

MANUAL DO ALUNO

DISCIPLINA MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA

Módulos 1, 2 e 3

República Democrática de Timor-Leste
Ministério da Educação



FICHA TÉCNICA

TÍTULO

MANUAL DO ALUNO - DISCIPLINA DE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA
Módulos 1 a 3

AUTOR

ANTÓNIO ESPIGA PINTO

COLABORAÇÃO DAS EQUIPAS TÉCNICAS TIMORENSES DA DISCIPLINA

COLABORAÇÃO TÉCNICA NA REVISÃO

DESIGN E PAGINAÇÃO

UNDESIGN - JOAO PAULO VILHENA
EVOLUA.PT

IMPRESSÃO E ACABAMENTO

Centro de Impressão do Ministério da Educação, Juventude e Desporto

ISBN

978 - 989 - 753 - 028 - 9

TIRAGEM

50 EXEMPLARES

COORDENAÇÃO GERAL DO PROJETO

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO DE TIMOR-LESTE
2013



Índice

Aspectos Gerais da Mecanização	7
Apresentação.....	8
Objetivos da aprendizagem	8
Âmbito dos conteúdos.....	8
1. Aspectos Gerais da Mecanização	9
Introdução	9
1.1. Evolução da mecanização agrícola.....	10
1.2. A mecanização e a mão-de-obra	12
1.3. Eras da mecanização agrícola	15
1.4. A importância da mecanização agrícola	19
1.5. O trator agrícola.....	22
1.6. A condução - alfaías agrícolas.....	23
Atividades - Exercícios	26
Bibliografia	29
Segurança e Saúde no Trabalho	31
Apresentação.....	32
Objetivos da aprendizagem	32
Âmbito dos conteúdos.....	32
2. Segurança e Saúde no Trabalho	34
Introdução	34
1. Conceitos básicos de saúde e higiene no local de trabalho.....	35
1.1. Trabalho	35
1.2. Saúde	35
1.3. Ergonomia	35
1.4. Risco Profissional	36
1.5. Perigo.....	36
1.6. Acidente de Trabalho.....	36
1.7. Doença profissional	36
1.8. Medicina no trabalho	36
1.9. Saúde ocupacional.....	36



2. Riscos profissionais no trabalho agrícola.....	37
3. Segurança no trabalho (proteção coletiva e individual)	37
4. Higiene pessoal, dos equipamentos e das instalações	39
5. Segurança na utilização de:	40
5.1. Máquinas e ferramentas.....	40
5.2. Movimentação manual de cargas.....	48
5.2.1. Segurança na movimentação manual de cargas.....	48
5.2.2. Medidas de prevenção na movimentação manual de cargas.....	49
5.3. Instalações agrícolas, pecuárias e agroindustriais	51
6. Socorrismo.....	52
Atividades - Exercícios	54
Bibliografia	56
Motor e Sistemas	59
Apresentação.....	60
Objetivos da aprendizagem	60
Âmbito dos conteúdos.....	61
Motores e Sistemas	62
Introdução	62
1. Noções gerais de movimento e velocidade, força (torque ou binário), trabalho e potência.....	64
2. O motor e o seu funcionamento	68
2.1. Motor de 2 tempos.....	68
2.2. O motor de combustão interna a 4 tempos	74
2.2.1. Ciclo de funcionamento de um motor diesel a 4 tempos.....	80
2.3. Motor de 4 tempos lubrificado por mistura	85
3. Sistemas anexos ao motor: seus componentes, funcionamento, manutenção e consequências do uso indevido.....	86
3.1. Sistema de distribuição.....	87
3.2. Sistema de alimentação de combustível	92
3.2.1. Armazenamento do combustível.....	93
3.2.2. Depósito de combustível	96
3.3. Admissão de ar	114



3.4. Sistemas de lubrificação	121
3.5. Sistemas de refrigeração	144
3.6. Sistema de escape	160
3.7. Sistema elétrico	162
3.7.1. Sistema de iluminação e sinalização.....	173







Aspectos Gerais da Mecanização

Módulo 1

Apresentação

Trata-se de um módulo de iniciação à temática da mecanização agrícola, cujo objetivo fundamental é dar a conhecer a evolução da mecanização e das principais máquinas e equipamentos.

Pretende-se também que neste módulo o aluno realize pequenas manobras com o trator ou com o motocultivador em locais planos e amplos ou com as rodas motrizes no ar.

Objetivos da aprendizagem

- Relacionar a escassez de mão-de-obra com a intensificação da mecanização;
- Identificar a alfaia de acordo com o trabalho que efetua;
- Interpretar o painel de instrumentos;
- Localizar e identificar os comandos do trator;
- Manipular corretamente os comandos do trator;
- Utilizar o trator para engate e desengate de alfaias;
- Definir o conceito de “via ou bitola”;
- Distinguir os tratores agrícolas de outros tratores;
- Classificar os tratores agrícolas quanto à altura livre acima do solo, tipo de rodado e largura.

Âmbito dos conteúdos

1. A evolução da mecanização agrícola.
2. A mecanização agrícola e a mão-de-obra
3. As eras da mecanização agrícola
4. A importância da mecanização agrícola
5. O trator agrícola
6. A condução - alfaias agrícolas



1. Aspectos Gerais da Mecanização

Introdução

A palavra “*agricultura*” vem do latim *agricultura*, composta por “*ager*” (campo, território) e “*cultura*” (cultivo), no sentido estrito de cultivo do solo.

Os primórdios da agricultura, anteriores à história escrita, são obscuros, mas admite-se que ela tenha surgido independentemente em diferentes lugares do mundo, provavelmente nos vales e várzeas fluviais habitados por antigas civilizações.

O início da sedentarização e surgimento da agricultura separa o Paleolítico ou período da idade da pedra lascada (2,5 milhões a.C. - 10000 a.C.), do Neolítico ou período da pedra polida (10 000 a.C. 3000 a.C.).

Durante a pré-história, no período Neolítico, alguns indivíduos, de povos caçadores recolectores notaram que alguns grãos, que eram recolhidos da natureza para a sua alimentação, poderiam ser enterrados, isto é, «semeados» a fim de produzir novas plantas iguais às que as originaram. Pensa-se que os primeiros sistemas de cultivo e de criação de animais apareceram em algumas regiões pouco numerosas e relativamente pouco extensas do planeta. Essas primeiras formas de agricultura eram certamente praticadas perto das habitações e em aluviões dos rios, ou seja, terras férteis.

Essa prática permitiu o aumento da oferta de alimento ao Homem, que começou a ser “cultivador/agricultor”. Assim podia produzir frutos, que eram facilmente colhidos quando maduros, o que permitia uma maior produtividade das plantas cultivadas em relação ao seu habitat natural. Logo, as frequentes e perigosas buscas à procura de alimentos eram evitadas.

Com o tempo, o Homem foi selecionando, de entre os grãos selvagens, aqueles que possuíam as características que mais lhe interessavam, tais como tamanho, produtividade, sabor e outras. Assim surgiu o cultivo das primeiras plantas “domesticadas”, entre as quais se inclui o trigo e a cevada.

Durante o Neolítico, as principais áreas agrícolas estavam localizadas nos vales dos rios Nilo (Egito), Tigre e Eufrates (Mesopotâmia, atualmente Iraque) e rios Amarelo e Azul (China).



O rio Nilo transbordava a cada ano entre julho e outubro. As culturas de vazante eram feitas após o recuo das águas, quando os solos estavam embebidos e enriquecidos pelos depósitos de aluviões, e a colheita acontecia na primavera.

A agricultura permitiu que surgissem aglomerados humanos com maior densidade populacional do que os que poderiam ser suportados pela caça e coleta. Houve uma transição gradual na qual a economia de caça e coleta coexistiu com a economia agrícola: algumas culturas eram deliberadamente plantadas e outros alimentos eram obtidos da natureza.

1.1. Evolução da mecanização agrícola

A história da agricultura, como anteriormente foi referido, inicia-se quando o ser humano deixa de ser nómada, ou seja, as pessoas que não possuíam habitação fixa, passando a cultivar o próprio alimento numa determinada área para atenderem as necessidades de um número de indivíduos, a uma certa distância. Sabe-se que a utilização de paus e pedras, por volta de 8.000 a.C., foram os primeiros instrumentos criados para serem utilizados na melhoria da produtividade agrícola.

O primeiro arado foi inventado pelos Sumérios (4000 anos a.C. - 1150 a.C.). Este arado pré-histórico constava de um pau, onde um dos ramos era um pouco mais comprido e servia de comando ou guia e o mais curto sulcava a terra e era um arrastado pelo homem (fig. 1).



Figura 1 - O primeiro arado dos Sumérios

Só no século XIII surge o primeiro arado de ferro, e foram desenvolvidas novas maneiras de se atrelarem os animais, de modo a permitir que eles fossem utilizados como força



motriz (fig. 2). Por volta de 1.600 são desenvolvidos na Europa produtos como semeador mecânico, abanador de cereais, puxados por bois, burros, cavalos ou acionados pelo braço humano (Anfavea, 2011).



Figura 2 - Charruas de tração animal utilizadas atualmente

Através do reconhecimento de que a utilização de tais instrumentos facilitava o trabalho e simultaneamente aumentava o rendimento e a produtividade da agricultura, foi inevitável a criação de máquinas voltadas especificamente para o campo agrícola, dando início à chamada agricultura moderna, em 1850. A partir deste marco e com o crescimento cada vez maior da procura de alimento a nível mundial, o número e diversidade de máquinas utilizadas nos diversos processos do sistema de produção agrícola, que são adquiridas pelo produtor rural, tem sido crescente (fig. 3).



Figura 3 - Máquinas agrícolas: o passado e o presente



Atualmente, em agricultura procura-se a utilização de máquinas com motores de maior potência, que possuam no seu sistema operativo alta tecnologia para auxílio do operador (Globo Rural, 2011). Esta tendência justifica-se porque com a utilização de grandes áreas em regiões com maior potencial produtivo e com a incerteza do clima, que pode reduzir a janela operacional de uma determinada atividade, é necessário, para o produtor, um conjunto máquina-equipamento que traga maior rendimento operacional. Por isso a utilização de maior potência dos tratores. Já em relação à aquisição de máquinas com alta tecnologia instalada, permite o auxílio para a tomada de decisão do operador, que, por problemas como a falta de experiência e treino do operador, havendo maior controle da máquina através de indicadores de rendimento e eficiência, redução do consumo, menor poluição ambiental, maior conforto reduzindo a fadiga do operador, melhor qualidade operacional, entre outros, que aumentam a produtividade da lavoura e reduzem custos de produção.

Nos nossos dias, o sucesso da agricultura provém da aplicação dos inúmeros conhecimentos científicos, técnicos e práticos de cultivo que visam a obtenção de alta produtividade, a melhor utilização dos recursos disponíveis, preocupando-se com o meio ambiente e com as pessoas envolvidas neste árduo trabalho, maximizando a rentabilidade deste sistema, visando a sustentabilidade para garantir a utilização desses recursos pelas gerações futuras.

Uma desvantagem do uso de máquinas maiores deve-se ao aumento da compactação do solo, já que são mais pesadas. Por isso, técnicas operacionais em condições adequadas de trabalho precisam ser seguidas para reduzir as adversidades causadas pela compactação.

1.2. A mecanização e a mão-de-obra

O êxodo rural, devido principalmente à Revolução Verde (ramo na Revolução Industrial, no campo) teve os seus reflexos mais drásticos a partir dos anos 1930, quando provocou e ainda provoca, sérios problemas sociais, estruturais e económicos quer devido ao abandono dos campos, quer para os lugares para onde a população migrou onde, na maioria das vezes, estes se deparam com problemas piores que aqueles enfrentados na sua terra natal.

Os principais motivos que fizeram e fazem com que grande quantidade de habitantes saiam das zonas rurais para as grandes cidades são:



- Procura de emprego, uma vez que a inovação tecnológica e mecanização agrícola da produção rural reduziu as necessidades de mão-de-obra;
- Procura de emprego com melhor remuneração;
- Fuga de desastres naturais (secas, enchentes, etc.);
- Baixa qualidade de ensino;
- Péssimas condições de infraestruturas e serviços (hospitais, transportes, educação, etc.).

Nas décadas de 50 e 60 do século XX, acentuou-se a crise do sector rural, consequência do processo de industrialização da agricultura.

Com o êxodo rural o modelo de produção familiar foi prejudicado, principalmente, devido à queda dos preços dos produtos agrícolas, manipulados intencionalmente para controle das taxas de inflação, refletindo-se na queda de preços dos produtos básicos e há falta de subsídios e créditos, destruindo formas tradicionais de vida rural e florestal especialmente para aqueles produtores que se dedicam às culturas de subsistência. Uma das consequências foi o aumento dos preços dos produtos básicos, sem que tal aumento fosse em benefício do produtor.

No final da década de 80 do século passado passa a dominar, como objetivo maior, o modelo de produção e de desenvolvimento, a maximização económica, com o aumento da competitividade por meio da modernização das tecnologias adotadas, entretanto, com um nítido apoio às grandes agroindústrias e empresas rurais, mantendo-se a estrutura fundiária extremamente concentrada (fig. 4).



Figura 4 - Mecanização *versus* produção de alimentos



A intensidade da migração depende de políticas públicas para a agropecuária e para a população rural do país. Este apoio deve abranger desde a agricultura familiar até o agronegócio empresarial, pois explorando culturas próprias, todas as atividades são fundamentais na geração de empregos e fixação de agricultores no campo. As pequenas propriedades exercem papel essencial na produção de alimentos básicos para o abastecimento do mercado interno. Já a agricultura empresarial viabiliza a produção de cereais e carnes em grande escala, igualmente beneficiando o consumidor.

Quanto mais desenvolvido for um país, mais evoluídas serão as técnicas agrícolas a serem aplicadas nos campos.

O objetivo da produção é outro fator que influencia a ocupação do solo. Quando a produção se destina ao mercado, importam os custos de produção. Então, as explorações tendem a ser de maior dimensão, mecanizadas, especializadas e monoculturais.

Pelo contrário, quando a produção se destina principalmente ao autoconsumo, as explorações são de pequena dimensão, policulturais e, muitas vezes, continuam a utilizar-se técnicas mais artesanais (fig. 5).



Figura 5 - Policultura e monocultura do milho

Com desenvolvimento de pesquisas, realizando-se a gestão adequada e a utilização da mecanização no campo, o homem possui grande potencial para obter as matérias-primas e em especial o alimento, para atender às necessidades atuais e futuras da população, de forma eficaz e cada vez mais eficientemente, sem comprometer o meio ambiente, local donde somos integralmente dependentes.



Atualmente devido à inovação tecnológica e ao incremento da industrialização agrícola falta mão-de-obra especializada que permita a maximização da utilização das máquinas agrícolas.

1.3. Eras da mecanização agrícola

No domínio da Agricultura, talvez se possa dizer que a Mecanização Agrícola tem sido, ao longo do século XX, o sector que tem estado sujeito a maior evolução. Referimo-nos não só à evolução mecânica, propriamente dita, mas a toda a técnica agrícola relacionada com a preparação do solo, fertilização, sementeiras, tratamentos fitossanitários, amanhos culturais, colheita e comercialização. Também, e há semelhança de qualquer outra área económica, a agricultura caminha para a especialização dos seus profissionais (empregados agrícolas, agricultores, empresários agrícolas e técnicos), sendo preocupação constante o fator económico sem esquecer o aspeto social e a segurança. A ideia de fazer um sem número de culturas na mesma exploração agrícola, face às necessidades da região e por vezes do agregado familiar, é considerada prática do passado, nomeadamente para quem dispõe de áreas suficientes. Com margens cada vez mais reduzidas e com a oferta por parte dos nossos parceiros concorrentes, o agricultor timorense terá, cada vez mais, de ser um bom gestor da sua propriedade e saber optar pela cultura a realizar face aos custos de produção, para assim poder ser competitivo no mercado da concorrência.

Voltando ao tema da Mecanização Agrícola, talvez fosse o arado a primeira ferramenta agrícola a ser utilizada para mobilização do solo. A evolução foi muitíssimo lenta, baseando-se apenas em melhorar o arado de pau puxado pelo homem e alguns utensílios de pedra, para manualmente trabalhar a terra. Passaram-se séculos para que os trabalhos de arrasto feitos pelo homem pudessem ser substituídos pela força animal, libertando-se o homem de trabalho tão árduo. Com o aparecimento do ferro, o arado foi melhorado, idealizaram-se instrumentos que mais o auxiliaram na tarefa de cultivar a terra. Esses instrumentos são as chamadas ferramentas agrícolas, ou seja todo o instrumento que o agricultor maneja com o braço, para auxiliar o trabalho e alargar o efeito da sua força, devendo esse auxílio estar em relação com a importância do trabalho a realizar. Construíram-se charruas de tração animal feitas em ferro fundido, depois em



ção, e em 1865 apareceram as charruas com duas rodas, podendo algumas estarem munidas de um assento. Eram, na altura, as alfaias com mais duração que os agricultores possuíam e também as mais utilizadas na mobilização do solo.

