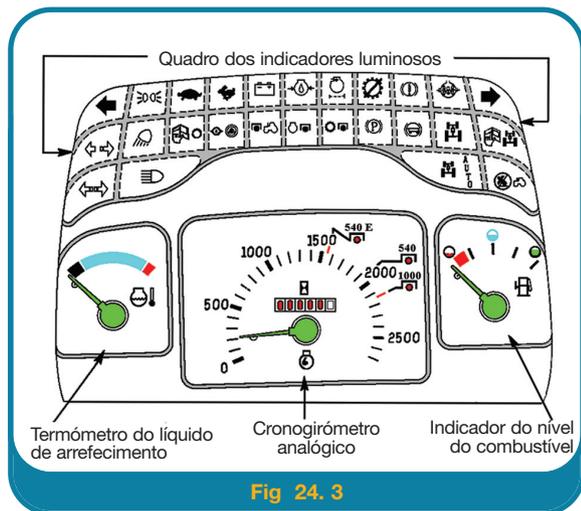


Fig 24.3

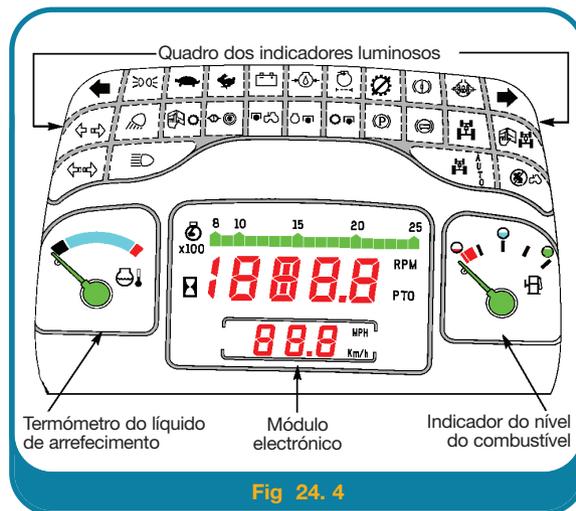


Fig 24.4

Nos tractors actuais o painel de instrumentos teve uma grande evolução em relação aos mais antigos. Há os **analógicos** (Fig 24.3) e os **digitais** (Fig 24.4).

Até dentro da mesma marca uns vêm com painéis analógicos e outros digitais; no entanto, a tendência é para os segundos que vão gradualmente substituindo os primeiros.

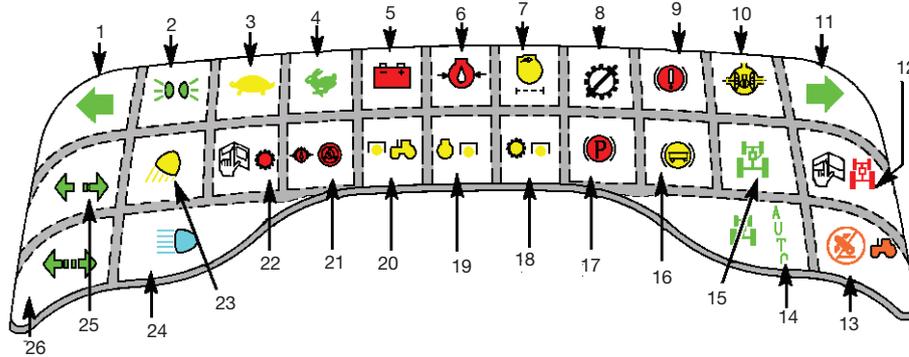


Fig 24.5

- | | |
|--|--|
| 1 – Indicador de luzes de direcção esquerdas (verde) | 13 – Indicador do elevador dianteiro desabilitado quando presente (laranja) |
| 2 – Indicador de luzes de posição (verde) | 14 – Indicador de tracção às 4 rodas automática accionada (verde) |
| 3 – Indicador de rotação lenta para caixa de velocidades com Power Shift (amarelo) | 15 – Indicador de tracção às 4 rodas permanente accionada (verde) |
| 4 – Indicador de rotação rápida para caixa de velocidades com P. Shift (verde) | 16 – Indicador de travão do reboque accionado (amarelo) |
| 5 – Indicador da instalação de recarga do alternador (vermelho) | 17 – Indicador de travão de mão accionado (vermelho) |
| 6 – Indicador da pressão do óleo do motor (vermelho) | 18 – Indicador da tomada de força sincronizada (amarelo) |
| 7 – Indicador do entupimento do filtro de ar seco (amarelo) | 19 – Indicador da tomada de força accionada (amarelo) |
| 8 – Disponível | 20 – Indicador da tomada de força dianteira accionada (amarelo) |
| 9 – Indicador de nível de óleo dos travões insuficiente (vermelho) | 21 – Indicador de insuficiente pressão do óleo na caixa de velocidades e/ou direcção hidráulica (vermelho) |
| 10 – Indicador de bloqueio do diferencial accionado (amarelo) | 22 – Indicador de alarme P. Shift (vermelho) |
| 11 – Indicador das luzes de direcção direitas (verde) | 23 – Indicador dos faróis de trabalho (amarelo) |
| 12 – Indicador de alarme da tracção às 4 rodas permanente (vermelho) | 24 – Indicador de luzes altas (azul) |
| | 25 e 26 – Indicador de luzes de direcção do tractor e do reboque (verde) |

A figura 24.5 identifica cada um dos indicadores luminosos das figuras 24.3 e 24.4.

A figura 24.6 mostra outro painel de instrumentos.

Muitos mais há, mas todos com o mesmo objectivo:

- fornecer ao operador o maior número possível de dados, não só para o bom funcionamento do tractor, mas também para uma perfeita execução do trabalho com as máquinas por ele accionadas.

A evolução da mecanização agrícola obriga à utilização cada vez maior de sistemas computadorizados entre o tractor e a alfaia permitindo visualizar, a cada momento, determinados dados tais

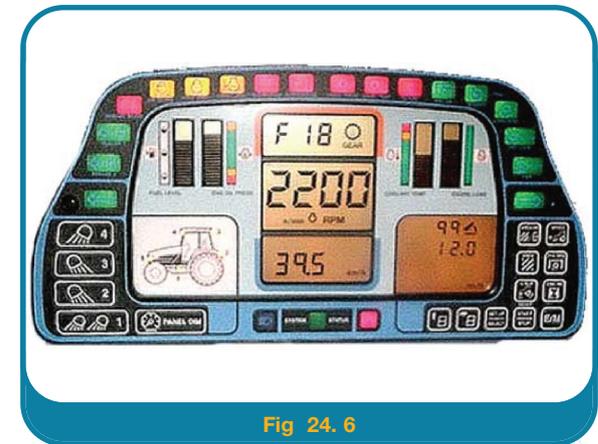
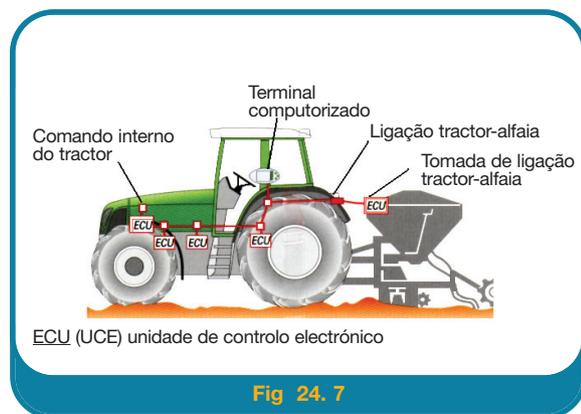


Fig 24.6

como, por exemplo: - consumo horário (**l/h**) - consumo por hectare (**l/ha**) - área trabalhada (**ha**) - patinagem (**%**) - patinagem admissível (**%**) - largura de trabalho (**m**) - área total (**ha**) bem como corrigir o trabalho da alfaia de acordo com os dados introduzidos em função da velocidade de deslocação.