As ferramentas agrícolas tornaram-se necessárias, a partir do momento em que homem necessitou de aumentar aquilo que produzia pois que, se ao primeiro bastava o que a terra lhe oferecia, com aumento da população criou-se a necessidade do aumento da produção. Estes problemas, que à primeira vista pareciam resolver-se facilmente com aparecimento das primeiras ferramentas agrícolas, tomaram outro aspeto quando o agricultor deixou de cultivar a terra apenas para autoabastecimento e pretendeu a remuneração do seu trabalho, transacionando os seus produtos. À medida que o progresso avançou apareceram as facilidades de transporte, comunicação e, com eles, a concorrência. Deste modo, as regiões que produziam pouco são abastecidas pelas de maior produção, em melhores condições de preços e, desde esta altura, o agricultor viu-se obrigado a recorrer a meios que lhe aumentassem a produção e baixassem o preço dos produtos, melhorando também a qualidade. Daqui o maior desenvolvimento das máquinas agrícolas.

Na segunda metade do século XIX, para além do arado e da charrua, começou a etapa das máquinas agrícolas puxadas por animais, tais como grades, cultivadores, semeadores, distribuidores de fertilizantes, gadanheiras, ceifeiras atadeiras e debulhadoras, etc., tirando partido do movimento das rodas acionar os órgãos de distribuição, corte, atamento, debulha, etc., caracterizando assim o período das máquinas de tração animal. Com o aparecimento do motor na agricultura iniciou-se, uns cinquenta anos mais tarde, nova época evolutiva, a da cultura mecânica ou motocultura, que consiste na utilização dos motores inanimados, em substituição dos animais. Ao princípio e durante um curto período, foram utilizadas as máquinas a vapor, para de seguida aparecerem os tratores com rodas de ferro e com motores Otto (gasolina ou petróleo), passando estes a serem equipados com rodas pneumáticas e motores diesel (gasóleo) um pouco mais tarde.

No princípio, os tratores limitavam-se a realizar os mesmos trabalhos que os animais vinham executando. A sua primeira ação consistiu no movimento de puxo para a frente, com mais energia e resistência que o animal (pelo que os trabalhos puderam ser já consideravelmente acelerados). O passo seguinte, foi a introdução nestas máquinas de meios mecânicos, com a finalidade de tirar maiores proveito da potência disponível, para



acionarem diversas máquinas agrícolas. Referimo-nos ao tambor para transmissão de potência por correias que posteriormente foi substituído pelo veio da tomada de força (tdf) que nos proporcionaram e proporcionam movimento para o exterior do trator, e ao sistema hidráulico, largamente divulgado e em franca expansão, possibilitando a utilização de diferentes caudais e pressões de óleo para os mais diversos fins, tanto no interior como para o exterior do trator. Com estes meios disponíveis, foram criadas novas possibilidades até então desconhecidas para a utilização de novas ferramentas e novas máquinas agrícolas que são, afinal, todos os meios mecânicos de que o agricultor dispõe e que lhe permitem aumentar o efeito útil do trabalho humano, dos animais ou dos motores constituindo, ao lado do solo e das plantas no sentido próprio do termo, forças produtivas. Entrou-se assim no período das máquinas de tração mecânica, as quais podem ser relativamente ao trator, rebocadas, montadas ou semi-montadas.



Figura 6 - Trator a gás e trator com arco dianteiro de proteção

A partir daqui a evolução foi tão grande e tão rápida, que hoje em dia há máquinas para executar quase todos os trabalhos de uma exploração agrícola. Resumindo o exposto, podemos classificar por várias fases por que foram passando os trabalhos na agricultura. Assim temos:

- 1º - Era das FERRAMENTAS MANUAIS, onde todos os trabalhos eram realizados à mão.
- 2º - Era das MÁQUINAS DE TRACÇÃO ANIMAL, caracterizada pelas numerosas máquinas impulsionadas pela roda que marcha sobre o terreno, desde a gadanheira à ceifeira.



3º - Era da MECANIZAÇÃO, também chamada de motorização parcial ou época dos animais de tiro e do trator, já que, nesta época, ambas as forças se apresentam conjuntamente uma ao lado da outra.

4º - Era da SUPERMECANIZAÇÃO, também chamada de motorização total, uma vez que existem no mercado máquinas para satisfazer todas as tarefas em determinadas atividades agrícolas, sendo a tração animal praticamente extinta. Da mecanização à supermecanização medeia pouco tempo, mas a máquina superdesenvolvida somente tem lugar numa estrutura de orientação de aproveitamento, amplitude de exploração e grau técnico de evolução perfeitamente determinados. Na penúltima década do século XX, deu-se início a uma nova fase na mecanização agrícola, com a invenção e aplicação de um grande número de componentes eletrónicos no trator e nas máquinas agrícolas, a aplicação de sistemas ergonómicos de trabalho, proteção e segurança do operador, caminhando a agricultura para uma nova época de automatização e robótica, recorrendo a sistemas de DJPS com informação dada através de satélite, a que já se dá o nome de agricultura de precisão (fig. 7).



Figura 7 - Interior de uma cabine de um trator equipado com sistemas eletrónicos

O crescimento da eletrónica, foi rapidamente compreendido pela indústria do sector, uma vez que com a integração destes componentes, é possível tornar os diferentes sistemas onde são aplicados mais duráveis e com menos avarias, por sua vez, quando estas acontecem, são rapidamente diagnosticadas facilitando a sua reparação, é ainda possível reduzir a manutenção, fazer um melhor aproveitamento da potência disponível,



melhorar a tração bem como proporcionar ao operador um fácil comando da máquina, possibilitando a eliminação de algumas tarefas repetitivas, assim como fornecer diversas informações para uma fácil correção se o próprio sistema as não corrigir.

1.4. A importância da mecanização agrícola

Estas novas técnicas têm vindo a evoluir a um ritmo acelerado, prevendo-se a sua intensificação no futuro. Da parte da nossa agricultura, e ao contrário do que aconteceu com a rápida evolução durante a época da mecanização e supermecanização, manifestando-se uma certa timidez em aceitar estes novos produtos, principalmente dentro de uma determinada camada etária com um grau elevado de conhecimentos e experiência profissional, mas um baixo nível da escolaridade. Segundo opinião de vários especialistas, crê-se que a agricultura irá sofrer uma grande transformação nos próximos anos, nomeadamente no desaparecimento ou agregação de muitas explorações, numa redução substancial de pessoal ligado ao campo agrícola, numa reconversão e adaptação de novas culturas mais rentáveis e num aumento da informática e robótica.

Perante esta situação, não é difícil julgar da necessidade na aquisição de novas competências na área da mecanização agrícola, tais como:

- Melhoramento da produtividade e qualidade aumentando os rendimentos, com uma melhor utilização dos recursos disponíveis reduzindo os custos e as perdas.
- Na área da gestão, aquisição de conhecimentos e programas informáticos, para uma boa informação e gestão de produção para que se possam tomar decisões atempadamente.
- Diminuição do esforço físico por parte dos operadores e redução de tarefas monótonas e repetitivas.
- Melhoramento das condições ergonómicas das máquinas agrícolas tendo em vista uma melhor e maior segurança para os trabalhadores, animais e das próprias máquinas.
- Produzir e equipar a exploração com os meios necessários para reduzir ao máximo a contaminação do meio ambiente, prestando especial atenção à problemática dos agroquímicos.



- Melhorar os conjuntos de máquinas ao nível de larguras de trabalho e potências disponíveis e necessárias, bem como a organização do trabalho em função das culturas praticadas, do solo e do clima. Perante esta situação, e para dar resposta às exigências de um mercado cada vez mais competitivo, tanto a nível nacional como internacional, os profissionais que se dedicam à agricultura em geral, terão de procurar adquirir estes e outros conhecimentos em mecanização agrícola, compatíveis com o seu grau académico e necessidades.

Muitos pensadores demonstraram, principalmente após a revolução industrial, onde a utilização das máquinas se tornou mais contundente, que as organizações se adaptaram mais às exigências das máquinas do que às exigências do ser humano, tornando-se cada vez mais parecidas com as próprias máquinas.

É inegável que a motomecanização da agricultura permitiu, entre outras coisas, reduzir ao mínimo a penosidade na realização dos trabalhos agrícolas, que os métodos tradicionais impunham; aumentar de forma espetacular o rendimento do trabalho, as áreas das culturas e as conseqüentes produções; e uma fortíssima redução da população ativa agrícola que, nos países mais evoluídos, se transferiu para outros sectores com perspectivas de vida mais aliciantes.

No entanto, não é lícito ignorar alguns aspetos menos positivos, também decorrentes da motomecanização que, pela sua importância, merecem alguma reflexão, nomeadamente os de carácter económico e ambiental.

Para além da natureza biológica das produções e das irregularidades climáticas, o trabalho agrícola, quando mecanizado, é fortemente condicionado pelas características fundiárias das explorações, especialmente no que se refere, às dimensões e formas das parcelas e sua eventual dispersão e aos obstáculos que nelas possam existir.

A Agricultura Timorense evidencia claramente que, na maior parte da área agrícola, predomina a propriedade de pequena ou mesmo muito pequena dimensão, por vezes fortemente pulverizada em parcelas minúsculas, especialmente nas zonas de melhor aptidão.

Esta realidade, aliada à insuficiência ou mau estado das vias de comunicação, é consideravelmente limitativa da eficiência do trabalho das máquinas, na medida em que gera um volume muito considerável de tempos improdutivo o que, aliado



às fracas intensidades de utilização anual, tende a provocar situações de acentuada sobremecanização e o conseqüente encarecimento das unidades de serviço.

A superação destas dificuldades não se afigura de solução fácil; de facto, a questão que se coloca tem a ver exclusivamente com o incremento da racionalização do uso das máquinas agrícolas, o que terá necessariamente que ter em conta a adequação da estrutura fundiária à mecanização e, ao mesmo tempo, uma escolha criteriosa das máquinas mais adequadas às condições da exploração, o que muitas vezes se torna difícil, aconselhando-se então o recurso a qualquer forma de utilização em comum de máquinas, nomeadamente aos prestadores de serviços.

É também inegável que as questões de carácter ambiental relacionadas com a generalização do uso das máquinas agrícolas, nos países de agriculturas mais evoluídas, assumem uma importância crescente. Prova disso é o volume de informação produzida, sob a forma de guias ou de códigos de boas práticas, onde normalmente aparecem com especial destaque aspetos relacionados com o solo, como a erosão e a compactação, com a aplicação massiva de fertilizantes e produtos fitofarmacêuticos, com os destinos a dar aos óleos queimados resultantes das mudanças de óleo dos motores e com as emissões de dióxido de carbono para atmosfera.

Para minimizar os efeitos dos aspetos acima mencionados aconselha-se o recurso a técnicas e a equipamentos que conduzam a uma nova abordagem das questões da mecanização agrícola que, no que se refere ao binómio máquinas/solo, passa, entre outras medidas, pela mobilização mínima, pela sementeira direta e pela redução do número de passagens das máquinas, através da prática de operações combinadas. Quanto à aplicação de fertilizantes e de produtos fitofarmacêuticos exige-se cada vez maior precisão, por parte dos equipamentos de aplicação, tanto em termos do volume das substâncias ativas a aplicar, como da sua localização.

As emissões de CO₂ para a atmosfera têm sido matéria de discussão ao mais alto nível, até em cimeiras mundiais, na medida em que contribuem para o denominado “efeito de estufa” e conseqüente subida da temperatura do planeta. Apesar de tudo, a maioria dos autores não aponta a atividade agrícola como um agente decisivo nesta matéria, ao contrário do que se passa com os sectores dos transportes e da indústria, o que não significa que a agricultura não tenha que assumir a sua quota-parte em termos de minimização dos seus efeitos.



Impõe-se portanto que os agricultores, especialmente as camadas mais jovens, sejam motivados a reunir o maior volume de informação possível que lhes permita ter consciência das implicações da posse e da utilização de parques de máquinas, tanto do ponto de vista económico como do seu eventual impacto na conservação dos recursos naturais e na preservação do ambiente.

É óbvio que os serviços oficiais, quer ao nível central, quer ao nível regional, deveriam ter capacidade para proporcionar aos agricultores um aconselhamento competente e a formação e informação indispensáveis ao sucesso das suas atividades e a um melhor conhecimento dos aspetos ambientais referidos, necessariamente condicionantes a médio ou a longo prazo, desse mesmo sucesso.

1.5. O trator agrícola

É um veículo que se destina a produzir tração, isto é, rebocar veículos não motorizados ou que se encontrem impedidos de se moverem autonomamente e alfaias que deles necessitam, pois não estão equipados com energia motriz.

Vamos dar através de imagens alguns exemplos de tratores (figs. 8,9 e 10):



Figura 8 - Trator industrial e trator de rastros com pá frontal



Figura 9 - Trator para trabalho em armazém





Figura 10 - Trator para transporte rodoviário e Trator agrícola

1.6. A condução - alfaias agrícolas

Este tema será abordado, de modo mais profundo, aquando do estudo das alfaias agrícolas; no entanto, referem-se alguns conceitos básicos.

Bitola

A bitola dos tratores agrícolas é a distância de centro a centro dos pneus dianteiros ou traseiros dos tratores (fig. 11). A finalidade de se regular a bitola é adequar o trator à cultura, ao equipamento e à operação.

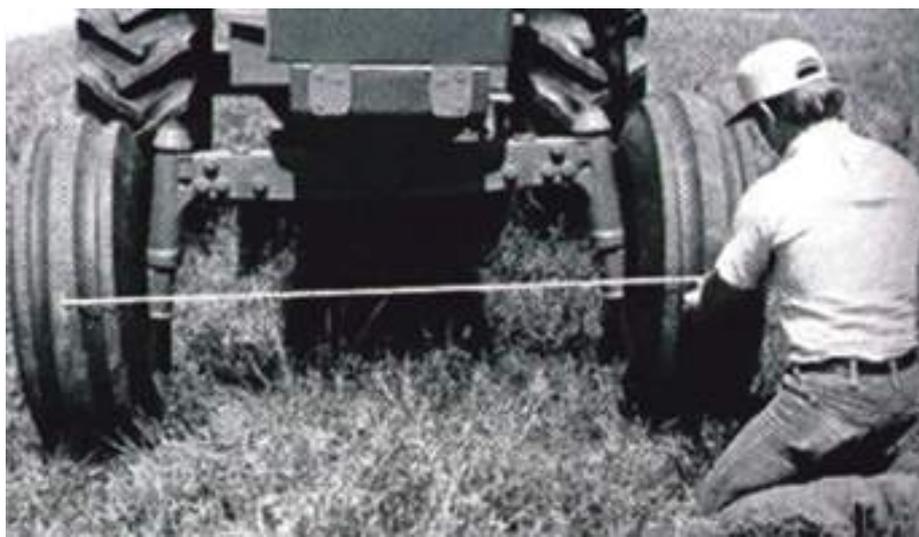


Figura 11 - Medição da bitola



As bitolas podem ser:

- Ajustáveis no eixo: a variação da bitola é feita soltando a presilha e prendendo a roda no eixo.
- Pré-fixada: obtidas com diferentes posições do disco ou calota.
- Servo ajustáveis: o ajuste da bitola é feito soltando as presilhas que prendem a roda ao aro e girando o eixo traseiro.

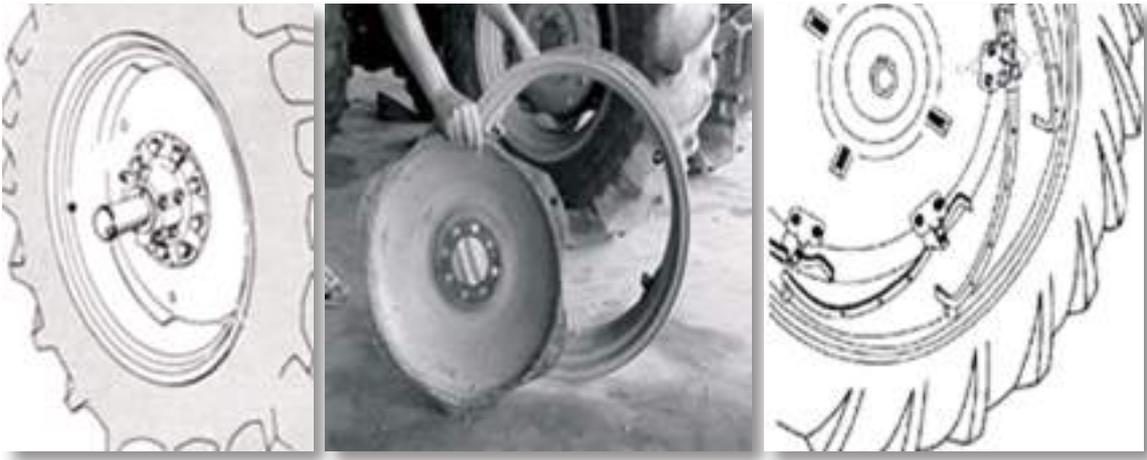


Figura 12 - Bitolas: Ajustáveis no eixo, Pré fixada e Servo ajustáveis

Exemplo:

Um agricultor deseja regular a bitola do seu trator para realizar a implantação da cultura do feijão em sua propriedade. Calcular a bitola desse trator?

Dados: Espaçamento entre linhas: 0,5 m

Bitola = Distância de centro a centro dos pneus do mesmo eixo do trator - deve ser múltipla da distância entre as linhas.

$$\text{Bitola} = 0,25 + 0,50 + 0,25 = 1,0 \text{ m}$$

Pneus

Os pneus são os elementos de sustentação dos tratores agrícolas. Os tipos de pneus são radiais e diagonais.

Pneus radiais: possuem as fibras das lonas dispostas perpendicularmente ao sentido de deslocamento do trator ou na direção dos raios da circunferência da roda.



Vantagens: maior área de contato com o solo, menor compactação, maior flutuação e rendimento na tração.

Desvantagens: menor estabilidade lateral e maior flexão ao deslocamento lateral.

Pneus Diagonais: as fibras das lonas estão dispostas diagonalmente ao sentido de deslocamento do trator e obliquamente em relação aos raios da circunferência da roda.

Vantagens: maior estabilidade lateral e maior resistência à penetração.

NOTA: *Os conceitos de altura e largura de rodado do trator encontram-se descritos no módulo 3 desta disciplina.*



Atividades - Exercícios

Para cada questão assinale com um X a/s opção/ões correta/s

1. Antes do surgimento da agricultura o Homem:
 - () alimentava-se com abundância.
 - () era recoletor.
 - () tinha facilidade em obter alimentos.
 - () despendia muito tempo na caça.

2. O surgimento da agricultura deveu-se:
 - () observação de que algumas sementes caídas no chão davam origem a novas plantas.
 - () a um acaso do deuses.
 - () a um plano bem traçado por especialistas.
 - () à reprodução natural das plantas.

3. O surgimento da agricultura permitiu:
 - () a sedentarização do Homem.
 - () formação de agregados populacionais menores.
 - () abundância de alimentos.
 - () menor tempo livre.

4. O primeiro arado surgiu:
 - () no séc. 13.
 - () no séc. 17.
 - () no séc. 19.
 - () entre 4000 e 1150 anos a.C..

5. A mecanização agrícola começou com:
 - () a invenção do fogo.
 - () a invenção do ferro fundido.



- () a invenção da roda.
 - () a invenção do motor.
6. A Revolução Verde teve como consequências:
- () o êxodo dos campos.
 - () um aumento do preço dos produtos agrícolas.
 - () um aumento do emprego nos campos.
 - () uma diminuição da produção de alimentos.
7. As eras da mecanização agrícola distinguem-se pela:
- () evolução tecnológica.
 - () manutenção das práticas agrícolas tradicionais.
 - () maior produtividade da atividade agrícola.
 - () evolução na utilização dos campos agrícolas.
8. O futuro da mecanização agrícola passa por:
- () introdução da eletrônica.
 - () maquinaria mais fácil de utilizar.
 - () maior formação dos agricultores.
 - () voltar às técnicas antigas.
9. A mecanização agrícola vai permitir:
- () maior produtividade.
 - () menor expansão dos campos agrícolas.
 - () criação de minifúndios.
 - () utilização de terrenos menos férteis.
10. O trator agrícola:
- () facilita a mobilização dos solos.
 - () é perfeitamente dispensável na prática agrícola.
 - () é uma máquina agrícola que não tem sofrido evolução.
 - () obriga a formação por parte do operador agrícola.



11. O trator agrícola:

- () pode ser adaptado a diferentes culturas.
- () não pode ser adaptado a diferentes culturas.
- () permite a prática agrícola com menos esforço para o agricultor.
- () permite rentabilizar o tempo despendido nas práticas agrícolas.



Bibliografia

ALMEIDA, L., MATIAS, J. F., *O Nosso Compêndio de Ciências Físico-Naturais*. 16.ª ed. Lisboa: Livraria Didáctica, 1974.

ARIAZ PAZ, M., *Tractores*. 9.ª ed. Madrid: Dossat, 1979.

ARNAL ATARES, P.V., LAGUNA, B., *Tractores y Motores Agrícolas*. 2.ª ed. Madrid: Ediciones Mundi Press, 1989.

BARRETO, B. G., *Irrigação*. São Paulo: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1979.

BRIOSAS, F., *Glossário Ilustrado da Mecanização Agrícola*. 3.ª ed. Lisboa: C.E.S.E.M., 1989.

BRIOSAS, F., *Instruções para o Uso e Manutenção de Máquinas Agrícolas, Semeador de Precisão John Deere, mod. 25 - B*. Lisboa: C.E.S.E.M, 1974.







Segurança e Saúde no Trabalho

Módulo 2

Apresentação

Trata-se de um módulo teórico-prático que deve ser lecionado no primeiro ano do curso. Com este módulo pretende-se que o aluno reconheça a necessidade de conhecer e aplicar as regras e normas de segurança e de saúde no trabalho agrícola, principalmente no uso das máquinas agrícolas, de forma a prevenir acidentes.

Objetivos da aprendizagem

- Identificar as principais causas de doenças e acidentes no trabalho agrícola;
- Identificar as principais consequências individuais e sociais dos acidentes;
- Definir os conceitos utilizados;
- Utilizar corretamente as máquinas e equipamentos;
- Manipular corretamente as cargas;
- Identificar as medidas de segurança relacionadas com a utilização de produtos agroquímicos;
- Agir corretamente no socorro a um sinistrado.

Âmbito dos conteúdos

1. Conceitos básicos de saúde e higiene no local de trabalho:
 - 1.1. Trabalho
 - 1.2. Saúde
 - 1.3. Ergonomia
 - 1.4. Risco profissional
 - 1.5. Perigo
 - 1.6. Acidente de trabalho
 - 1.7. Doença profissional
 - 1.8. Medicina no trabalho
 - 1.9. Saúde ocupacional
2. Riscos profissionais no trabalho agrícola
3. Segurança no trabalho (proteção coletiva e individual)



4. Higiene pessoal, dos equipamentos e das instalações
5. Segurança na utilização de:
 - 5.1. Máquinas e ferramentas
 - 5.2. Produtos agroquímicos
 - 5.3. Movimentação manual de cargas
 - 5.4. Instalações agrícolas, pecuárias e agroindustriais
6. Socorrismo



2. Segurança e Saúde no Trabalho

Introdução

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 atuação).

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...**

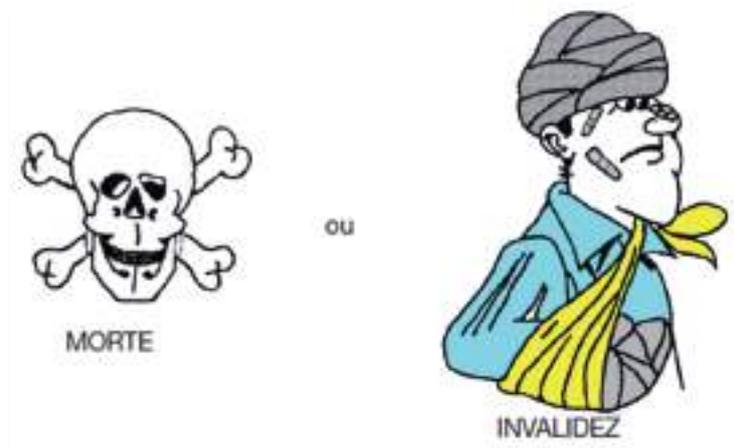


Figura 1 - Consequências da falta de prevenção



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.

1. Conceitos básicos de saúde e higiene no local de trabalho

1.1. Trabalho

A **segurança no trabalho** integra um conjunto de metodologias adequadas à prevenção de acidentes de trabalho tendo como principal campo de ação o reconhecimento e o controlo dos riscos associados ao local de trabalho e ao processo produtivo (materiais, equipamentos e modos operatórios.)

1.2. Saúde

A **saúde no trabalho** não se restringe ao domínio da vigilância médica (exames médicos individuais de avaliação da saúde) mas ao controlo dos elementos físicos e mentais que possam afetar a saúde.

1.3. Ergonomia

Segundo Kroemer (2005), a **ergonomia** é “o estudo do comportamento do homem no seu trabalho, convertendo-se o mesmo homem no sujeito-objeto de seu estudo” das relações entre o homem de acordo com seu trabalho e ambiente.

A investigação ergonómica deve perseguir os seguintes objetivos: ajustar as exigências do trabalho às possibilidades do homem, com a finalidade de reduzir a carga externa; conceber as máquinas, os equipamentos e as instalações pensando numa melhor eficácia, precisão e segurança; estudar cuidadosamente a configuração dos postos de trabalho, com o intuito de assegurar ao trabalhador uma postura correta; adaptar o seu ambiente (iluminação, ruído, etc.) às necessidades físicas do homem.



1.4. Risco Profissional

É a possibilidade de um trabalhador sofrer um dano provocado pelo trabalho. Para qualificar um risco interessa avaliar conjuntamente a probabilidade de ocorrência do dano e a sua gravidade.

1.5. Perigo

É a propriedade ou capacidade intrínseca de um componente do trabalho (materiais, equipamentos ou métodos), de ser potencial causador de danos.

1.6. Acidente de Trabalho

É aquele que ocorre pelo exercício do trabalho ao serviço da empresa, provocando lesão corporal, perturbação funcional que cause morte perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

1.7. Doença profissional

São as doenças, patologias ou outras lesões sofridas pelo trabalhador, devido à atividade que exerce ou durante o período de trabalho.

1.8. Medicina no trabalho

Medicina do trabalho ou **medicina ocupacional** é uma especialidade médica que se ocupa da promoção e preservação da saúde do trabalhador. O médico do trabalho avalia a capacidade do candidato a determinado trabalho e realiza reavaliações periódicas da sua saúde, dando ênfase aos riscos ocupacionais aos quais este trabalhador fica exposto.

1.9. Saúde ocupacional

Os problemas de **saúde ocupacional** estão ligados às novas tecnologias de informação e automação, novas substâncias químicas e energias físicas, riscos de saúde associados



a novas biotecnologias, transferência de tecnologias perigosas, envelhecimento da população trabalhadora, problemas especiais dos grupos vulneráveis (doenças crônicas e deficientes físicos), problemas relacionados com a crescente mobilidade dos trabalhadores e ocorrência de novas doenças ocupacionais de várias origens.

A saúde do trabalhador e um ambiente de trabalho saudável são valiosos bens individuais, comunitários e dos países. A saúde ocupacional é uma importante estratégia não somente para garantir a saúde dos trabalhadores, mas também para contribuir positivamente para a produtividade, qualidade dos produtos, motivação e satisfação do trabalho e, portanto, para a melhoria geral da qualidade de vida dos indivíduos e da sociedade como um todo.

2. Riscos profissionais no trabalho agrícola

Podemos considerar que os agricultores desenvolvem diariamente uma parte da sua atividade em instalações onde se realizam diversos trabalhos de preparação das operações culturais, manuseamento de produtos fitofarmacêuticos, de armazenamento e de manutenção de equipamento.

Simultaneamente, desenvolvem também uma outra parte da sua atividade diretamente na exploração, onde põem em prática essas operações culturais (sementeiras, sarchas mecânicas e químicas, amontoas, colheitas, regas e outras), que se concretizam com condução de veículos e máquinas agrícolas, manejo de animais, movimentação manual de cargas

Associado ao trabalho desenvolvido nesta atividade, existem riscos de atropelamento, de esmagamento, de quedas, de lesões dorso-lombares, de intoxicações e ainda perigos na utilização da eletricidade, que podem, também, resultar em riscos de incêndio e electrocução.

3. Segurança no trabalho (proteção coletiva e individual)

Use vestuário de proteção (fig. 2):

- a. use vestuário cingido ao corpo e equipamentos de segurança apropriados ao trabalho que vai executar;



- b. uma exposição prolongada a ruídos muito fortes pode causar o enfraquecimento ou perda da audição; use dispositivos de proteção adequados como, por exemplo, tampões ou auscultadores;
- c. na manipulação de determinados produtos use proteção especial adequada: luvas, fatos impermeáveis, óculos, máscaras, etc.



Figura 2 - Equipamento de proteção individual (EPI)

- d. mantenha as máquinas em boas condições de funcionamento. Alterações não autorizadas podem-lhe prejudicar o funcionamento e/ou segurança e afetar a duração;
- e. mantenha todos os dispositivos em boas condições de funcionamento; não improvise.

Use luzes e dispositivos de segurança (fig. 3):

- a. quando transitar com o trator ou motocultivador, 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.



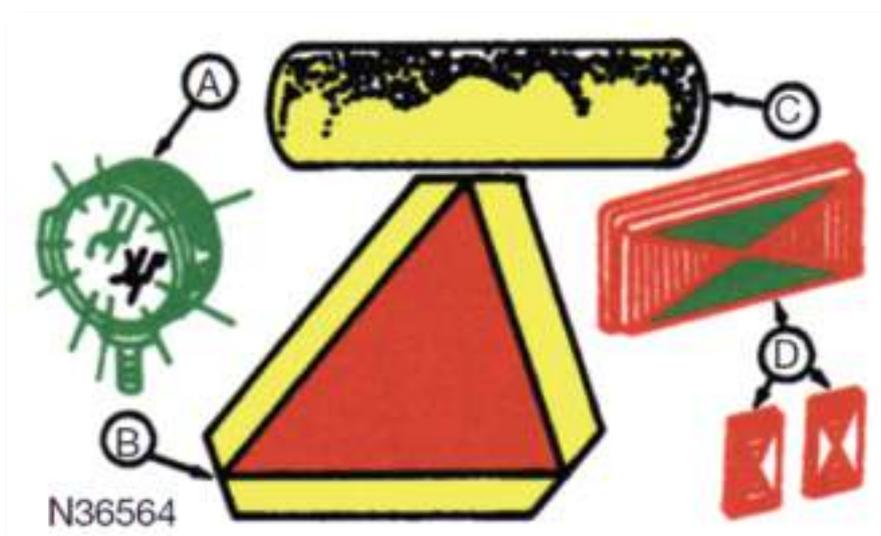


Figura 3 - A - Luzes; B - Sinal de veículo de deslocação lenta; C - Fita refletora; D - Refletores

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

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

4. Higiene pessoal, dos equipamentos e das instalações

Devem ser seguidos os seguintes princípios de higiene pessoal do trabalhador agrícola:

- Lavar as luvas antes de as retirar;
- Retirar o fato de trabalho e os restantes EPI's utilizados e lavá-los separadamente das roupas de uso diário (a lavagem deve ser feita com sabão neutro, sem colocar os equipamentos de molho e enxaguando com bastante água corrente);
- Lavar a cara e mãos antes de comer, beber ou fumar;
- Tomar banho;
- Limitar o acesso das pessoas e animais às zonas tratadas com pesticidas e outros agroquímicos;



5. Segurança na utilização de:

5.1. Máquinas e ferramentas

Nunca mantenha o trator 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. 4).



Figura 4 - Motor de combustão a trabalhar em espaço fechado.

O trator não é nenhum transporte público; apenas deve transportar o operador, por isso... nada de boleias (fig. 5).



Figura 5 - O trator só leva o condutor



O operador consciente não se distrai, nunca, seja com o que for, senão... (fig. 6).



Figura 6 - Prestar atenção à condução é fundamental

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 lentamente e só depois acabar de rodá-lo. Se não proceder assim pode haver queimaduras graves (fig. 7).



Figura 7 - Cuidado com o líquido do radiador quente e com as peças do escape



Em descidas inclinadas o trator nunca se desliga; para além disso, deve manter-se engatado na velocidade em que subiria (fig. 8).



Figura 8 - Não desengatar as mudanças da caixa de velocidades nas descidas

Subir ou descer do trator em andamento é correr graves riscos (fig. 9).



Figura 9 - Parar e travar o trator antes de sair dele

Transitando em caminhos maus e/ou acidentados a condução deve redobrar de cuidados e ser efetuada a velocidades reduzidas (fig. 10)





Figura 10 -Conduzir o trator a baixa velocidade

Ao engatar qualquer alfaia nunca se coloque entre ela e o trator sem que a alavanca das velocidades esteja em ponto morto, caso contrário... (fig. 11).



Figura 11 - Um acidentado

Ao puxar qualquer carga (troncos, pedras, etc.) efetuar o engate na base do puxo do trator e esticar a corrente, ou cabo, suavemente e sem esticões; não sacrificar a máquina desnecessariamente (fig. 12).





Figura 12 - Os esticões estragam as máquinas

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

A deslocação de um trator em estrada deve fazer-se com os travões ligados pela respetiva patilha (fig. 13) para que, quando solicitados, travem os dois ao mesmo tempo; se assim não for o acidente é possível (fig. 14).

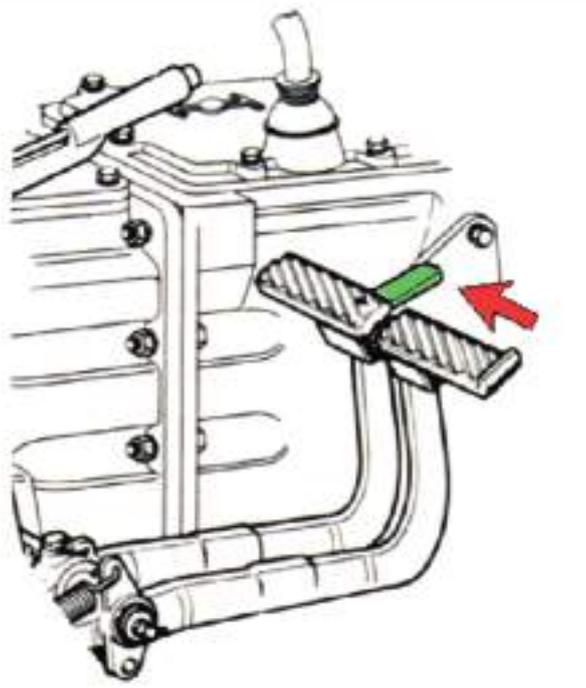


Figura 13 - Não circular com os travões independentes





Figura 14 -Ao travar uma só roda faz uma curva apertada e pode tombar.