A figura 24.7 representa um dos casos referidos.



Do conjunto de causas dos acidentes ocorridos com tractores em Portugal, a maioria deve-se a causas humanas originadas pela fadiga, excesso de confiança, condução sob o efeito do álcool e ainda ignorância ou pouco conhecimento do funcionamento da máquina.

O tipo de acidente mais vulgar e que representa cerca de 2 %, é devido a duas situações muito concretas: o **empinamento** (encabritamento) e o **reviramento** (cambalhota) do tractor. Num grande número de situações estes acidentes são, frequentemente, fatais ou provocam situações de incapacidade física, temporária ou permanente.

Como podemos ver na figura 25.1, o reviramento é um fenómeno extremamente rápido. Não é tão difícil de acontecer quanto se pode imaginar; basta a conjugação de algumas situações adversas (obstáculo + aceleração). Apenas um segundo é o espaço de tempo necessário para que o plano horizontal do pneu do tractor atinja a vertical. Este espaço de tempo, obviamente, é insuficiente para que o operador seja capaz de reagir, tomar uma atitude e corrigir o que quer que seja.

A forma mais eficaz de evitar este perigo é ter o tractor dotado de dispositivos de segurança activa que previnem este tipo de situações; são as **estruturas de segurança**, que analisaremos em pormenor e em que as mais vulgarizadas são os **arcos** e os **quadros de protecção** e as **cabinas de segurança**. Este tipo de estruturas permite criar um determinado volume indeformável em redor do operador, de forma a impedir que ele seja esmagado na sequência de um reviramento. Estas estruturas devem estar homologadas e certificadas por um organismo certificador, para o modelo de máquina em que vêm equipadas ou na qual irão ser instaladas.

- **Arco de segurança** – dispositivo muito simples, em forma de arco, constituído por uma ou duas estruturas tubulares, montadas na estrutura do próprio tractor.

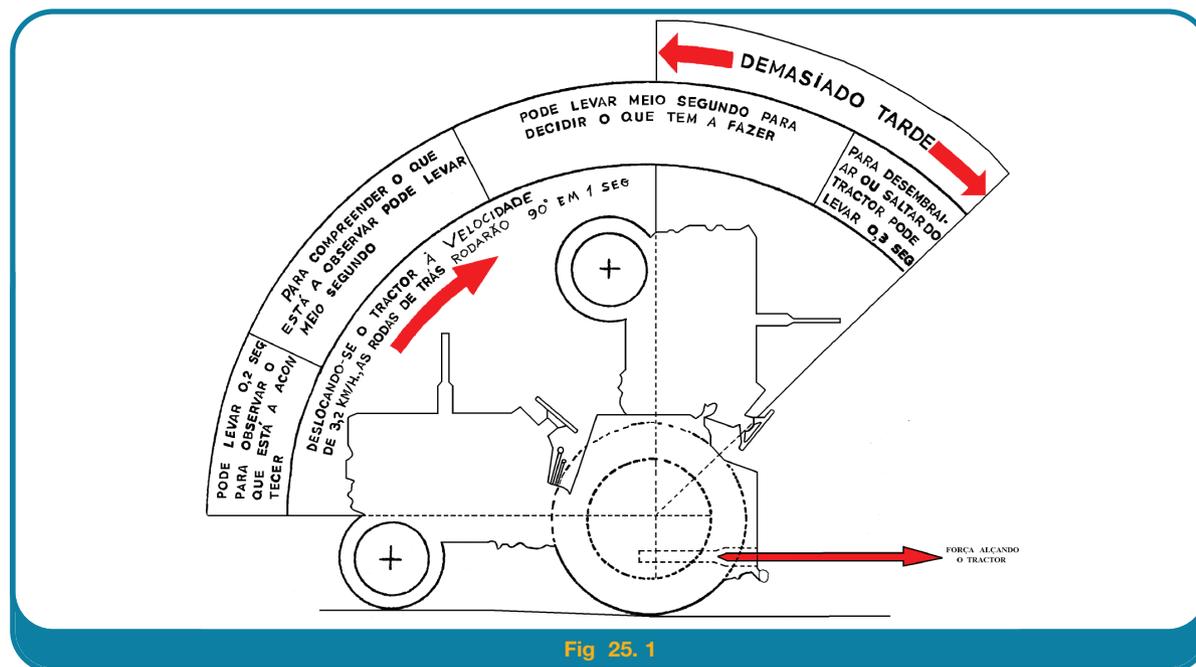


Fig 25. 1

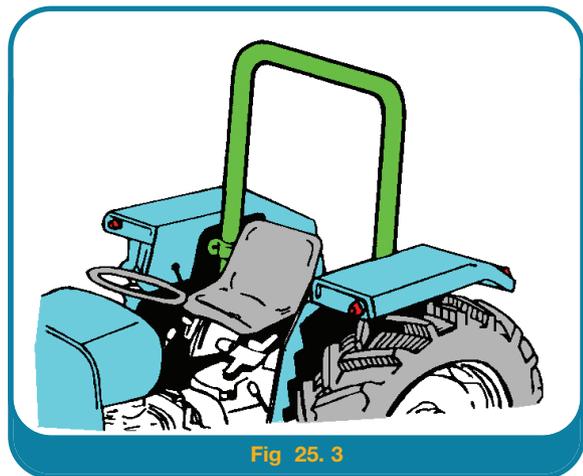


Fig 25.3

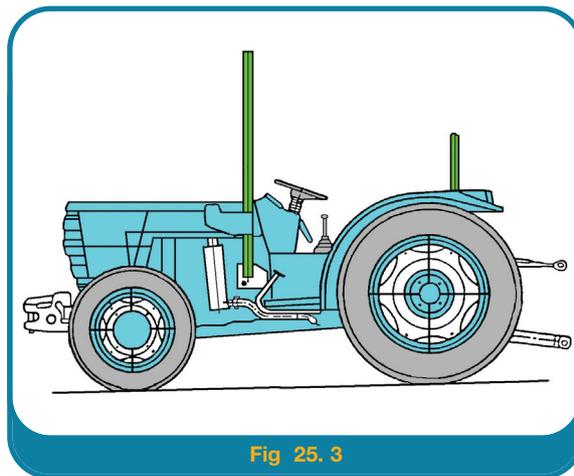


Fig 25.3

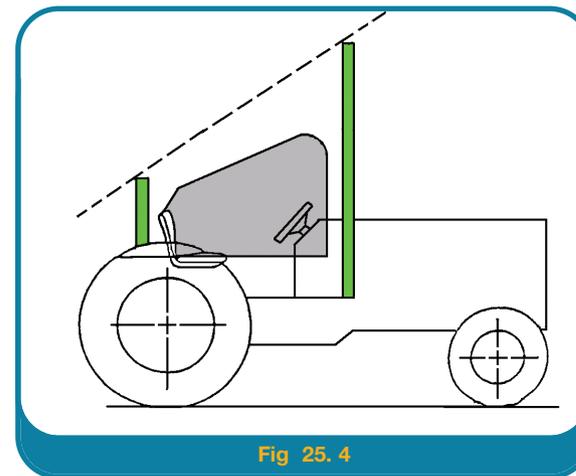


Fig 25.4

Pode ser montado de duas formas:

1 – Sobre as mangas de eixo traseiras, ficando atrás do operador; toma a designação de **arco traseiro** ou **pórtico** (Fig 25.2);

2 – Fixo ao carter do motor ou ao da transmissão; designa-se por **arco dianteiro** e aplica-se nos

tractores vinhateiros e nos pomareiros (Fig 25.3).