Antes de se colocar debaixo de um trator, 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.

Ao trabalhar com máquinas acionadas pela tomada de força, o veio telescópico de cardans deve estar equipado com o respetivo resguardo, senão... (fig. 15). Findo o trabalho recolocar a tampa de proteção.



Figura 15 - Cardan sem proteção dá acidente mais grave



O pedal da embraiagem não deve servir de apoio ao pé; se servir... diga “adeus” ao disco (fig. 16).



Figura 16 - Não mantenha o pé sempre sobre o pedal da embraiagem

Perto de máquinas em movimento seja extremamente cauteloso (fig. 16).

Para fazer o mesmo trabalho podem existir ferramentas diferentes (fig. 17); antes de inicia-lo, escolha-a bem, senão... (fig.18).

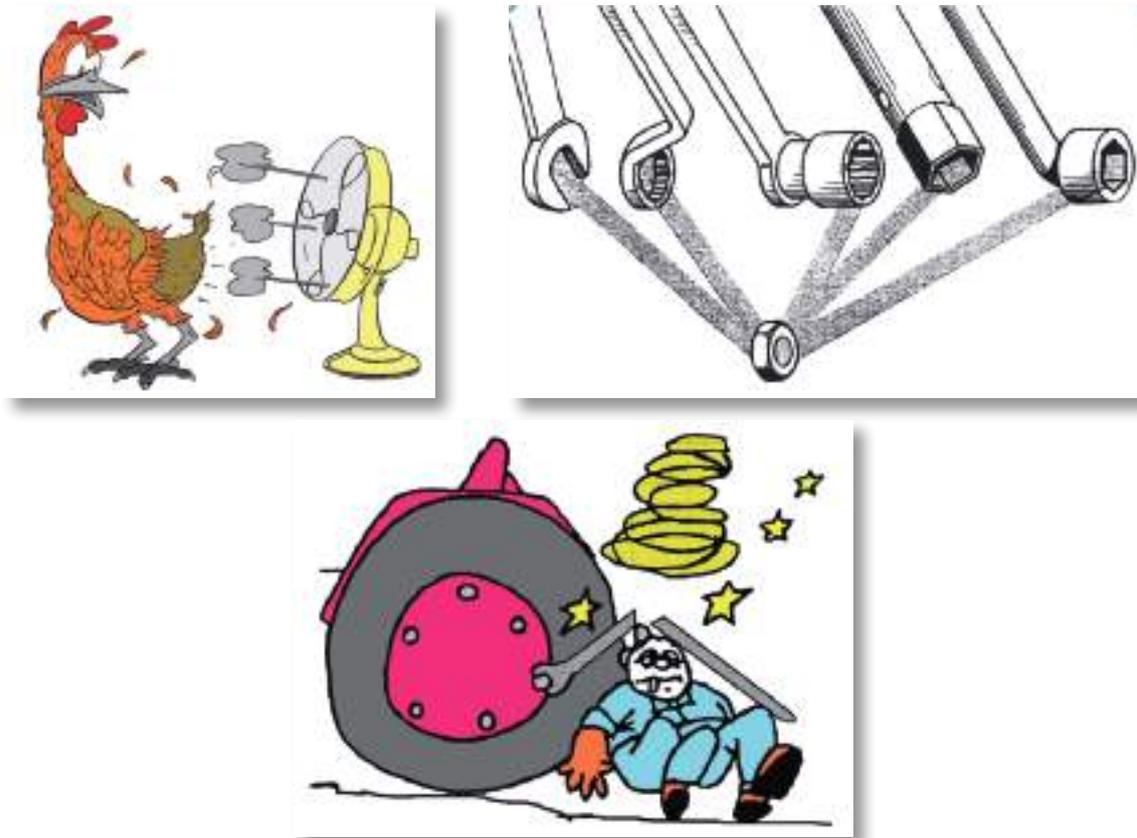


Figura 17 - Cuidado com máquinas em movimento | Figura 18 - escolha a ferramenta certa | Figura 19 - Ferramentas inadequadas estragam-se



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

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

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

Ferramentas com cabo de proteção nunca devem ser utilizadas sem ele; o acidente pode ser imediato (fig. 20)

Nunca transporte ferramentas no bolso. Ao sentar-se, ou em qualquer movimento, pode surgir um acidente grave (fig. 21)

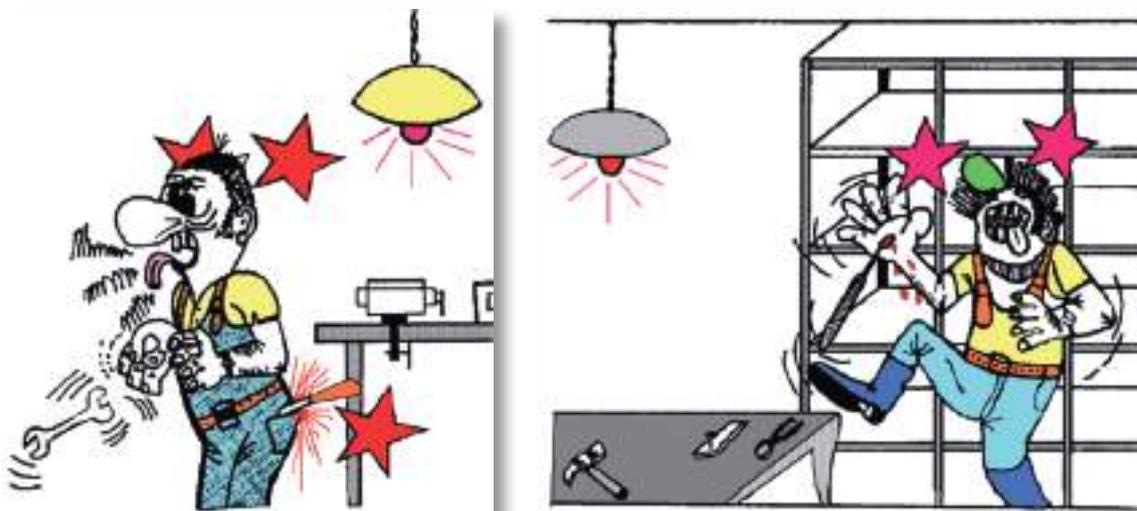


Figura 20 e 21 - As ferramentas não devem colocar-se nos bolsos

Produtos agroquímicos¹

O armazenamento de produtos químicos, quando em pequenas quantidades, deve ser feito em armário fechado à chave, sinalizado e situado em local de acesso reservado. Nos locais de armazenamento destes produtos deve existir boa luz natural e uma instalação elétrica que não comporte risco de incêndio/explosão, dispondendo ainda de meios de combate a incêndios, bom arejamento por forma a permitir níveis médios de temperatura e fácil manutenção. Também as embalagens vazias dos produtos utilizados devem ser corretamente acondicionadas e entregues em pontos de recolha específicos para o efeito.

¹ Este tema será abordado de modo mais profundo no módulo 6 - Proteção das Culturas e Agricultura Sustentável



Aquando da escolha, e subsequente aquisição, de produtos fitofarmacêuticos deve-se ter em atenção:

Adquirir apenas a quantidade suficiente e necessária para a área a aplicar, evitando comprar em excesso;

Quando em dúvida da quantidade a adquirir, optar por embalagens pequenas: os sobrantes ficam fechados, conservados e protegidos;

Aquando da aquisição dos produtos fitofarmacêuticos adquirir também os EPI's necessários para uma proteção eficaz;

Sempre que se adquira um produto deve ser SEMPRE pedida a respetiva FICHA de SEGURANÇA.

5.2. Movimentação manual de cargas

A Movimentação Manual de Cargas pode ser definida como qualquer operação de movimentação ou deslocamento voluntário de cargas, incluindo as operações fundamentais de elevação, transporte e descarga.

5.2.1. Segurança na movimentação manual de cargas

A movimentação manual de cargas é uma das formas de trabalho mais antigas e comuns, responsáveis por um elevado número de lesões e acidentes de trabalho, em consequência de movimentos incorretos ou esforços físicos exagerados, de grandes distâncias de elevação, do abaixamento e transporte, bem como de períodos insuficientes de repouso, especialmente quando se tratam de cargas volumosas ou pesadas. Estas lesões, na sua grande maioria, afetam a coluna vertebral através de lesões nos discos intervertebrais, causando dor por compressão; no entanto, podem desenvolver-se, também, lesões a outros níveis como musculares, escrotais, ligamentos, tendões, etc.

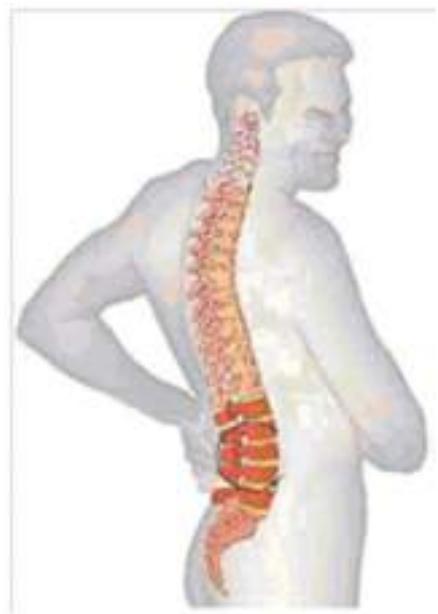


Figura 22 - Lesões na coluna vertebral



Relativamente à movimentação de cargas e posturas incorretas, é indispensável a utilização de equipamentos mecânicos, a redução do peso e volume das cargas a manusear manualmente, organizar a rotatividade das tarefas e investir na formação e informação dos trabalhadores e empresários agrícolas.

5.2.2. Medidas de prevenção na movimentação manual de cargas

De forma a minimizar os riscos e, conseqüentemente, as lesões, nas atividades de transporte manual de cargas, existem várias medidas de prevenção que se deverão tomar:

- A redução das cargas (os valores-limite da carga variam consoante idade, sexo, duração da tarefa, frequência do movimento de elevação e transporte e capacidade física do trabalhador);
- A correta seleção do pessoal que desempenha as atividades;
- A formação sobre técnicas corretas de movimentação de cargas;
- A utilização de Equipamentos de Proteção Individual adequados (vestuário, luvas e calçado);
- A utilização de meios mecânicos auxiliares (carros de mão, rolos, patins, pinças, garras, monta cargas, gruas, sem-fins);
- A readequação do espaço de trabalho.



Figura 23 - O carro de mão reduz o esforço físico



Regras de prevenção no levantamento de cargas do solo:

- Posicionar-se o mais perto possível da carga, em posição estável;
- Afastar os pés com o objetivo de equilibrar a distribuição do peso;
- Agarrar a carga firmemente, sempre que possível com a mão completa;
- Fletir os joelhos mantendo as costas direitas, de forma a evitar um esforço incorreto da coluna, prevenindo o aparecimento de lesões e/ou doenças;
- Elevar a carga sem puxões bruscos, mediante a extensão das pernas;
- Manter os braços e a carga o mais próximo possível do corpo.



Figura 24 - Dobre as pernas e mantenha os braços esticados ao elevar a carga

Regras de prevenção no transporte de cargas:

- Transportar as cargas mantendo as costas direitas;
- Transportar as cargas simetricamente;
- Suportar a carga com o esqueleto corporal;
- Manter a carga próxima do corpo;



Figura 25 - Manter a carga próximo do corpo



- Colocar os dedos afastados de locais onde possam ficar entalados durante a descida da carga;
- Baixar a carga suavemente.

Boas práticas na movimentação manual de cargas

Sr. Agricultor:

Planeie o que pretende fazer e, se necessário, vá buscar ajuda ou recorra a meios mecânicos;

Afaste os seus pés, de modo a equilibrar a distribuição do peso;

Flita os joelhos e agarre firmemente a carga com as duas mãos;

Levante a cabeça e mantenha as costas direitas enquanto levanta a carga;

Levante a carga até à sua cintura devagar, enquanto endireita as suas pernas, ao mesmo tempo que mantém os seus cotovelos junto ao seu tronco;

Evite torções do tronco;

Evite movimentos bruscos que provoquem picos de tensão;

Para colocar a carga no chão, dobre os joelhos e mantenha sempre as costas direitas.



Figura 26 - Coordenar os movimentos quando há ajuda

5.3. Instalações agrícolas, pecuárias e agroindustriais²

As máquinas e alfaias agrícolas devem ser parqueadas num armazém que permita para além de guardar estes equipamentos, o engate e desengate de alfaias, proceder à sua manutenção e pequenas reparações.

² Este será abordado de forma mais profunda nos módulos correspondentes



O armazém deve ser concebido tendo em vista as necessidades para se proceder a estas operações com segurança, nomeadamente: bons acessos, bem dimensionado, com arejamento, com iluminação, de fácil limpeza, com piso impermeável e antiderrapante, rampas de entrada/saída, água, corrente elétrica, sistema de prevenção e combate a incêndios.

6. Socorrismo

Cumpra as instruções de segurança (fig. 27):

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



Figura 27 - Ler manual de instruções



Prepare-se para as emergências (fig. 28):

- 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.



Figura 28 - Caixa de primeiros socorros e extintor

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 tratores 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. 29).



Figura 29 - Cumprir as normas de segurança



Atividades - Exercícios

Para cada questão, assinale com um X a/s opção/ões correta/s.

1. Todo o trabalhador agrícola:

- deve conhecer as regras de higiene e segurança
- ter acesso aos manuais de instruções de máquinas usadas nas práticas agrícolas
- cumprir as regras de higiene e segurança
- nenhuma das anteriores

2. O vestuário utilizado no trabalho com máquinas deve estar:

- cingido ao corpo
- largo
- adequado ao trabalho
- indiferente

3. Ao efetuar verificações debaixo de um trator este deve:

- estar suspenso pelo macaco
- estar assente sobre preguiças
- estar suspenso pelo macaco e auxiliado com a colocação de um barrote de suporte
- é indiferente

4. Ao estacionar um trator deve:

- travá-lo e deixar a chave de ignição
- travá-lo, retirar a chave de ignição e calçá-lo
- travá-lo, retirar a chave de ignição, engatá-lo e calçá-lo
- é indiferente



5. O trabalho de máquinas e equipamentos acionados por motores de combustão interna, deve ser feito em locais:

- () fechados ou sem ventilação suficiente,
- () ventilados
- () por trabalhadores agrícolas sem formação
- () por trabalhadores com formação

6. As ferramentas devem ser:

- () seguras e eficientes;
- () utilizadas exclusivamente para os fins a que se destinam;
- () mantidas em perfeito estado de uso
- () usadas para outros fins que não os destinados

7. O armazenamento de produtos agroquímicos:

- () requer instalações apropriadas
- () pode ser armazenado em qualquer parte da casa
- () deve ser feito numa divisão arejada
- () não necessita de cuidados especiais

8. No levantamento de cargas do solo deve-se:

- () Levantar cargas com as costas curvadas;
- () Torcer a coluna vertebral ao levantar ou depositar cargas;
- () Transportar cargas ao ombro com o corpo direito;
- () Manter a carga junto ao corpo e braços esticados



Bibliografia

- ADARLING, K., *Manual de Socorrismo*. Porto: Porto Editora, 1990.
- ALMEIDA, L., MATIAS, J. F., *O Nosso Compêndio de Ciências Físico-Naturais*. 16.ª ed. Lisboa: Livraria Didáctica, 1974.
- ARIAZ PAZ, M., *Tractores*. 9.ª ed. Madrid: Dossat, 1979.
- ARNAL ATARES, P. V., LAGUNA, B., *Tractores y Motores Agrícolas*. 2.ª ed. Madrid: Ediciones Mundi Press, 1989.
- BARRETO, B. G., *Irrigação*. São Paulo: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1979.
- BRIOSIA, F., *Glossário Ilustrado da Mecanização Agrícola*. 3.ª ed. Lisboa: C.E.S.E.M., 1989.
- BRIOSIA, Fausto, *Instruções para o Uso e Manutenção de Máquinas Agrícolas, Semeador de Precisão John Deere, mod. 25 - B*. Lisboa: C.E.S.E.M, 1974.
- BRIOSIA, F., *Mecanização Agrícola*. Lisboa: Livraria Luso Espanhola, 1984.
- CARVALHO, R., SARUGA, F., ALVES, C. (Coord.) *Manual de mecanização agrícola, 1º volume · motores e tractores*, Lisboa, Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural ISBN 978-972-8649-70-8, 2007
- CARVALHO, R. F., *Máquinas Agrícolas: Normas, cuidados e conselhos*. Lisboa: Ministério da Agricultura Comércio e Pescas, 1982.
- CARVALHO, R. F., *Máquinas Agrícolas para Mobilização do Solo*. Lisboa: Publicações Ciência e Vida, 1986.
- CARVALHO, R. F., *O Tractor: Constituição Funcionamento e Manutenção*. Lisboa: Publicações Ciência e Vida, 1986.
- MACHADO, D. J., *Manual Resumo de Código da Estrada*. Mirandela: [s.n.]. 2001.







Motor e Sistemas

Módulo 3

Apresentação

Trata-se de um módulo teórico-prático, que deverá ser lecionado no primeiro ano do curso.

Este módulo visa essencialmente capacitar o aluno para a identificação, utilização e manutenção dos vários motores utilizados no trabalho agrícola, dando particular ênfase aos motores utilizados nos tratores agrícolas e aos seus sistemas.

Objetivos da aprendizagem

- Identificar o motor;
- Explicar o funcionamento do motor;
- Identificar os sistemas anexos ao motor e os seus componentes;
- Descrever o funcionamento dos sistemas de: distribuição, alimentação de combustível, admissão de ar, lubrificação, refrigeração de escape, bem como o sistema elétrico e o sistema de arranque a frio;
- Executar a manutenção correta destes sistemas;
- Descrever a constituição e o funcionamento do sistema de transmissão (embraiagem, caixa de velocidades, diferencial, redutores finais, rodas, travões, sistema de direção, tomada de força, hidráulico, sistema de transmissão universal - sistema de *cardans*, etc.);
- Reconhecer as consequências do uso indevido destes sistemas;
- Executar a manutenção correta dos sistemas referenciados;
- Mostrar a adaptação da via do trator a determinada cultura;
- Identificar sistemas do trator com controlo ou apoio eletrónico;
- Utilizar corretamente os diversos sistemas, aplicando as normas de segurança e saúde no trabalho.



Âmbito dos conteúdos

1. Noções gerais de movimento e velocidade, força (torque ou binário), trabalho e potência.
2. O motor e o seu funcionamento.
3. Sistemas anexos ao motor: componentes, funcionamento, manutenção e consequências do uso indevido.
 - 3.1. Sistema de distribuição.
 - 3.2. Sistemas de alimentação de combustível.
 - 3.3. Admissão de ar.
 - 3.4. Sistemas de lubrificação.
 - 3.5. Sistemas de refrigeração.
 - 3.6. Sistema de escape.
 - 3.7. Sistema elétrico.
4. O sistema de transmissão: componentes, funcionamento, manutenção.
 - 4.1. Embraiagem.
 - 4.2. Caixa de velocidades.
 - 4.3. Diferencial.
 - 4.4. Redutoras finais.
 - 4.5. Rodas.
 - 4.6. Travões.
 - 4.7. Sistema de direção.
 - 4.8. Tomada de força.
 - 4.9. Sistema hidráulico.
 - 4.10. Veios telescópicos de *cardans*.
5. Adaptação da via do trator a determinada cultura.
6. Sistemas do trator com controlo ou apoio eletrónico.
7. Utilização dos diversos sistemas aplicando as normas de segurança e saúde no trabalho.



Motores e Sistemas

Introdução

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

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 ELÉTRICO - é o que transforma a energia elétrica em energia mecânica.



MOTOR DIESEL¹ - é de combustão por compressão, a taxas elevadas. O combustível mais utilizado é, normalmente, o gasóleo.

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 objetivo 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.



1. Noções gerais de movimento e velocidade, força (torque ou binário), trabalho e potência.

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 dados informativos 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” e “6 cilindros em linha com motor Otto de injeção” são mais dois exemplos.
- **Tipo** - caracteriza-se pela série de fabrico, por exemplo: “D 21 CR”. Também pode haver outras informações, tais como “F 3L 912” que diz ser o motor de 3 cilindros em linha.
- **Potência²** - 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.), por 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, esta é indicada da seguinte forma: “40 hp a 2000 r.p.m.”.

2 Potência - cavalo-vapor (cv) é a unidade de potência em que é medida a relação entre o trabalho efetuado e o tempo gasto para o realizar.

Um cv é, por definição, a potência capaz de elevar 75 quilogramas 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:

$$1 \text{ hp} = 1,014 \text{ cv}$$

$$1 \text{ hp} = 1,014 \text{ cv}$$

$$1 \text{ cv} = 0,987 \text{ HP}$$

$$1 \text{ cv} = 735,7 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 0,00136 \text{ cv}$$

$$1 \text{ kW} = 1,3596 (1,36) \text{ cv}$$

$$1 \text{ hp} = 745 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 0,00134 \text{ HP}$$

$$1 \text{ kW} = 1,34 \text{ HP}$$

$$1 \text{ cv} = 0,7355 (0,736) \text{ kW}$$

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$



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.

$$1 \text{ hp} = 1,014 \text{ cv} \quad 1 \text{ cv} = 0,736 \text{ kW} \quad 1 \text{ kW} = 1,36 \text{ cv}$$

- **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. 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. 1) - é a posição oposta ao ponto morto superior (completamente em baixo antes de começar a subir).
- **Curso** - em milímetros (mm), ou polegadas (") (fig. 1) - é a distância percorrida, pelo êmbolo, de um ponto morto ao outro.
- **Diâmetro do êmbolo** - em mm ou polegadas (fig. 1) - é o seu diâmetro exterior.
- **Câmara de combustão** - em centímetros cúbicos (cm³) (fig. 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.



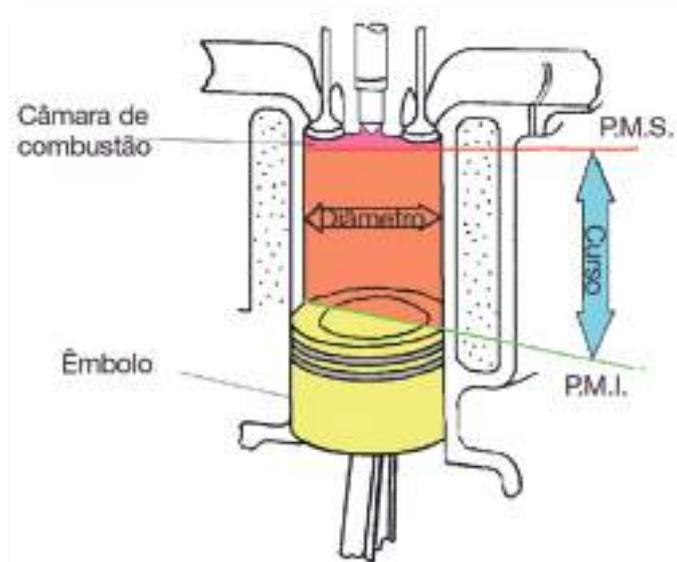


Figura 1 - Câmara de explosão

- **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. 2).

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

$$V = C \times n / 30000 \quad \text{sendo}$$

a velocidade dada em m/s

em que:

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

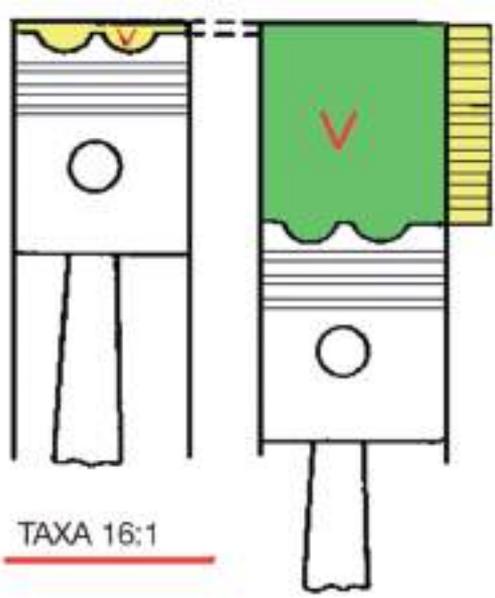


Figura 2 - Esquema da cilindrada V e v



- **Temperatura da compressão** - em graus centígrados ($^{\circ}\text{C}$) - é a temperatura máxima atingida pelo ar durante a compressão, na respetiva câmara, antes de se dar a combustão. Nos motores Otto varia de 400 a 600 $^{\circ}$ 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). Nos motores Otto é inferior à dos motores Diesel.

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

$$1 \text{ bar (bar)} = 1,01972 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2} = 105 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$$

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

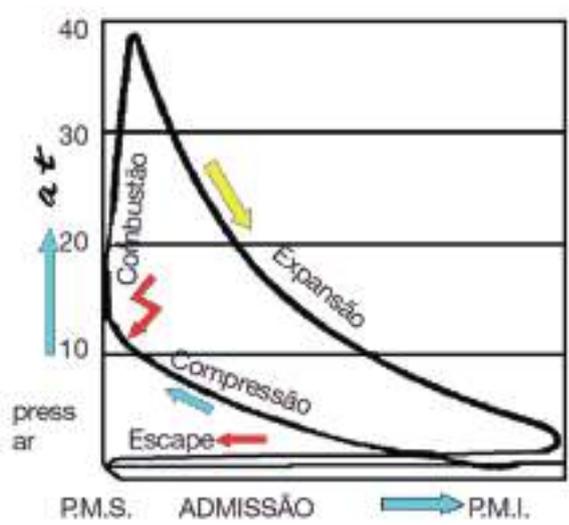


Figura 3 - Pressão de Compressão

- **Temperatura da combustão** - em graus centígrados ($^{\circ}\text{C}$) - é a temperatura máxima atingida na respetiva câmara e durante a mesma (fig. 4). Varia de 1800 a 2500 $^{\circ}$.

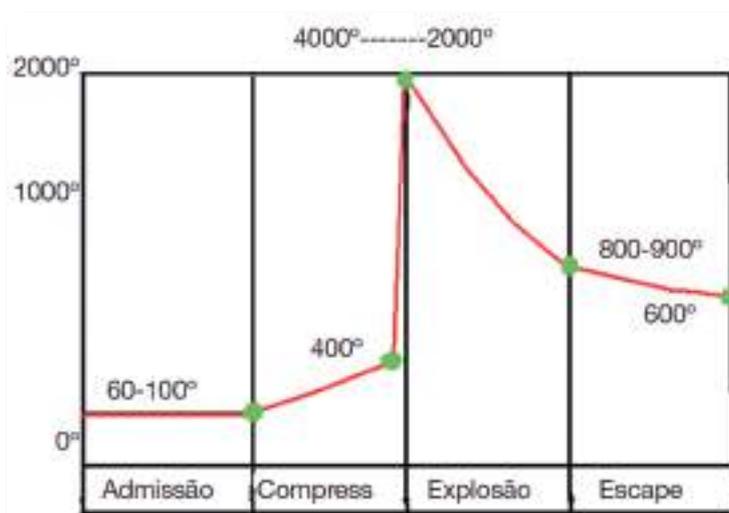


Figura 4 - Temperatura da combustão



- **Pressão da combustão** - *em Pa, atm ou bar* - é a pressão máxima atingida na respetiva 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 °C e nos Diesel de 500 a 600 °C.
- **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 (g/cv/h), ou gramas por quilowatt hora (g/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.

2. O motor e o seu funcionamento

2.1. Motor de 2 tempos

A realização prática do invento de Beau de Rochas revelou-se um facto 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, Dugal Clerk, baseando-se no ciclo de Beau de Rochas, idealizou e construiu um motor de explosão que apresentava como inovação necessitar apenas de dois trajetos do êmbolo (2 tempos) para efetuar 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. 5), as quais são tapadas, ou postas a descoberto, pelo êmbolo, durante o seu percurso.

Há variadas conceções 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 cárter 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. 5); 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 cárter (fig. 6) e ligado ao filtro de ar por tubagem; no orifício há uma válvula, automática, que apenas permite a passagem no sentido filtro de ar cárter e nunca no inverso.



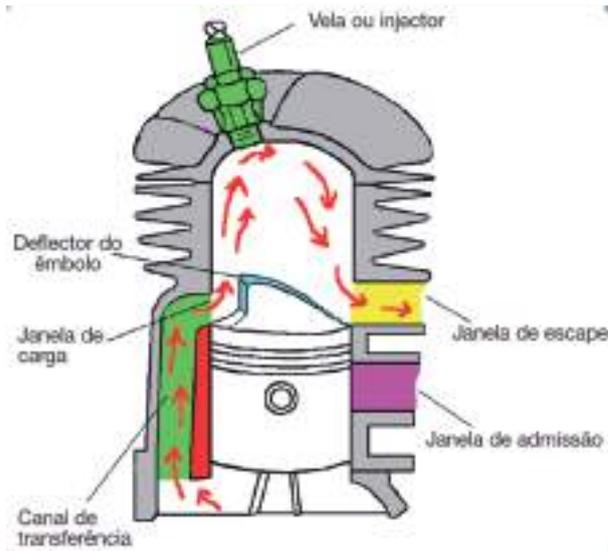


Figura 5 - Motor 2 tempos de explosão

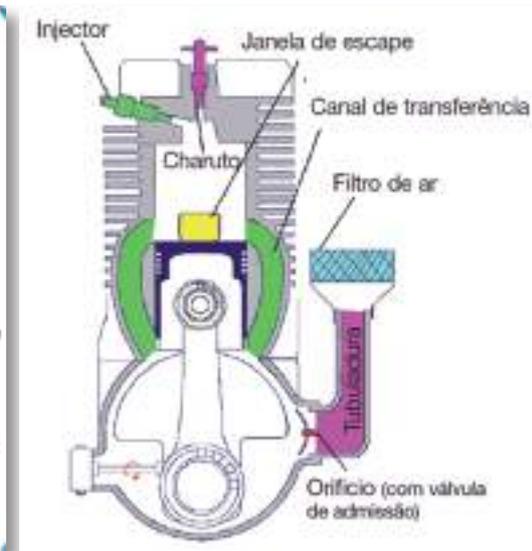


Figura 6 - Motor 2 tempos de combustão

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 cárter, é a admissão propriamente dita;
- 2ª - Entrada para o cilindro.

Na primeira fase a mistura é aspirada através da janela de admissão para o cárter, 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 cárter pela descida do êmbolo, não retornando ao carburador porque



ele (êmbolo) fecha a janela de admissão, ou fecha-se a válvula unidirecional³ instalada no cárter.

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 *defletor* (fig. 5) ou pela colocação estratégica de duas janelas de transferência que asseguram a “varredura” dos gases de escape (fig. 6).

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 cárter e abre a janela de admissão, provocando a entrada de ar fresco no mesmo (fig. 7 A). Com a subida faz a *compressão* (no cilindro) até atingir o ponto morto superior, onde “salta” uma faísca elétrica (fig. 7 B) ou é injetado combustível, conforme se trate, respetivamente, de um motor de ignição comandada (explosão) ou de autoignição (combustão) a (Diesel)⁴.

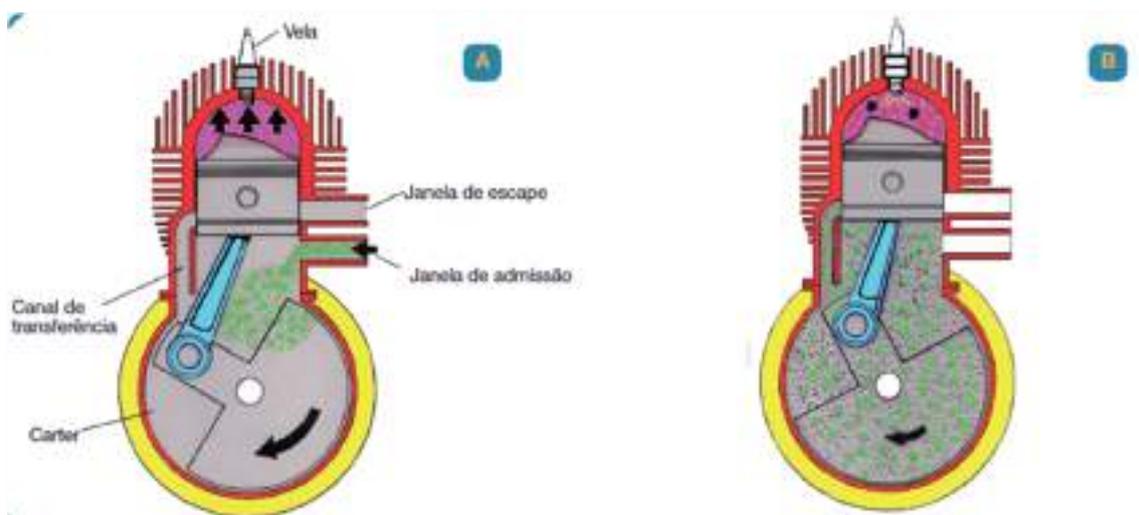


Figura 7 - 1º Tempo

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 ponto morto inferior fazendo o *trabalho*, bem como uma *pré-compressão* no cárter (fig. 8 A). Antes de atingir o ponto morto inferior abre a janela de escape, por onde saem rapidamente os gases queimados por ação da pressão ainda existente no cilindro; logo de seguida é posta a descoberto a janela de carga permitindo a entrada, no cilindro, dos gases que se

³ É o sistema mais utilizado nos motores Diesel.

⁴ Nos motores Diesel a 2 tempos há um injetor em vez da vela de ignição.



encontram pré-comprimidos no cárter, assegurando estes, graças à posição estratégica da (ou das) janela(s) de carga, ou pelo defletor do êmbolo, a “varredura” do cilindro com a expulsão dos gases de escape (fig.8 B).