É, frequentemente, rebatível, para possibilitar o trabalho sob coberto vegetal. Esta situação deverá ser transitória e excepcional: logo que terminada a situação que o exigiu, o arco deverá ser reposto na sua posição normal.

No caso dos arcos frontais é aconselhável a montagem de um segundo arco, na parte posterior, para garantir total segurança em caso de empinamento (Fig 25.4).

- **Quadro de segurança (Figs 25.5 e 25.6)** – dispositivo mais completo que o arco, é composto por quatro ou seis montantes, com a mesma finalidade mas maior margem de segurança, de forma a poder suportar cargas maiores; é, por isso mesmo, colocado em tractores de maiores dimensões, se bem que possa equipar qualquer tipo. Nalguns casos resulta da associação de um arco dianteiro e de um pórtico, ligados entre si por barras horizontais formando, no seu conjunto, um paralelepípedo dotado de grande rigidez mecânica.

Normalmente, possuem um tejadilho, em chapa ou em tela, para protegerem o operador das intempéries.

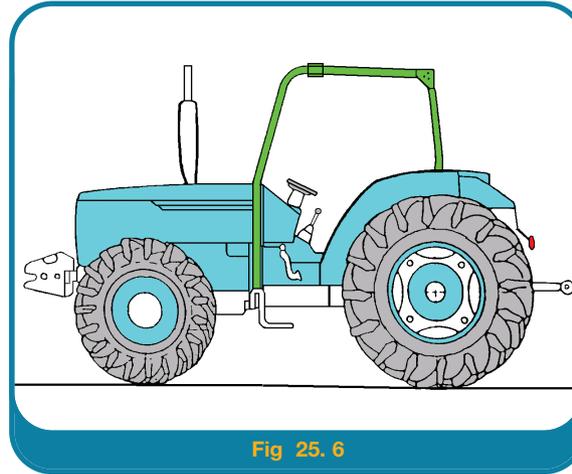


Fig 25. 6

insonorizada, dotada de portas e janelas e até de ar condicionado.

A preocupação de garantir segurança e um elevado nível de conforto é o princípio básico a que obedece a concepção destas cabines, que são de dois tipos:

- **Montadas** – como o próprio nome indica são montadas sobre a estrutura do tractor e podem ser colocadas ou retiradas com alguma facilidade;

- **Integrais** – fazem parte do próprio tractor, não permitindo a sua desmontagem; ligam-se a ele por

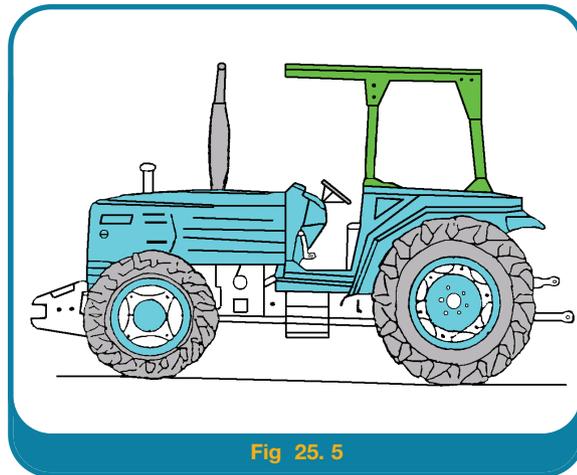


Fig 25. 5

Alguns fabricantes fornecem, por opção, kits de montagem capazes de isolar o habitáculo com vidraças, portas e janelas, apenas da intempérie, já que estas estruturas não conferem isolamento dos ruídos e poeiras; quando muito são capazes de os reduzir. No entanto e em relação aos ruídos, frequentemente, aumentam-nos por causa das vibrações das portas e janelas.

- **Cabine de segurança (Fig 25.7)** – também denominada **cabine à prova de viragem**, é uma estrutura que, para além de proteger o operador no caso de viragem lateral ou traseira, também pode isolar o habitáculo da intempérie e dos ruídos. É a chamada **cabine climatizada** que é hermética,

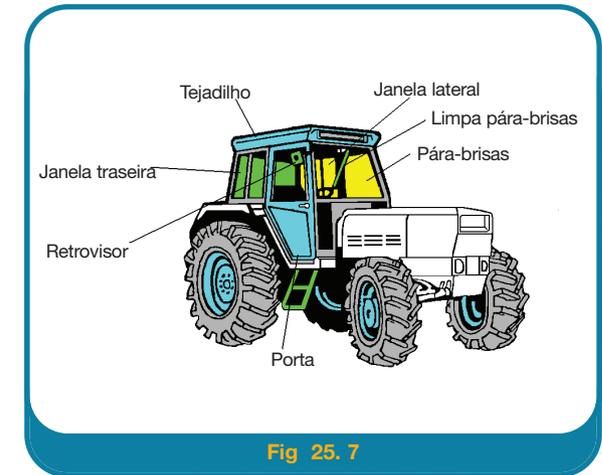


Fig 25. 7

dispositivos que lhe reduzem substancialmente o nível de vibrações, proporcionando, por isso, um maior conforto e segurança.

Todas as estruturas expostas até aqui são, no tractor, os aspectos mais visíveis da sua segurança activa. No entanto e porque estão com ela directamente relacionadas, é necessário referir aqui outros aspectos, extremamente importantes e que são:

- Meios de acesso e saída – devem estar concebidos de forma a que a entrada e saída se realize de maneira simples, fácil e segura. Por isso devem estar convenientemente dimensionados, dotados de uma superfície antiderrapante e perfurada e os degraus devem estar distanciados entre si de modo a proporcionarem operações de entrada e saída fáceis e seguras. A altura do solo ao primeiro degrau deve ser tal que seja adaptável, do ponto de vista ergonómico, ao maior número de operadores. Estes meios de acesso devem possuir também pegas e/ou corrimãos, de modo a facilitar as operações citadas.

- Assento do operador – como os tractores não possuem suspensão, os únicos dispositivos que exercem alguma função neste domínio são os pneus, que absorvem a maior parte das vibrações transmitidas ao tractor. Por este motivo, todos os fabricantes põem uma atenção muito especial no conforto e comodidade do posto de condução e, neste caso, do assento do operador, dotando-o de mecanismos de absorção de vibrações, regulação em altura, deslocação longitudinal, desenho anatómico e concepção ergonómica, de modo a proporcionar um bom grau de conforto.

- Posto de condução – deve ser construído com elevado grau de preocupação ergonómica e ser, portanto, dotado de boa visibilidade em toda a sua envolvente. Os mecanismos de comando e controlo devem estar bem localizados, serem de fácil acesso e distinguirem-se bem uns dos outros.

O ambiente térmico deve ser agradável e dispor de equipamento capaz de contrariar as oscilações climáticas.

O espaço, no interior do habitáculo, deve também ser o suficiente para que todas as manobras a executar possam ser feitas de forma eficaz.

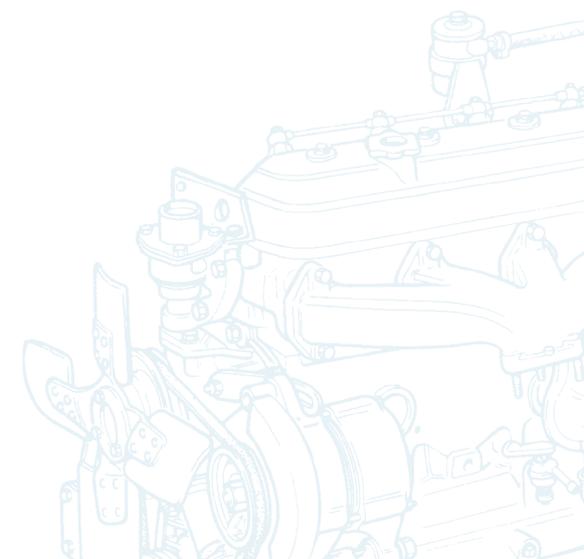
As alavancas de comando devem poder ser operadas com facilidade, evitando manobras bruscas e de elevado esforço físico e devem estar dispostas de modo a facilitar o seu alcance.

Os habitáculos devem estar concebidos de forma a reduzir ao mínimo o nível de vibrações, dotando as plataformas, onde estes assentam, de dispositivos de absorção e devem estar totalmente isolados das poeiras.

Muitos são os agricultores que, convictos dos elevados preços destes dispositivos, depreciam a sua importância. No entanto, se for estabelecida uma relação entre o preço e os benefícios proporcionados, estes ficam em grande vantagem. Para além disso a rentabilidade que é capaz de proporcionar um operador a trabalhar em boas condições de ambiente, conforto e segurança são, muitas vezes e por si sós, capazes de rentabilizar o investimento.

Por força das Directivas Comunitárias nº 89/392/CEE e 91/368/CEE e transposta para o ordenamento jurídico português pelo Decreto Lei nº 378/93 de 5 de Novembro, regulamentada pela Portaria nº 145/94 de 12 de Março, os fabricantes de tractores e equipamentos agrícolas ficam obrigados, sempre que pela primeira vez coloquem no Mercado Comunitário uma máquina, a respeitar os seguintes princípios fundamentais:

- Cumprir as exigências de segurança e saúde relativas à concepção, fabrico, utilização e abate de máquinas;
- Fazer acompanhar cada máquina do respectivo manual de instruções;
- Organizar o respectivo “dossier” técnico de fabrico;
- Apor na máquina a marca CEE e emitir a respectiva declaração de conformidade CE, com as exigências essenciais de segurança e de saúde que lhe dizem respeito.





EXERCÍCIOS DE CONSOLIDAÇÃO/AVALIAÇÃO





Às questões postas, assinale com um **X** a resposta que lhe parecer certa.

1 – O vestuário utilizado no trabalho com máquinas deve estar:

- a) Cingido ao corpo
- b) Largo
- c) Indiferente

2 – Ao efectuar verificações debaixo de um tractor este deve:

- a) Estar suspenso pelo macaco
- b) Estar assente sobre preguiças
- c) Estar suspenso pelo macaco e auxiliado com a colocação de um barrote de suporte

3 – Ao estacionar um tractor deve:

- a) Travá-lo e deixar a chave de ignição
- b) Travá-lo, retirar a chave de ignição e calçá-lo
- c) Travá-lo, retirar a chave de ignição, engatá-lo e calçá-lo

4 – Um motor de dois tempos:

- a) É de combustão interna e completa um ciclo de funcionamento durante quatro cursos do êmbolo
- b) É de combustão interna e completa um ciclo de funcionamento durante dois cursos do êmbolo
- c) Transforma a energia eléctrica em energia mecânica

5 – Num motor de quatro tempos, curso do êmbolo é:

- a) A posição mais próxima da cabeça
- b) A distância percorrida de um ponto morto ao outro
- c) A posição oposta ao ponto morto superior

6 – Num motor monocilíndrico, temperatura da combustão é:

- a) A temperatura mínima atingida na respectiva câmara durante a combustão
- b) A temperatura média atingida na respectiva câmara durante a combustão
- c) A temperatura máxima atingida na respectiva câmara durante a combustão

7 – Num motor em linha, os cilindros estão dispostos:

- a) Em dois planos em forma de V
- b) Uns ao lado dos outros
- c) Opostos uns aos outros

8 – Num motor em linha, a cambota tem:

- a) Tantas manivelas quantos os cilindros do motor
- b) Menos manivelas que os cilindros do motor
- c) Mais manivelas que os cilindros do motor

9 – A junta da cabeça de um motor é uma peça:

- a) Fixa
- b) Móvel
- c) Semi-móvel

10 – Os segmentos de compressão asseguram:

- a) A estanqueidade entre o êmbolo e o carter
- b) A estanqueidade entre o êmbolo e a cabeça do motor
- c) A estanqueidade entre o êmbolo e o cilindro

Às questões postas, assinale com um **X** a resposta que lhe parecer certa.

1 – Num motor Diesel a 4 tempos, no 1º tempo motor o êmbolo:

- a) Comprime ar no cilindro
- b) Admite ar no cilindro
- c) Expulsa ar do cilindro
- d) Admite gasóleo no cilindro

2 – Num motor Diesel a 4 tempos, o veio de excêntricos pertence ao sistema:

- a) De alimentação
- b) De distribuição
- c) De escape

3 – O volante do motor tem por função:

- a) Movimentar a cambota
- b) Movimentar as rodas
- c) Regularizar o movimento do motor
- d) Regularizar o movimento das válvulas

4 – O filtro de ar de um tractor do tipo em banho de óleo serve para:

- a) Tirar as impurezas do colector
- b) Reter as impurezas do ar
- c) Reter as impurezas do ar e do óleo

5 – A limpeza de um filtro de ar do tipo seco pode fazer-se soprando-o:

- a) De fora para dentro
- b) De dentro para fora
- c) De fora para dentro e de dentro para fora
- d) De dentro para fora através do escape do tractor
- e) De dentro para fora e de fora para dentro através do escape do tractor

6 – O colector de escape de um motor Diesel tem:

- a) Mais ramificações do que cilindros do motor
- b) Tantas ramificações quantos os cilindros do motor
- c) Menos ramificações do que cilindros do motor

7 – O silencioso, que se encontra no interior da panela de escape, tem por função:

- a) Reduzir a energia dos gases de escape
- b) Diminuir o ruído
- c) Aumentar a energia dos gases de escape
- d) Diminuir o ruído e aumentar a energia dos gases de escape

Às questões postas, assinale com um **X** a resposta que lhe parecer certa.