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

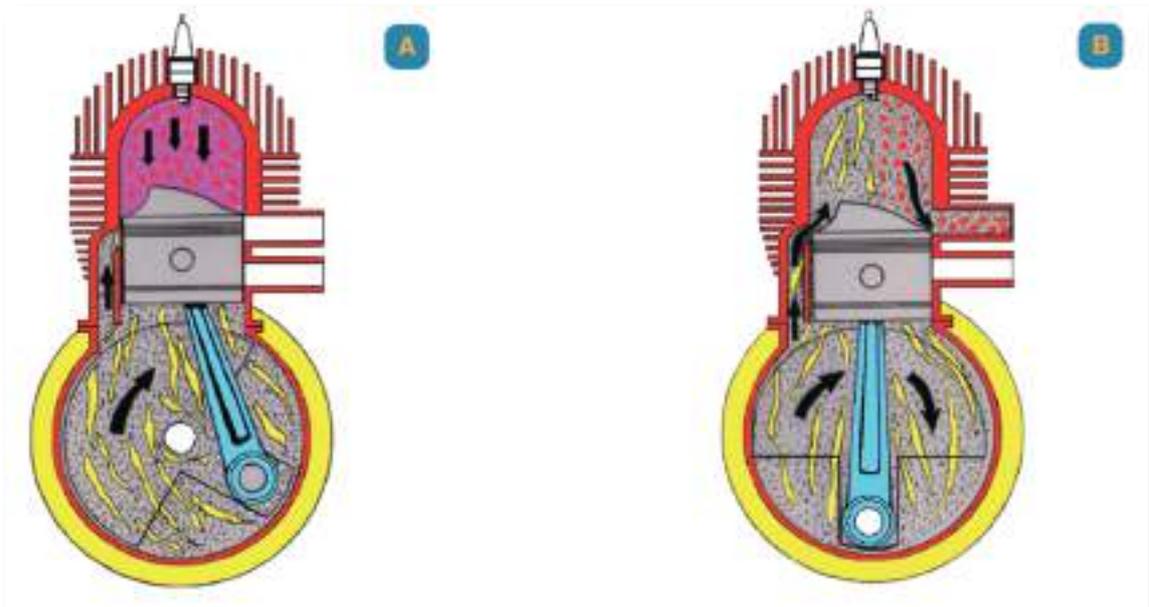


Figura 8 - 2º Tempo

Existem algumas variantes na conceção 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 cárter, válvulas de escape à cabeça e janelas de admissão diretas ao cilindro. Resumidamente, o funcionamento baseia-se na admissão forçada por um compressor e compressão no 1º tempo (fig. 9 A); no 2º tempo e com o êmbolo a descer, faz o tempo de trabalho e o escape, seguido de nova admissão (fig. 9 B); normalmente são motores Diesel.



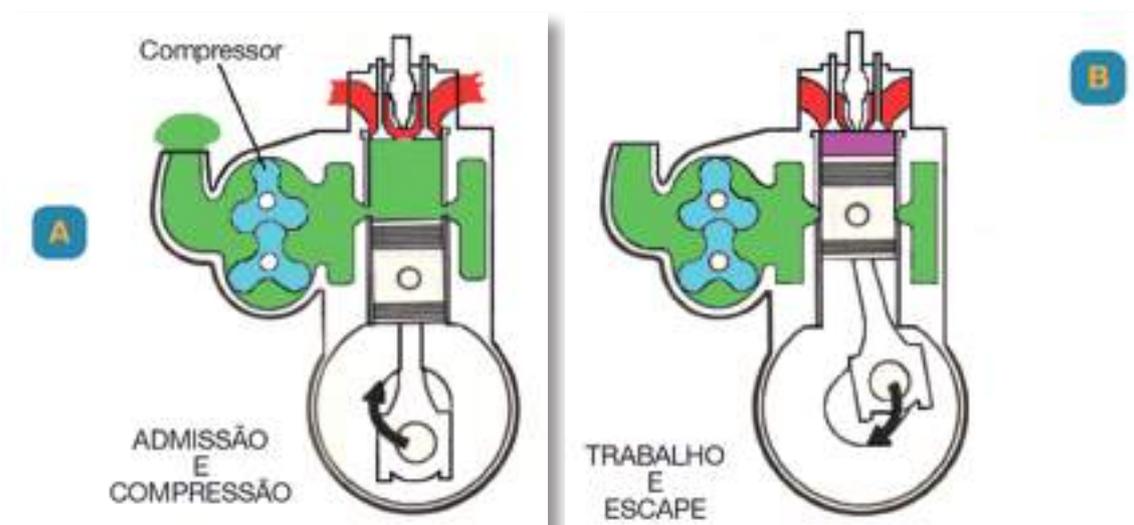


Figura 9 - A: 1º Tempo; B: 2º Tempo

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) 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 motorroçadoras, motossopraadores, aparadores de sebes e motosserras que, muitas vezes, trabalham em posições muito inclinadas ou até invertidas;
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 ativos 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 escape⁵;
2. Têm tendência a isolar as velas porque o lubrificante penetra no cilindro juntamente com o combustível; as velas necessitam, portanto, de verificação frequente.

2.2. O motor de combustão interna a 4 tempos

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

Há 3 tipos destes motores (fig. 10), conforme a disposição dos cilindros:

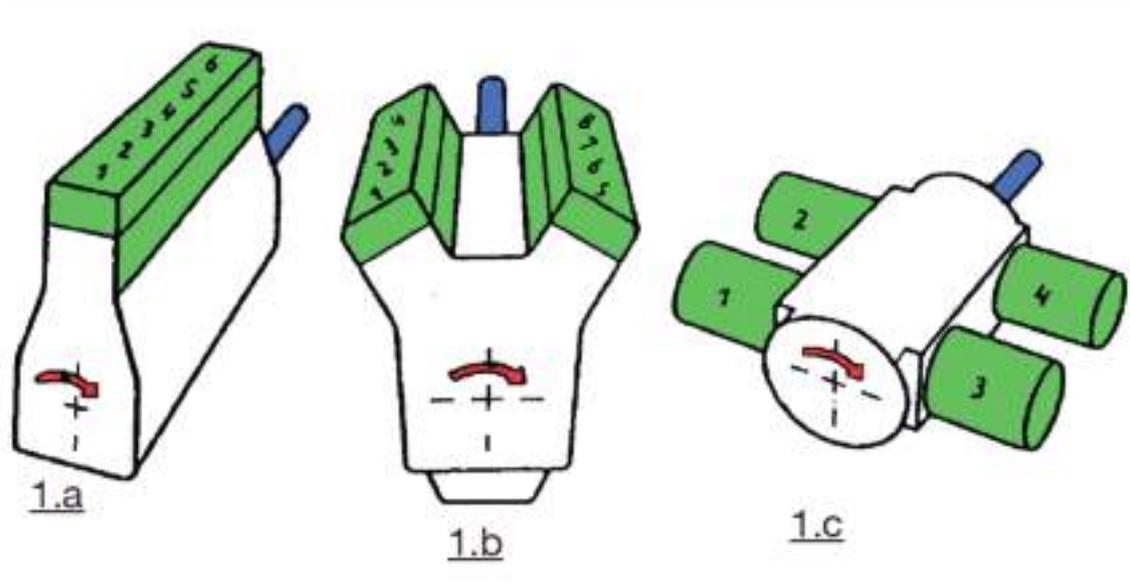


Figura 10: 1. a - **Em linha** - estão uns ao lado dos outros; 1. b - **Em V** - estão em dois planos em forma de V; 1. c - **De cilindros opostos** - estão opostos.

⁵ 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 injetado quando a compressão do ar atinge o valor mais elevado.



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. 11).

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 culatra, **culaça** e **cúpula**, é uma peça fundida que fecha a parte superior dos cilindros e é o local onde estão implantados os injetores, velas, 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.

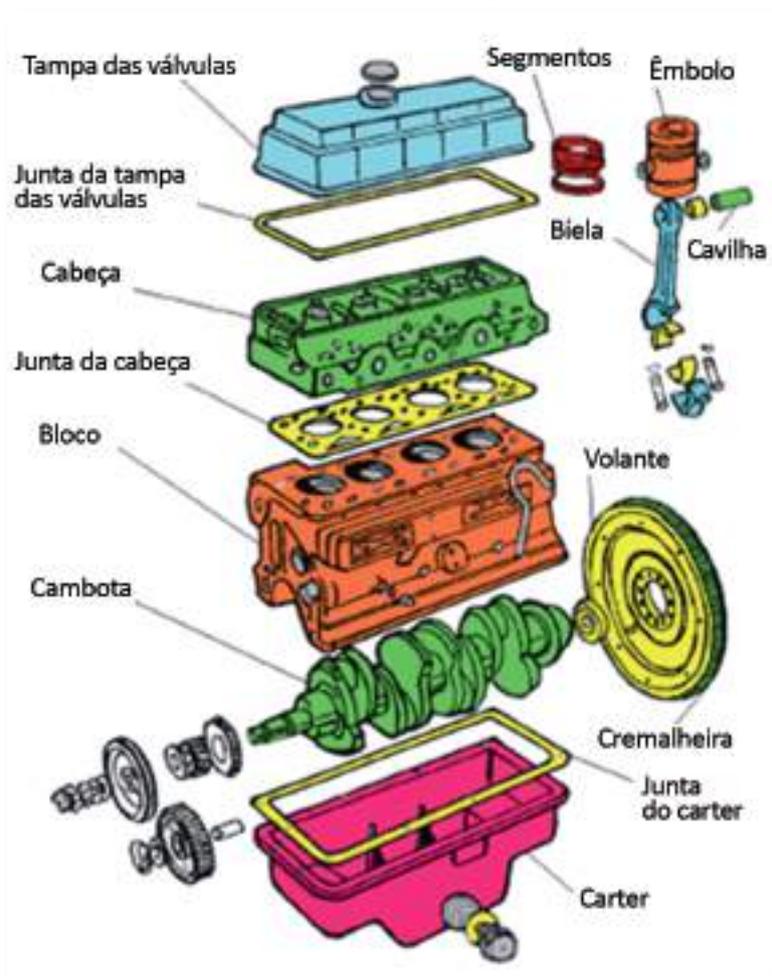


Figura 11 - Peças do motor de combustão interna a 4 tempos



- **Bloco de cilindros** - também designado apenas por bloco, é a peça fundamental, mais pesada e volumosa; compreende ainda a parte superior do cárter⁶ 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. 12).

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

Quando é amovível está encaixada no bloco, fica em contacto direto com o líquido de arrefecimento e toma a designação de **húmida** (fig. 12).

- **Junta do cárter** - estabelece a vedação entre o bloco e o cárter.
- **Cárter do motor, ou apenas cárter** - 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.

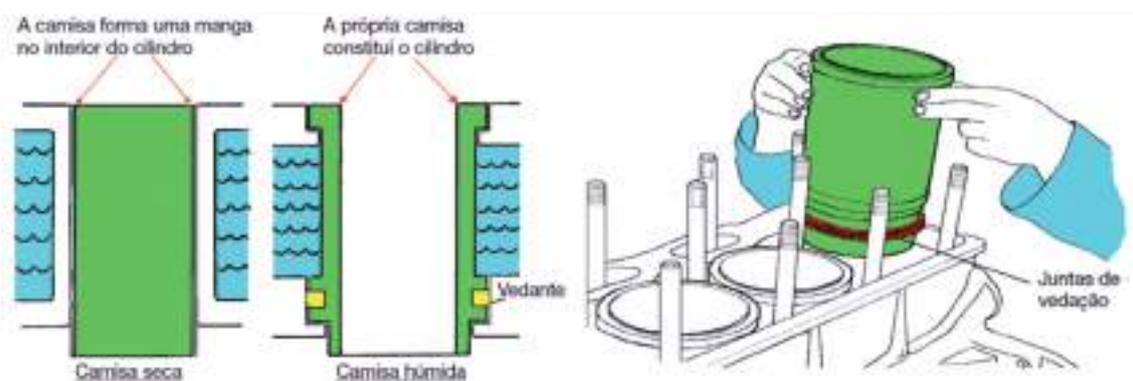


Figura 12 - Camisa do cilindro

As móveis são:

- **Êmbolo** (fig. 13) - 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**⁷ e a **saia ou aba**. Na cabeça (parte superior), superfície sobre a qual se exerce a pressão dos gases ao queimarem-se, situam-

⁶ Nos motores arrefecidos por líquido, a parte inferior do bloco, que suporta e onde se aloja a cambota, pode considerar-se como cárter superior.

⁷ A cabeça do êmbolo pode ser plana, côncava, convexa ou irregular. Estas diferentes formas têm como objetivo conseguir maiores compressões e turbulência dos gases, segundo o tipo de motor e o combustível.



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.

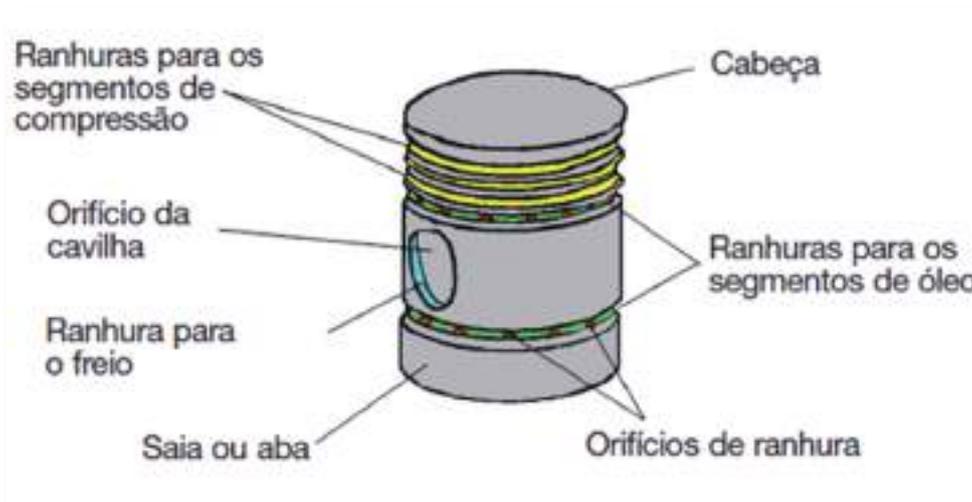


Figura 13 - Estrutura do êmbolo

É atravessado por uma **cavilha ou cavilhão**⁸ 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. 14). Nos extremos colocam-se **freios**, para evitar que saia do lugar com o motor em funcionamento.

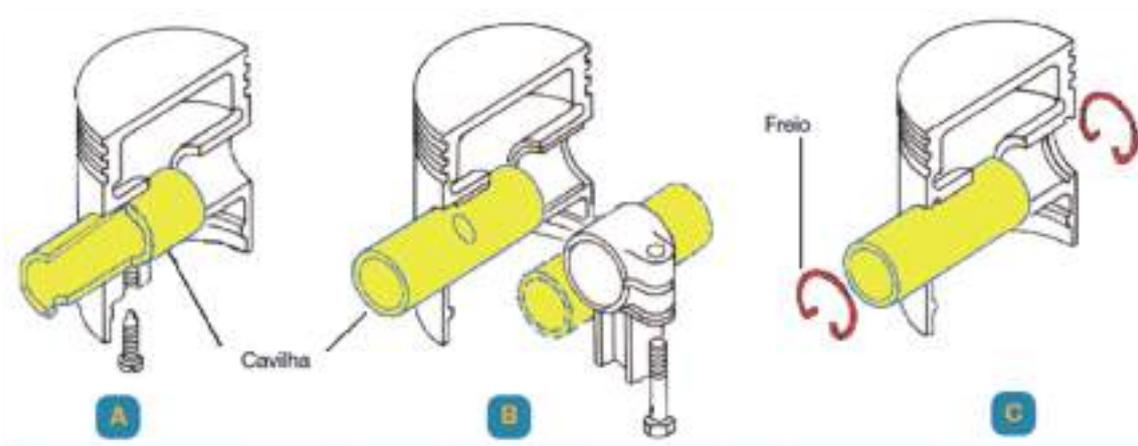


Figura 14 - Formas de fixar a Cavilha ou o Cavilhão

⁸ Tal como se vê na figura 14 a cavilha pode ser montada de 3 maneiras diferentes:

- Cavilha fixa - vai fixa ao êmbolo e gira no pé da biela;
- Cavilha semiflutuante - vai fixa à biela e move-se no êmbolo;
- Cavilha flutuante - gira na biela e no êmbolo.



- **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. 15):

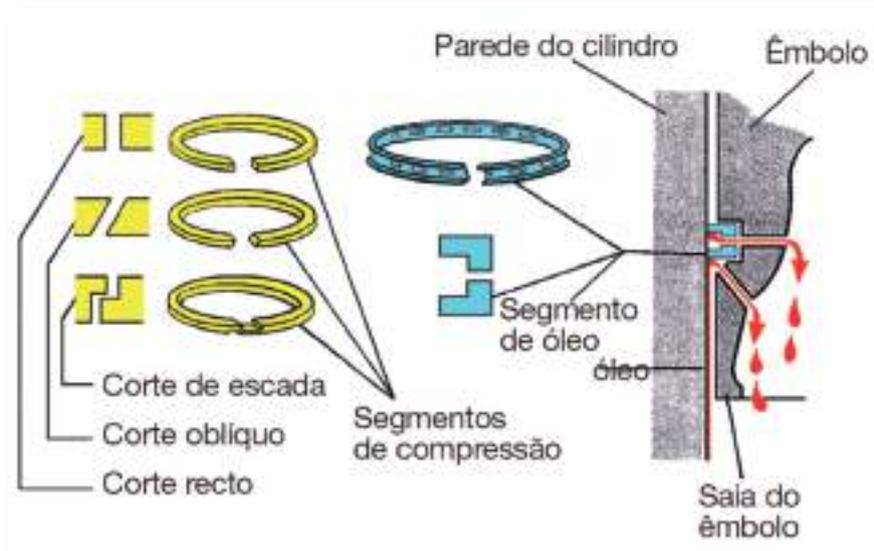


Figura 15 - Segmentos

De compressão - montados, normalmente, nas ranhuras superiores do êmbolo, asseguram a estanquicidade 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 cárter, através dos orifícios de drenagem existentes na sua caixa.