1 – O combustível, quando armazenado em bidões, só deve ser utilizado após um repouso de, pelo menos:

- a) 6 horas
- b) 12 horas
- c) 18 horas
- d) 24 horas
- e) 30 horas

2 – O atesto do depósito de combustível de um tractor deve fazer-se:

- a) De manhã, antes de ir para o trabalho
- b) A meio do dia de trabalho
- c) À tarde, depois de regressar do trabalho
- d) A qualquer hora

3 – Quando o orifício de respiração do tampão do depósito de combustível se entope:

- a) O motor acelera porque o combustível que chega à bomba de alimentação é em excesso
- b) O motor pára porque o combustível não chega à bomba de alimentação
- c) O motor acelera e depois pára

4 – O filtro de combustível situa-se, normalmente,:

- a) Entre o depósito do combustível e o copo de decantação
- b) Entre o copo de decantação e a bomba de alimentação
- c) Entre as bombas de alimentação e injeção
- d) Entre o copo de decantação e a bomba de injeção

5 – Os tubos condutores que ligam a bomba de alimentação à de injeção são:

- a) De baixa pressão
- b) De média pressão
- c) De alta pressão
- d) De baixa e de média pressão

6 – A bomba de injeção envia o combustível aos cilindros por intermédio dos injectores:

- a) A baixa pressão
- b) A média pressão
- c) A alta pressão

7 – Se o combustível for “mal queimado” na câmara de combustão, no escape aparecem:

- a) Fumos brancos
- b) Fumos negros
- c) Fumos brancos e negros

8 – Na injeção directa, o combustível injectado incide:

- a) Na câmara de pré-combustão
- b) Na câmara de turbulência
- c) Na cabeça do êmbolo

9 – A purga do sistema de alimentação faz-se, se necessário, para:

- a) Extrair as impurezas do combustível
- b) Extrair o ar do combustível
- c) Extrair o ar do sistema

Às questões postas, assinale com um **X** a resposta que lhe parecer certa.

1 – No sistema de arrefecimento por líquido, a verificação do nível do mesmo é um cuidado:

- a) Diário
- b) Semanal
- c) Mensal

2 – O tampão do radiador serve para:

- a) Fazer com que o líquido ferva
- b) Manter a pressão do líquido
- c) Tirar pressão ao líquido

3 – Quando a pressão, no interior do radiador, ultrapassa o valor determinado:

- a) A válvula exterior do tampão do radiador abre
- b) A válvula interior do tampão do radiador abre
- c) Ambas as válvulas do tampão do radiador abrem

4 – O termóstato serve para que o motor do tractor:

- a) Arrefeça rapidamente
- b) Arrefeça lentamente
- c) Aqueça lentamente
- d) Aqueça rapidamente

5 – O líquido do sistema de arrefecimento deve ter o seguinte valor de pH:

- a) 3
- b) 7
- c) 9

Às questões postas, assinale com um **X** a resposta que lhe parecer certa.

1 – O óleo de lubrificação evita que as peças móveis de um motor, ao roçarem umas de encontro às outras, gerem:

- a) Aquecimento
- b) Desgaste
- c) Aquecimento e desgaste
- d) Desgaste e fusão
- e) Aquecimento, fusão e colagem
- f) Aquecimento, desgaste, fusão e colagem

2 – Actualmente, o sistema de lubrificação dos tractores é:

- a) Por chapinhagem
- b) Por pressão
- c) Misto

3 – Ao proceder à mudança de óleo de um tractor, deve fazê-lo:

- a) De manhã, com o motor frio
- b) De manhã, com o motor quente e em local inclinado e limpo
- c) A qualquer hora, com o motor quente e em local plano e limpo

4 – No sistema de lubrificação por pressão, o manómetro indica:

- a) O volume de óleo no carter
- b) A pressão do óleo
- c) A temperatura do óleo
- d) A pressão e a temperatura do óleo
- e) O volume de óleo no carter, a sua pressão e temperatura

5 – Os óleos decompostos podem-se despejar para:

- a) Qualquer lado
- b) Para bidões e entregues para reciclagem
- c) Para o solo e, em seguida, tapado com terra .
- d) Um aterro sanitário

6 – Num motor de 2 tempos, o segundo tempo faz:

- a) Admissão e escape
- b) Trabalho e escape
- c) Compressão e escape
- d) Admissão e trabalho

7 – Um motor de 2 tempos, com a mesma potência de um de 4 tempos, consome:

- a) Mais combustível
- b) Menos combustível
- c) O mesmo combustível

8 – Um motor de 4 tempos lubrificado por mistura, em igualdade de circunstâncias com um de 2 tempos, tem:

- a) Mais potência, menor consumo e menor ruído
- b) Menos potência, menor consumo e menor ruído
- c) A mesma potência, menor consumo e menor ruído
- d) Mais potência, maior consumo e menor ruído
- e) Menos potência, maior consumo e menor ruído

9 – Num óleo, a taxa de variação da viscosidade com a alteração da temperatura é:

- a) Tanto maior quanto mais alto for o índice de viscosidade
- b) Tanto menor quanto mais baixo for o índice de viscosidade
- c) Tanto menor quanto mais alto for o índice de viscosidade
- d) Tanto maior quanto mais baixo for o índice de viscosidade

Às questões postas, assinale com um **X** a resposta que lhe parecer certa.

1 – A embraiagem é um componente básico:

- a) Do motor
- b) Da transmissão
- c) Da direcção

2 – A embraiagem serve para:

- a) Aumentar as rotações do motor
- b) Diminuir as rotações do motor
- c) Ligar e desligar o movimento do motor com os restantes componentes
- d) Aumentar e diminuir as rotações do motor

3 – Se a folga do pedal da embraiagem for demasiado grande:

- a) As “mudanças” metem-se com facilidade
- b) As “mudanças” metem-se com dificuldade
- c) As “mudanças” metem-se normalmente

4 – A caixa de velocidades serve para:

- a) Esforçar muito a tracção
- b) Seleccionar a velocidade de deslocação e regular o esforço de tracção
- c) Seleccionar a velocidade de deslocação, a inversão de marcha e a paragem com o motor em funcionamento
- d) Seleccionar a velocidade de deslocação, inverter a marcha e parar o motor

5 – A caixa de velocidades permite obter relações de desmultiplicação entre:

- a) O veio de entrada e o veio intermédio
- b) O veio de entrada e o veio de saída
- c) O veio de saída e o veio intermédio
- c) O veio de entrada, o veio intermédio e o veio de saída

6 – Numa caixa de velocidades com o grupo redutor ligado a primeira alta tem, em relação à primeira baixa:

- a) Mais velocidade e menos força
- b) Mais força e menos velocidade
- c) A mesma força e a mesma velocidade
- d) A mesma força e mais velocidade

7 – Numa engrenagem epicicloidial, se o movimento entrar pelo planetário e a coroa ficar fixa, a velocidade de saída do porta-satélites é:

- a) Aumentada em relação à de entrada
- b) Reduzida em relação à de entrada
- c) Igual à de entrada e à de saída

8 – Numa transmissão hidrostática, o líquido circula:

- a) A alta velocidade e a pressões elevadas
- b) A baixa velocidade e a pressões elevadas
- c) A alta velocidade e a pressões baixas
- d) A baixa velocidade e a pressões baixas

9 – Na blocagem ou bloqueio do diferencial os semi-eixos ficam:

- a) Desligados entre si e uma roda patina
- b) Desligados entre si e nenhuma roda patina
- c) Ligados entre si e a roda que patina deixa de o fazer
- d) Ligados entre si e a roda que não patina passa a fazê-lo

10 – Um veio de tdf com 6 estrias é para máquinas que trabalham a:

- a) 540 r.p.m.
- b) 750 r.p.m.
- c) 1000 r.p.m.
- d) 1250 r.p.m

11 – Na tdf motor, a sua velocidade de rotação é:

- a) Proporcional à velocidade de deslocação do tractor
- b) Proporcional ao regime do motor
- c) Igual à velocidade de deslocação do tractor
- d) Igual ao regime do motor
- e) Menor que a velocidade de deslocação do tractor
- f) Maior que o regime do motor

12 – A tdf independente:

- a) Deixa de funcionar quando se pára a deslocação do tractor
- b) Permite a deslocação do tractor sem parar a **tdf**
- c) Continua a funcionar, mas tem que se parar a deslocação do tractor

Às questões postas, assinale com um **X** a resposta que lhe parecer certa.

1 – A junta de cardan, de um veio telescópico de cardans, é:

- a) O conjunto de uma cruzeta e uma forqueta
- b) O conjunto de duas cruzetas e uma forqueta
- c) O conjunto de duas forquetas e uma cruzeta
- d) O conjunto de duas forquetas e duas cruzetas

2 – Num veio telescópico de cardans simples de pequeno ângulo, os ângulos formados entre as máquinas motora e operadora nunca devem ultrapassar:

- a) 20 graus
- b) 30 graus
- c) 35 graus
- d) 40 graus

3 – Os veios telescópicos de cardans de grande ângulo podem atingir até:

- a) 45 graus
- b) 50 graus
- c) 60 graus
- d) 70 graus
- e) 90 graus

4 – A fim de se adaptar o tractor às linhas de cultura, a bitola pode-se alargar ou estreitar. Normalmente, a bitola traseira tem:

- a) 4 posições
- b) 6 posições
- c) 8 posições
- d) 10 posições

5 – Se um tractor for guardado por um período longo de inactividade, em relação aos pneus deve-se:

- a) Suspender sobre preguiças e reduzir a pressão
- b) Guardar em local fechado, aumentar a pressão e pintá-los com verniz de protecção
- c) Suspender sobre preguiças, em local fechado, reduzir a pressão e pintá-los com verniz de protecção

6 – A lastragem do tractor serve, principalmente, para lhe:

- a) Aumentar o peso
- b) Diminuir o peso
- c) Aumentar o peso e diminuir a patinagem
- d) Diminuir o peso e aumentar a patinagem
- e) Aumentar o peso e a patinagem

7 – Se os pneus do tractor forem lastrados com água esta deve ficar, dentro do pneu, a:

- a) 25 %
- b) 50 %
- c) 75 %
- d) 100 %

8 – Para se melhorar a aderência de um tractor de rodas:

- a) Aumenta-se a pressão dos pneus
- b) Lastra-se o tractor
- c) Diminui-se a bitola
- d) Aumenta-se a bitola e lastra-se o tractor

9 – A verificação da pressão dos pneus é um cuidado:

- a) Diário
- b) Semanal
- c) Mensal

10 – Os pneus de um tractor, quando este circula em estrada, devem ter:

- a) Mais pressão do que em lavoura
- b) Menos pressão do que em lavoura
- c) A mesma pressão do que em lavoura

Às questões postas, assinale com um **X** a resposta que lhe parecer certa.

1 – A patilha de ligação dos travões de serviço de um tractor, quando em trabalho de campo, deve:

- a) Estar desligada
- b) Estar ligada
- c) Indiferente

2 – O travão de cinta usa-se principalmente:

- a) Como travão de serviço
- b) Como travão de estacionamento
- c) Como travão de serviço e de estacionamento

3 – A servo-tracção é um órgão auxiliar de travagem que serve para:

- a) Efectuar travagens mais eficientes e com maior esforço
- b) Efectuar travagens menos eficientes e com menor esforço
- c) Efectuar travagens mais eficientes e com menor esforço
- d) Efectuar travagens menos eficientes e com maior esforço

4 – Quanto menor for o desgaste dos calços de um travão, a força a exercer no pedal será:

- a) Maior
- b) Menor
- c) Igual

5 – A verificação da folga dos pedais dos travões é um cuidado:

- a) Diário
- b) Semanal
- c) Mensal
- d) Semestral
- e) Anual

6 – No sistema de levantamento hidráulico do tractor, quando em controlo de posição, a cada posição da alavanca de comando corresponde:

- a) Uma posição dos braços de levantamento
- b) Duas posições dos braços de levantamento
- c) Meia posição dos braços de levantamento

7 – A taxa de patinagem de um tractor é aceitável até:

- a) 5 a 7 %
- b) 7 a 10 %
- c) 10 a 15 %
- d) 15 a 20 %

Às questões postas, assinale com um **X** a resposta que lhe parecer certa.

1 – O sistema de iluminação e sinalização de um tractor é indispensável para e de acordo com o código da estrada:

- a) Poder transitar na via pública de noite
- b) Poder realizar trabalhos à noite
- c) Poder transitar na via pública e realizar trabalhos à noite
- d) Poder transitar na via pública de dia e de noite

2 – O motor de arranque tem por missão:

- a) Deixar o motor do tractor a trabalhar
- b) Fazer girar o motor do tractor e pará-lo
- c) Fazer girar o motor do tractor quando parado, pô-lo em marcha e deixá-lo a trabalhar
- d) Parar o motor do tractor e voltar a pô-lo em marcha

3 – O regulador de tensão:

- a) Limita a intensidade da corrente fornecida pelo gerador
- b) Limita a voltagem máxima que o gerador produz
- c) Regula a voltagem mínima que o gerador produz
- d) Limita e regula a voltagem mínima que o gerador produz

4 – O alternador gera:

- a) Corrente contínua
- b) Corrente alterna
- c) Corrente alterna e contínua

5 – A bateria é um:

- a) Gerador de energia eléctrica
- b) Acumulador de energia eléctrica
- c) Consumidor de energia eléctrica
- d) Gerador e acumulador de energia

6 – O electrólito da bateria é:

- a) Menos denso do que a água
- b) Mais denso do que a água
- c) Tão denso como a água

7 – Numa bateria o borne negativo é:

- a) Mais grosso que o positivo
- b) Menos grosso que o positivo
- c) Tão grosso como o positivo

8 – Para, entre duas baterias de 12 volts, fazer uma ligação em série:

- a) Liga o borne positivo de uma com o positivo da outra

- b) Liga o borne positivo de uma com o negativo da outra
- c) É indiferente

9 – Após a ligação anterior ficamos com:

- a) A mesma voltagem
- b) O dobro da voltagem
- c) Metade da voltagem

10 – Ao ligar uma bateria deve:

- a) Ligar primeiro o cabo da corrente
- b) Ligar primeiro o cabo da massa
- c) Indiferente

11 – Cabine de segurança é uma estrutura para:

- a) Proteger o operador das intempéries
- b) Proteger o operador em caso de viragem
- c) Proteger o operador em caso de viragem, das intempéries e dos ruídos
- d) Proteger o operador das intempéries e dos ruídos
- e) Proteger o operador em caso de viragem e dos ruídos
- f) Proteger o operador dos ruídos



SOLUÇÕES DOS EXERCÍCIOS DE CONSOLIDAÇÃO/AVALIAÇÃO







Número do Exercício	Número da Pergunta	Alínea Certa
1	1	a)
1	2	b)
1	3	c)
1	4	b)
1	5	b)
1	6	c)
1	7	b)
1	8	a)
1	9	a)
1	10	c)
2	1	b)
2	2	b)
2	3	c)
2	4	b)
2	5	b)
2	6	b)
2	7	a)
3	1	d)
3	2	c)
3	3	b)
3	4	c)
3	5	b)
3	6	c)

Número do Exercício	Número da Pergunta	Alínea Certa
2	7	b)
2	8	c)
2	9	c)
4	1	a)
4	2	b)
4	3	a)
4	4	d)
4	5	b)
5	1	f)
5	2	b)
5	3	c)
5	4	b)
5	5	b)
5	6	b)
5	7	a)
5	8	a)
5	9	c)
6	1	b)
6	2	c)
6	3	b)
6	4	c)
6	5	b)
6	6	a)