- **Biela (fig. 16)** - peça em aço semiduro, ou cromoníquel, estabelece a ligação entre o êmbolo e a cambota; este conjunto constitui um sistema de biela - manivela que transforma o movimento retilíneo 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;

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 respetivo da cambota e une-se à parte superior por intermédio de dois parafusos de aperto com porca⁹.

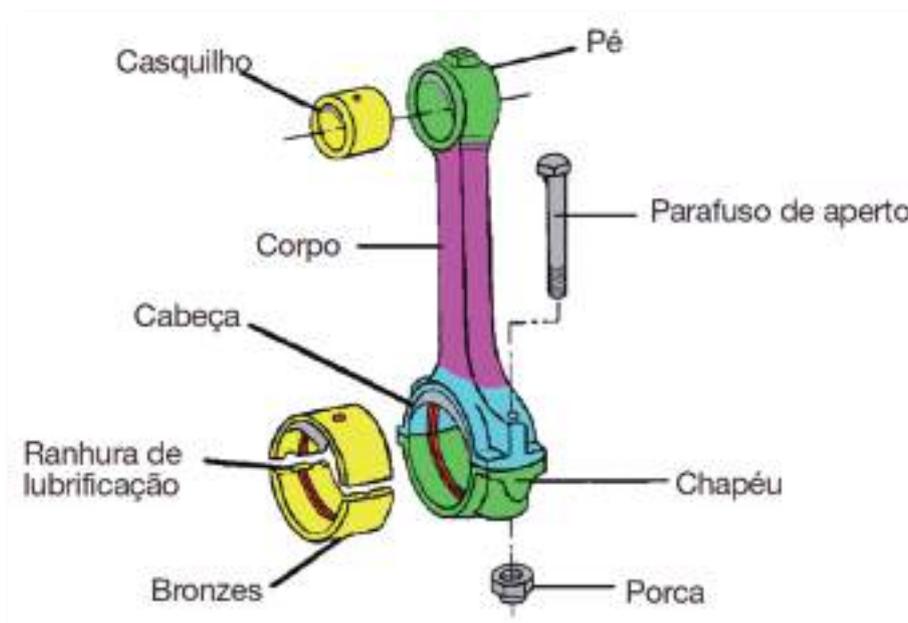


Figura 16 - Biela

- **Cambota**, também designada por **veio de manivelas**¹⁰ (fig. 17) - 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); atualmente está montada numa polie para acionamento 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 cárter **moente de apoio**.

9 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.

10 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.



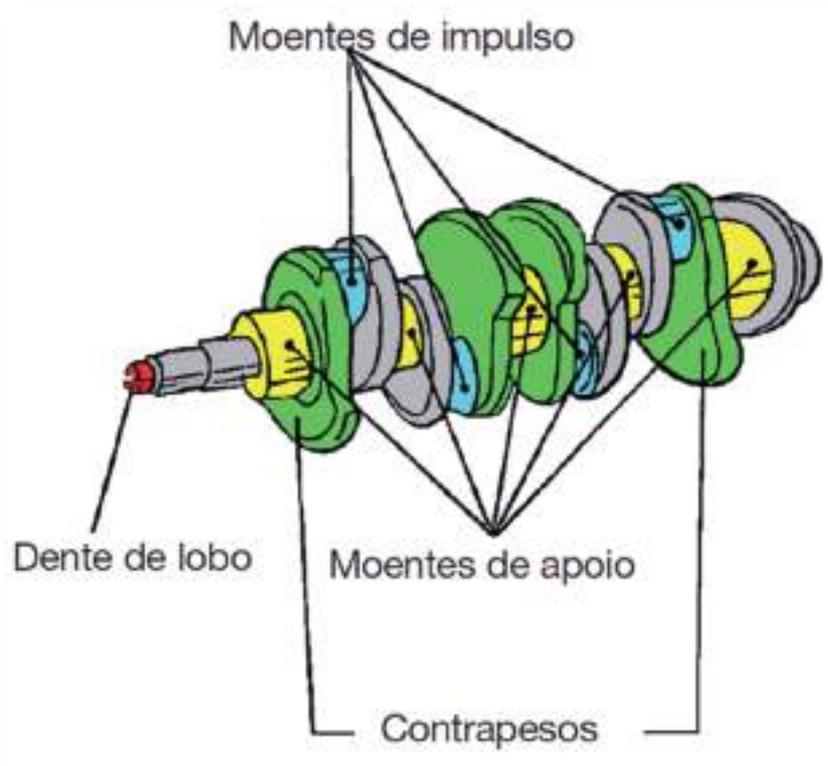


Figura 17 - Cambota

- **Volante** (fig. 11) - 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.

2.2.1. Ciclo de funcionamento de um motor diesel a 4 tempos

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:

1º Tempo - ADMISSÃO isto é, admitiu-se ar no cilindro (fig. 18).

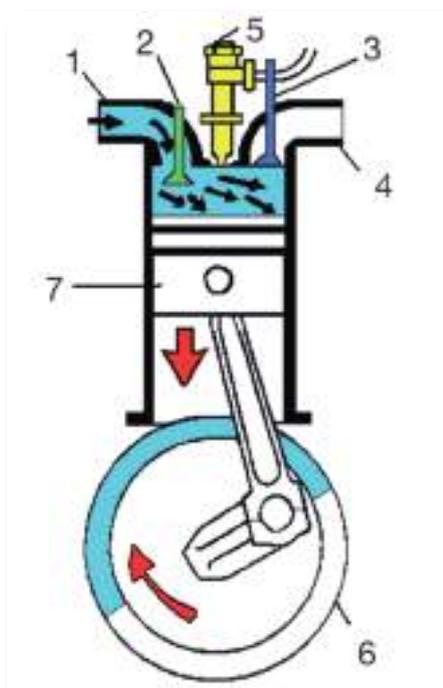


Figura 18 -

- 1 - Coletor de admissão;
- 2 - Válvula de admissão;
- 3 - Válvula de escape;
- 4 - Coletor de escape;
- 5 - Injetor;
- 6 - Cambota;
- 7 - Êmbolo

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 centígrados¹¹.

No momento em que o êmbolo atinge o P.M.S. termina o 2º tempo ou de compressão (fig. 19 A).

¹¹ 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.



3º Tempo - EXPANSÃO OU TRABALHO

Um pouco antes do êmbolo atingir o P.M.S., no 2º tempo, é injetada, no cilindro, uma determinada quantidade de gasóleo (sistema de alimentação); como a temperatura é muito elevada dá-se a sua combustão (autoinflamação), o que obriga os gases resultantes a expandirem-se e o êmbolo a descer, realizando-se o *3º tempo, de trabalho ou expansão* (fig. 19 B).

4º Tempo - ESCAPE

A combustão do gasóleo no interior do cilindro produz gases, que é necessário evacuar para que o êmbolo possa subir para o 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 coletor de escape.

Realizou-se o 4º (e último) *tempo ou de escape* (fig. 19 C), completando-se o chamado ciclo de funcionamento que é, portanto, a série completa dos 4 tempos motor.

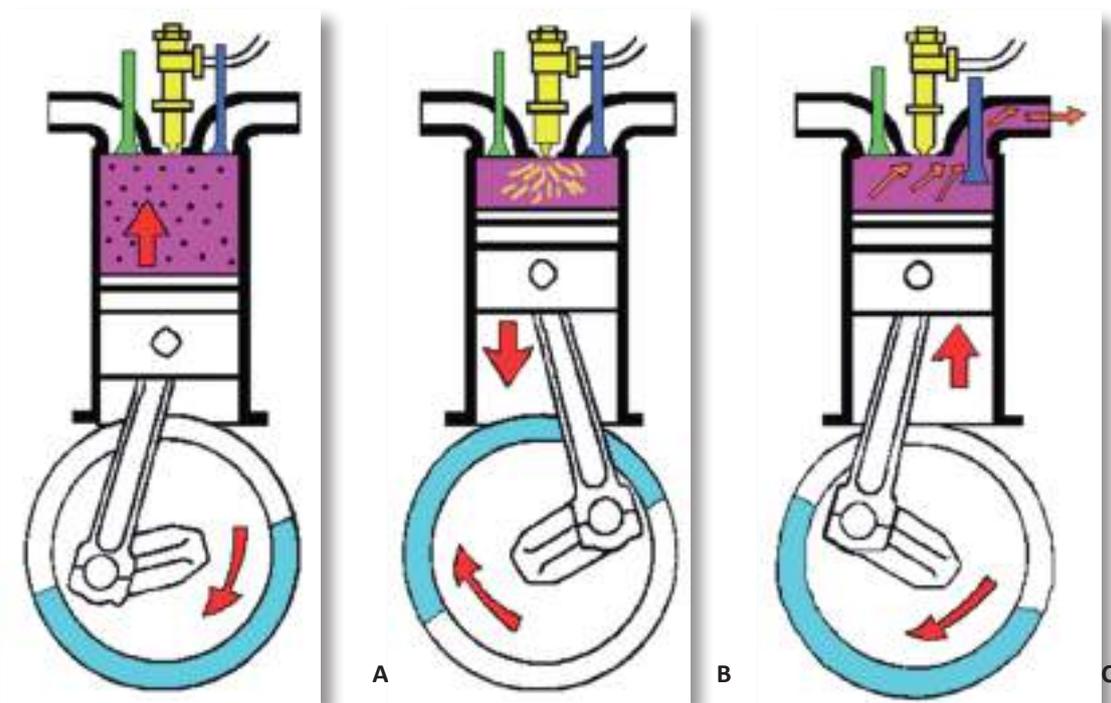


Figura 19 - A - 2º Tempo - Compressão; B- 3º Tempo - Expansão ou Trabalho; C - 4º Tempo - Escape



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 (180°) 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 720° , 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. 20 - 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 (180°); 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 360°), 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.

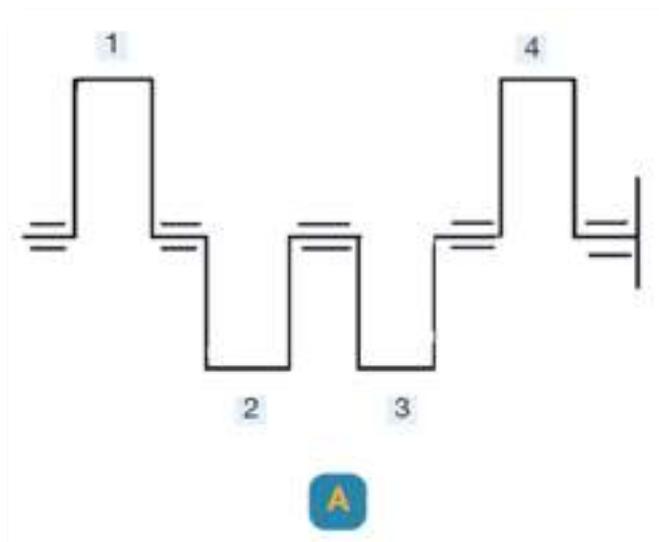


Figura 20 - Sucessão de tempos



A sequência de trabalho do motor, depois da ignição da mistura ar + combustível, chama-se **ordem de ignição**. No exemplo da figura 20 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. 21), os moentes de impulso da cambota formam, entre si, ângulos de 120º; os dos cilindros 1 - 6, 2 - 5 e 3 - 4 estão no mesmo plano.

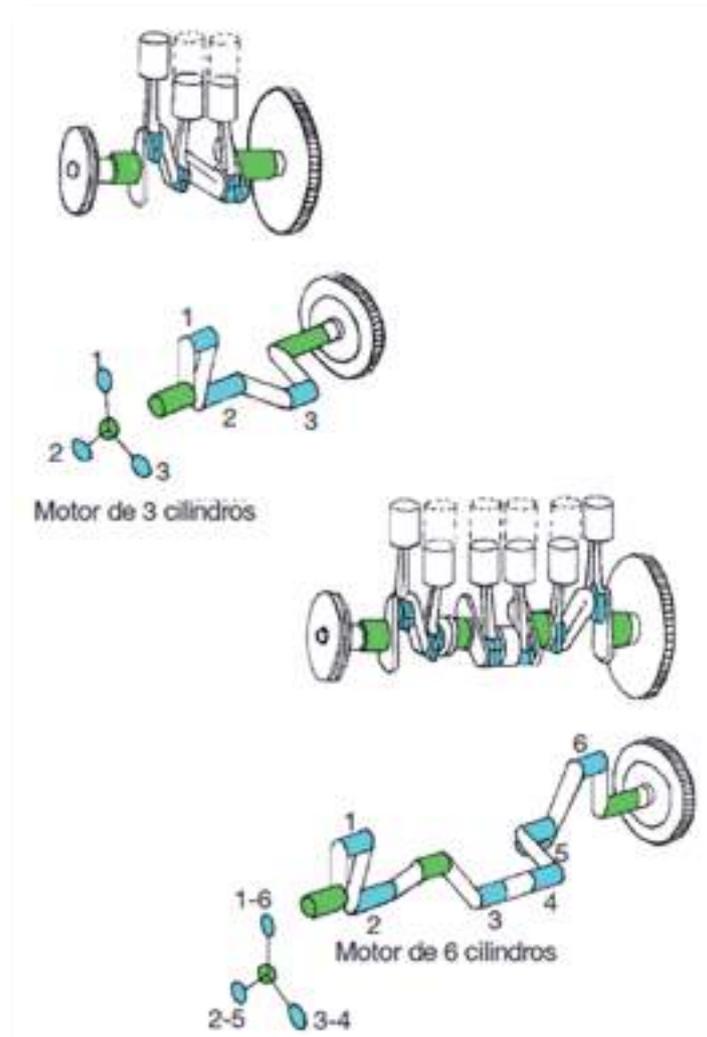


Figura 21 - Produção de potência

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.

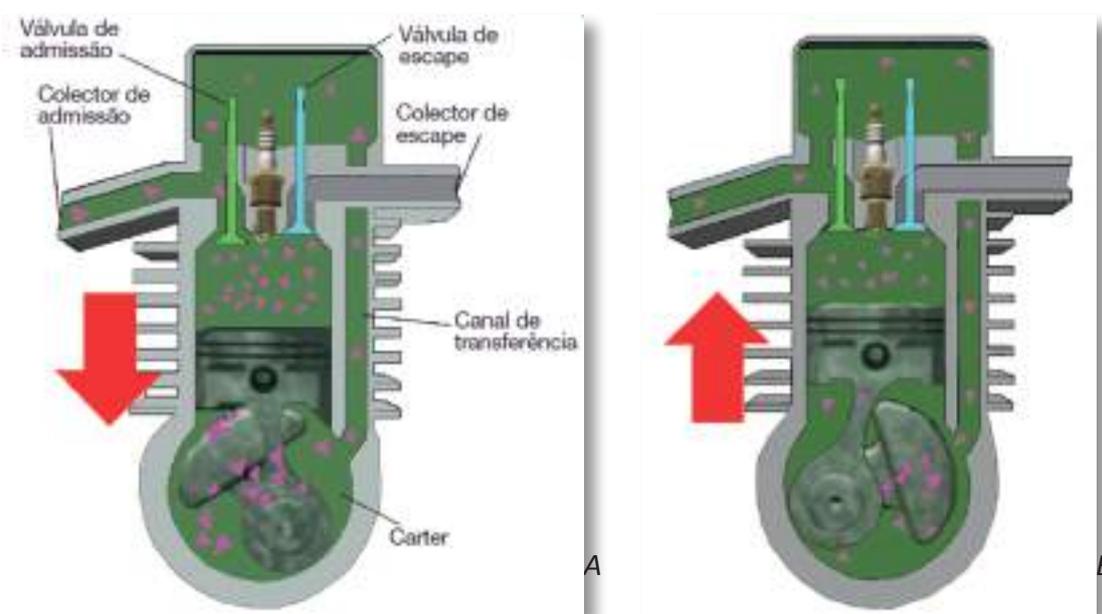


2.3. Motor de 4 tempos lubrificado por mistura

Recentemente, apareceu um motor que é uma mistura dos de dois e quatro tempos; efetivamente, é um motor de quatro tempos ao qual foi adicionado uma ligação entre o cárter e o coletor de admissão, ligação essa que designamos por **canal de transferência**¹². 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 cárter, através do canal de transferência e também do exterior (fig. 22 A);
2. O êmbolo sobe e as duas válvulas estão fechadas; dá-se a compressão no cilindro e a entrada de gases no cárter, via canal de transferência (fig. 22 B);
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 cárter são empurrados pelo canal de transferência (fig. 22 C);
4. O êmbolo sobe, a válvula de escape abre e os gases queimados são expulsos para o exterior; entram gases no cárter pelo canal de transferência (fig. 22 D).



¹² Este motor foi desenvolvido pela Stihl e por ela denominado 4 - MIX; ao canal de transferência chamam-lhe bypass.