Número do Exercício	Número da Pergunta	Alínea Certa
6	7	b)
6	8	b)
6	9	c)
6	10	a)
6	11	b)
6	12	b)
7	1	c)
7	2	b)
7	3	d)
7	4	c)
7	5	c)
7	6	c)
7	7	c)
7	8	b)
7	9	b)
7	10	a)
8	1	a)
8	2	b)
8	3	c)
8	4	b)
8	5	b)
8	6	a)
8	7	c)

Número do Exercício	Número da Pergunta	Alínea Certa
9	1	c)
9	2	c)
9	3	b)
9	4	b)
9	5	b)
9	6	b)
9	7	b)
9	8	b)
9	9	b)
9	10	a)
9	11	c)

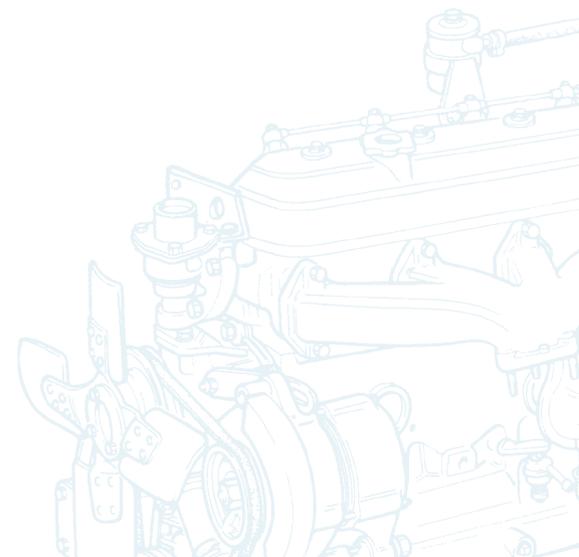
NOTA: - Do ponto de vista pedagógico, entende-se que outros conjuntos de exercícios (avaliação somativa) e de instrumentos de avaliação deverão fazer parte do Manual Técnico do Formador.



- Briosa, Fausto, Glossário Ilustrado de Mecanização Agrícola, 3ª Edição, Lisboa (1989)
Carvalho, Rui Fernando de Carvalho, Algumas Normas de Segurança, 1ª Edição, Lisboa, Edição da DGER (1979)
Carvalho, Rui Fernando de Carvalho, O Tractor, 1ª Edição, Lisboa, Publicações Ciência e Vida (1986)
Cedra, C., Les Tracteurs Agricoles
Clément, J. M., Larrousse Agricole (1981)
Vicente, Miguel de Castro, A Electrónica no Automóvel, 1ª Edição, Lisboa, (1990)
Deere, John, Fundamentos de Servicio
Silva, José Albano C. da, Manual de Higiene e Segurança, Lisboa (2003)
Palácio, Vicente Ripoll, El Tractor, Milagro Ediciones (1972)
Sem autor, Vários Catálogos e Manuais de Instrução das principais marcas de Tractores e máquinas agrícolas

SITES DA INTERNET:

- www.acap.pt
www.agriculturaemaquinas.com/renault
www.cap.pt
www.confagri.pt
www.deere.com/es
www.dgv.pt
www.galucho.pt
www.herculano.pt
www.iefp.pt
www.idrha.min-agricultura.pt
www.idict.gov.pt
www.infoagro.com
www.masseys.com.br
www.mecanização.der.uevora.pt
www.min-agricultura.pt
www.newholland.com
www.oecd.org





1 – Para um acompanhamento da evolução tecnológica nesta área, aconselha-se a consulta periódica de manuais e/ou catálogos distribuídos pelas casas comerciais, normalmente em papel, ou via Internet.

2 – Para esclarecimentos complementares relacionados com a mecanização agrária aconselham-se os seguintes contactos:

Associação Portuguesa de Mecanização Agrícola (APMA)

Tapada da Ajuda
1349 – 018 LISBOA
E-mail: apma@esoterica.pt

Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural

Av. Afonso Costa, nº3
1949 - 002 Lisboa

Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Norte

Mirandela

Rua da República, 133
5370 - 347 Mirandela

Braga

Rua Dr. Francisco Duarte, nº 365 - 1º
Apartado 3073
4710 - 379 Braga

Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Centro

Castelo Branco

Rua Amato Lusitano, Lote 3
6000 - 150 Castelo Branco

Coimbra

Av. Fernão de Magalhães, nº 465
3000-177 Coimbra

Direcção Regional de Agricultura e Pescas de Lisboa e Vale do Tejo

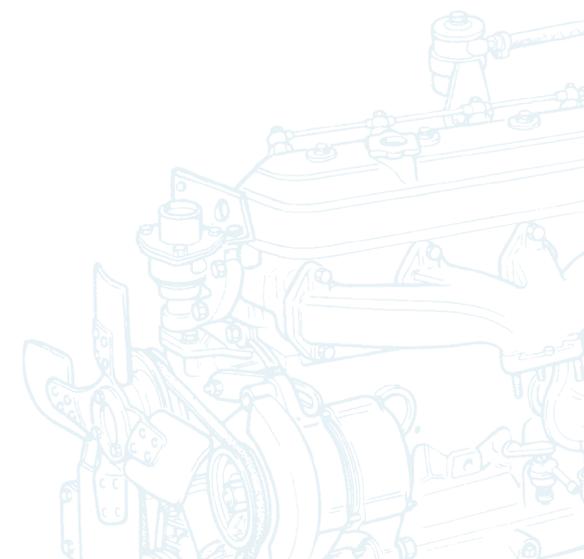
Quinta das Oliveiras, Estrada Nacional nº3
Apartado 477
2001-906 Santarém

Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Alentejo

Quinta da Malagueira, Apartado 83
7002-553 Évora

Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Algarve

Apartado 282
Braciais - Patação
8001-904 Faro





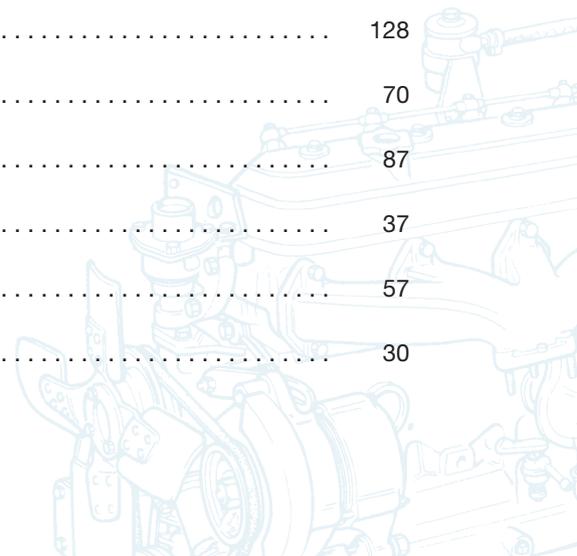
ÍNDICE ALFABÉTICO DAS NOTAS TÉCNICAS





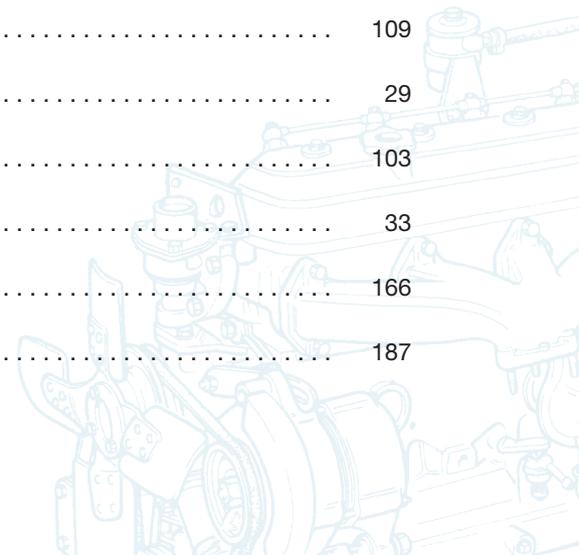


ALIMENTAÇÃO DE AR - NOTA TÉCNICA Nº 7	44
ARMAZENAMENTO DO COMBUSTÍVEL - NOTA TÉCNICA Nº 9.1	53
ARRANQUE A FRIO - NOTA TÉCNICA Nº 9.10	72
ARREFECIMENTO POR AR - NOTA TÉCNICA Nº 10.2	90
ARREFECIMENTO POR LÍQUIDO - NOTA TÉCNICA Nº 10.1	76
BATERIA - NOTA TÉCNICA Nº 23.5	230
BOMBA DE ÁGUA - NOTA TÉCNICA Nº 10.1.4	83
BOMBA DE ALIMENTAÇÃO - NOTA TÉCNICA Nº 9.4	58
BOMBA DE INJEÇÃO - NOTA TÉCNICA Nº 9.7	63
BOMBA DE ÓLEO - NOTA TÉCNICA Nº 11.3.1	96
CAIXA DE VELOCIDADES - NOTA TÉCNICA Nº 16.2	128
CÂMARAS DE COMBUSTÃO E SISTEMAS DE INJEÇÃO - NOTA TÉCNICA Nº 9.9	70
CAMISAS DE ÁGUA - NOTA TÉCNICA Nº 10.1.7	87
CICLO DE FUNCIONAMENTO DE UM MOTOR DIESEL A 4 TEMPOS - NOTA TÉCNICA Nº 5	37
COPO DE DECANTAÇÃO - NOTA TÉCNICA Nº 9.3	57
DADOS NOMINAIS DOS MOTORES - NOTA TÉCNICA Nº 3	30



DEPÓSITO DE COMBUSTÍVEL - NOTA TÉCNICA Nº 9.2	55
DESGASTES E DANIFICAÇÕES - NOTA TÉCNICA Nº 20.1.4	176
DIFERENCIAL - NOTA TÉCNICA Nº 16.3	140
DÍNAMO E ALTERNADOR - NOTA TÉCNICA Nº 23.4	227
DIRECÇÃO - NOTA TÉCNICA Nº 19	155
DISJUNTOR E REGULADOR - NOTA TÉCNICA Nº 23.3	225
EIXO DIANTEIRO - NOTA TÉCNICA Nº 19.1	160
EMBRAIAGEM - NOTA TÉCNICA Nº 16.1	121
ENGATE DE 3 PONTOS - NOTA TÉCNICA Nº 22.2	207
ESTRUTURAS DE SEGURANÇA - NOTA TÉCNICA Nº 25	239
FILTRO DE COMBUSTÍVEL - NOTA TÉCNICA Nº 9.5	60
FILTRO DE ÓLEO - NOTA TÉCNICA Nº 11.3.2	97
HIGIENE E SEGURANÇA - NOTA TÉCNICA Nº 1	22
INDICADOR DE PRESSÃO - NOTA TÉCNICA Nº 11.3.5	101
ÍNDICES DE VELOCIDADE E DE CARGA - NOTA TÉCNICA Nº 20.1.3	173
INJECTORES - NOTA TÉCNICA Nº 9.8	66

LASTRAGEM - NOTA TÉCNICA Nº 20.2	178
LIGAÇÃO TRACTOR - ALFAIAS - NOTA TÉCNICA Nº 22.1	205
LÍQUIDO DE ARREFECIMENTO - NOTA TÉCNICA Nº 10.1.8	88
LUBRIFICAÇÃO - NOTA TÉCNICA Nº 11	92
LUBRIFICAÇÃO MISTA - NOTA TÉCNICA Nº 11.2	94
LUBRIFICAÇÃO POR CHAPINHAGEM - NOTA TÉCNICA Nº 11.1	93
LUBRIFICAÇÃO SOB PRESSÃO - NOTA TÉCNICA Nº 11.3	95
LUBRIFICANTES - NOTA TÉCNICA Nº 15	111
MOTOR DE ARRANQUE - NOTA TÉCNICA Nº 23.2	224
MOTOR DE 2 TEMPOS - NOTA TÉCNICA Nº 13	104
MOTOR DE 4 TEMPOS LUBRIFICADO POR MISTURA - NOTA TÉCNICA Nº 14	109
MOTORES - SUAS DEFINIÇÕES - NOTA TÉCNICA Nº 2	29
MUDANÇA DE ÓLEO - NOTA TÉCNICA Nº 12	103
O MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA A 4 TEMPOS - NOTA TÉCNICA Nº 4	33
O PNEU - TIPOS E CONSTITUIÇÃO - NOTA TÉCNICA Nº 20.1	166
ÓRGÃOS AUXILIARES - NOTA TÉCNICA Nº 21.1	187



PAINEL DE INSTRUMENTOS - NOTA TÉCNICA Nº 24	235
PURGA DE AR DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO - NOTA TÉCNICA Nº 9.11	74
RADIADOR - NOTA TÉCNICA Nº 10.1.1	77
RADIADOR DE ÓLEO - NOTA TÉCNICA Nº 11.3.4	100
REDUTOR FINAL - NOTA TÉCNICA Nº 16.4	145
REFERÊNCIAS DOS PNEUS - NOTA TÉCNICA Nº 20.1.1	169
RODAS - NOTA TÉCNICA Nº 20	163
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO - COMBUSTÍVEL - NOTA TÉCNICA Nº 9	52
SISTEMA DE ARREFECIMENTO - NOTA TÉCNICA Nº 10	75
SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO - NOTA TÉCNICA Nº 6	40
SISTEMA DE ESCAPE - NOTA TÉCNICA Nº 8	50
SISTEMA DE ILUMINAÇÃO E SINALIZAÇÃO - NOTA TÉCNICA Nº 23.1	223
SISTEMA ELÉCTRICO - NOTA TÉCNICA Nº 23	213
SISTEMA HIDRÁULICO - NOTA TÉCNICA Nº 22	190
SUPERFÍCIES DE ROLAMENTO E PERFIS - NOTA TÉCNICA Nº 20.1.2	171
TAMPÃO - NOTA TÉCNICA Nº 10.1.2	79

TERMÓSTATO - NOTA TÉCNICA Nº 10.1.5	84
TOMADA DE FORÇA - NOTA TÉCNICA Nº 17	147
TRANSMISSÃO - NOTA TÉCNICA Nº 16	119
TRAVÕES - COMANDO DE ACCIONAMENTO E ÓRGÃOS DE TRAVAGEM - NOTA TÉCNICA Nº 21	181
TUBOS CONDUTORES - NOTA TÉCNICA Nº 9.6	62
TUBOS DE LIGAÇÃO - NOTA TÉCNICA Nº 10.1.6	86
VÁLVULA DE DESCARGA - NOTA TÉCNICA Nº 11.3.3	99
VEIOS TELESCÓPICOS DE CARDANS - NOTA TÉCNICA Nº 18	151
VENTOINHA - NOTA TÉCNICA Nº 10.1.3	81