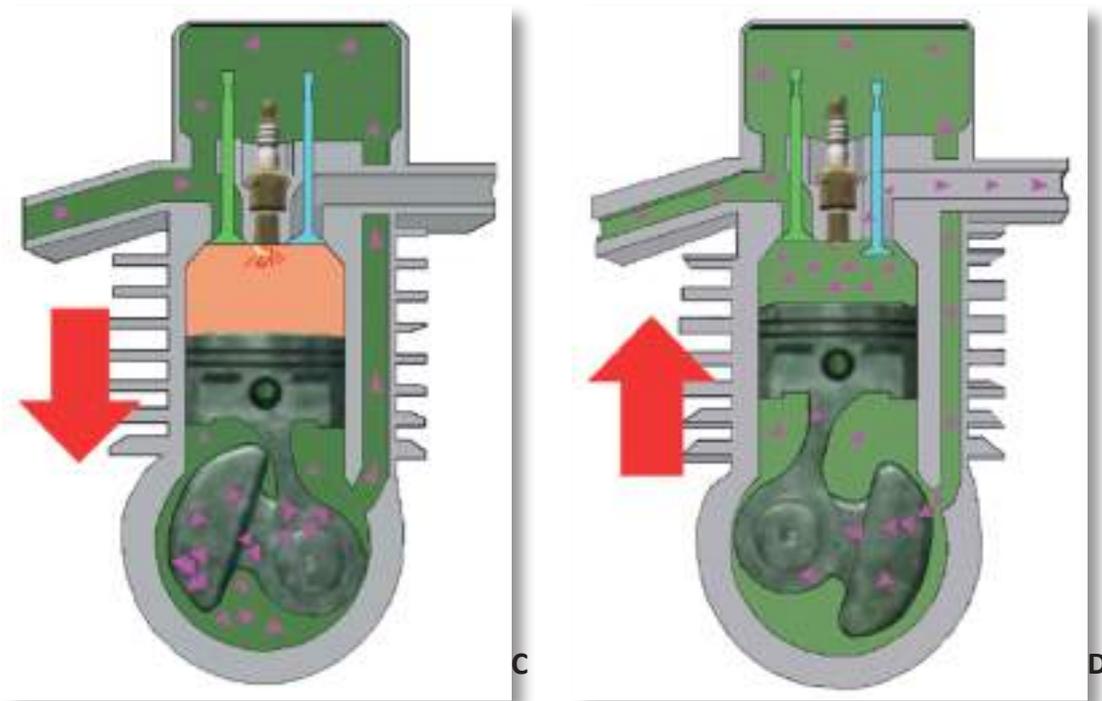


Figura 22 - Funcionamento do motor

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

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;**
- **Menor consumo.**

3. Sistemas anexos ao motor: seus componentes, funcionamento, manutenção e consequências do uso indevido

Para cada sistema serão referidos os seus componentes, modo de funcionamento, manutenção e consequências do uso indevido, permitindo uma visão de conjunto e uma melhor percepção dos tópicos supracitados.



3.1. Sistema de distribuição

A **distribuição** é o conjunto de peças que regula a entrada e saída dos gases no cilindro e consta (fig. 23) de válvulas, guia das válvulas, tuches (ou tacos), hastes, balanceiros, veio de excêntricos (ou árvore de cames) e engrenagem da distribuição.

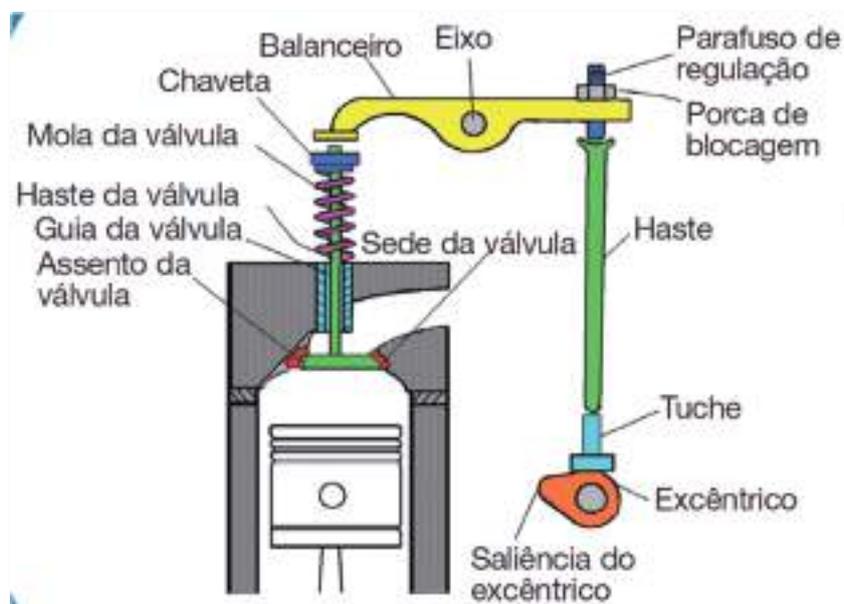


Figura 23 - Sistema de distribuição

VÁLVULAS

São constituídas por **cabeça** e **haste** (fig. 24).

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 estanquicidade 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.

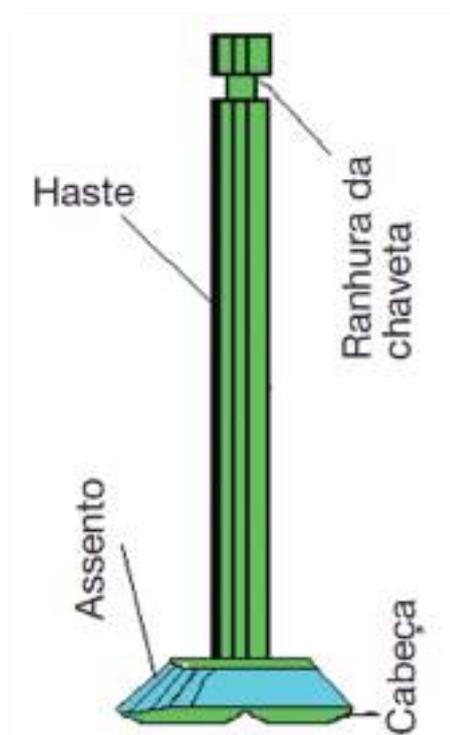


Figura 24 - Estrutura da válvula

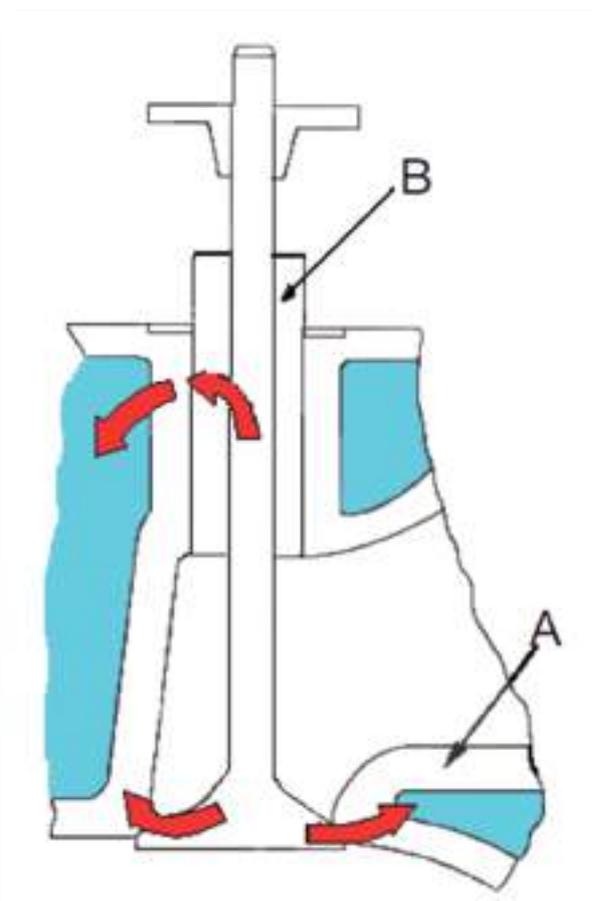


São fabricadas em material especial devido às altas temperaturas a que têm que resistir; as de escape até podem ser ocas e com sódio no interior para obterem uma melhor difusão do calor, que pode oscilar entre 700 e 1000 graus centígrados.

Com o tempo os materiais perdem as suas características e as válvulas avariam-se¹³. 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 correto à sede, com a conseqüente perda de compressão, por fugas.

A haste é envolvida pela **mola da válvula** (figs. 23 e 31), cuja função veremos a seguir.

O arrefecimento (fig. 25) efetua-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.

Figura 25: 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.

GUIA DAS VÁLVULAS

13 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 estanquicidade, quando fechadas.



É um casquilho metálico no qual se move a haste e serve para a manter centrada, a fim de fechar corretamente (figs. 23 e 26); também contribui, como anteriormente se afirmou, para a dissipação do calor.

TUCHE

Também designada por taco, é um cilindro em aço que serve de apoio à haste (figs. 23 e 28); 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. 23 e 28), transmite o movimento da tuche ao balanceiro.

BALANCEIRO

Também designado por balancim e martelo (figs. 23, 28 e 31), é uma alavanca articulada que comanda, por intermédio da haste e da mola da válvula, o seu movimento de abertura e fecho. Na fig. 31 pode ver-se um eixo de balanceiro completo.

VEIO DE EXCÊNTRICOS

Também designado por árvore de cames e veio de ressaltos (fig. 27), é onde se situam os *excêntricos* ou *cames*, que são dois por cilindro: um para abrir a válvula de admissão e outro para abrir 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. 23) empurra, para cima, a tuche e esta a haste.

Na parte de cima temos o balanceiro (figs. 23 e 28), 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 ação do excêntrico e fecham pela força da mola (fig. 23).

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 29, a qual, por vezes, é maior na de escape do que na de admissão em virtude do maior calor que aquela sofre; o valor exato vem sempre indicado no livro de instruções, bem como a forma de a verificar: se com o motor parado, ou a funcionar¹⁴. De qualquer forma, uma válvula sem folga não fecha, é superaquecida e origina perdas de potência e excesso de consumo.

Até aqui temos visto apenas válvulas à cabeça, mas também há válvulas laterais (fig. 30) que dispensam os balanceiros e respetivo eixo e que são utilizadas, principalmente, nos motores das motobombas.

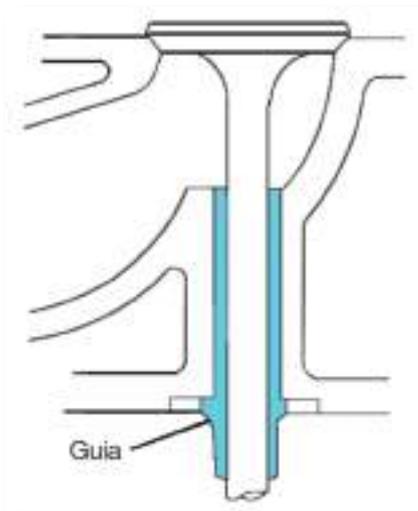


Figura 26 - Guia das válvulas

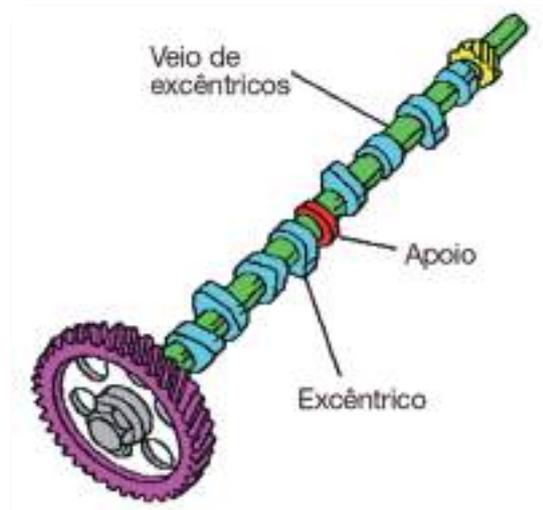


Figura 27 - Veio de excêntricos ou ressaltos

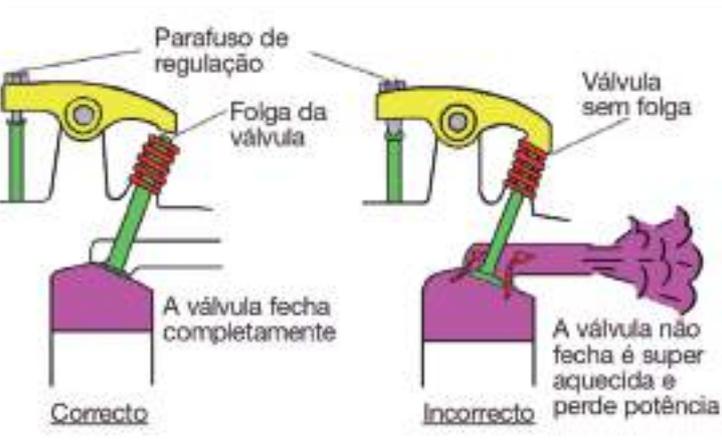
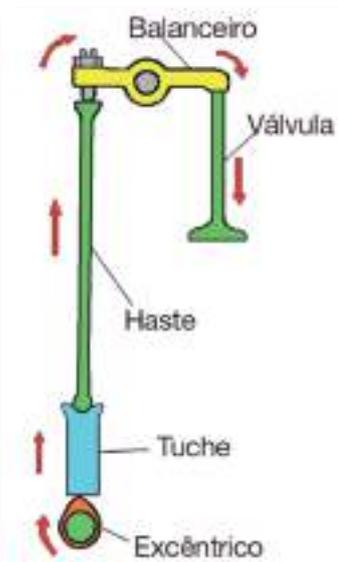


Figura 28 - Haste

Figura 29 - Folga das válvulas

¹⁴ Atualmente, a folga das válvulas é assegurada por sistemas próprios dos motores, em que um dos mais usados é por intermédio de tuches hidráulicas.



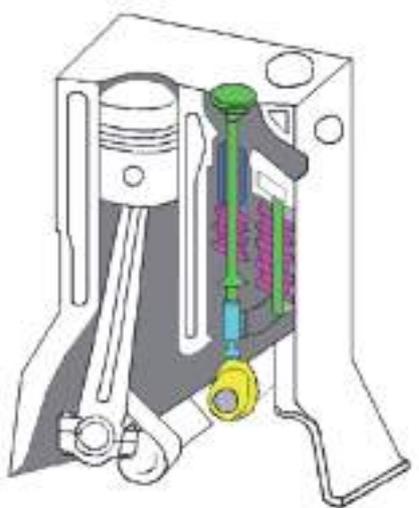


Figura 30 - Válvulas laterais

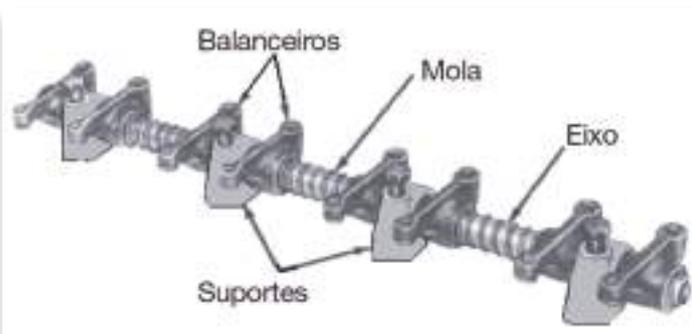


Figura 31 - Balanceiros

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. 32), 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 exato.

Figura 32 - As setas, no carreto intermédio, indicam os pontos corretos de montagem das engrenagens.

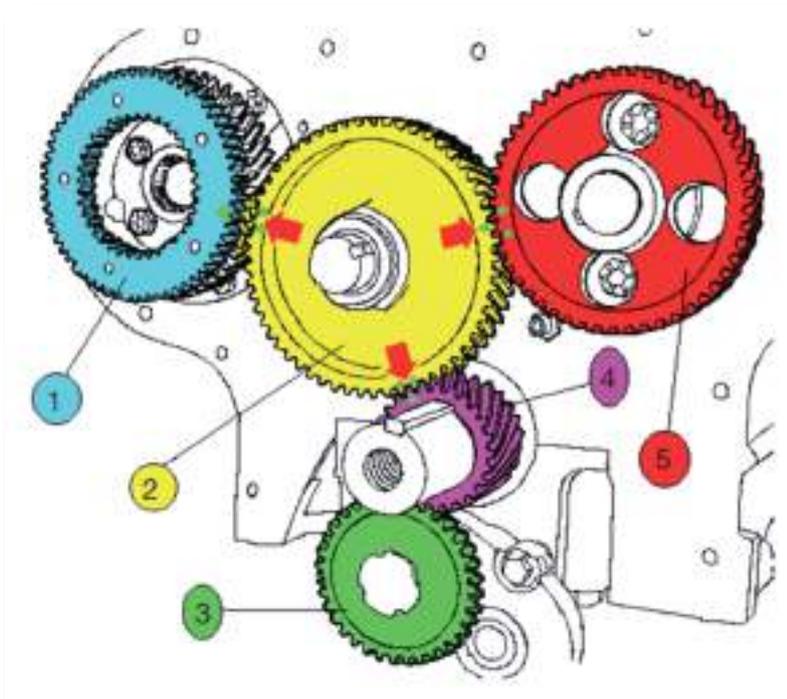
1 - Carreto da bomba injetora

2 - Carreto intermédio

3 - Carreto da bomba de óleo

4 - Carreto da cambota

5 - Carreto do veio de excêntricos



3.2. Sistema de alimentação de combustível

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 injetores, que o pulverizam no interior dos cilindros. É constituído, na maior parte dos casos e como se pode ver na figura 33, 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 injetores;
- **Bomba de injeção** - encarrega-se de enviar o combustível, sob pressão, aos injetores;
- **Injetores** - introduzem o combustível, devidamente doseado e finamente pulverizado, nos cilindros;
- **Tubos de retorno** - enviam o combustível em excesso ao depósito, ou ao filtro;

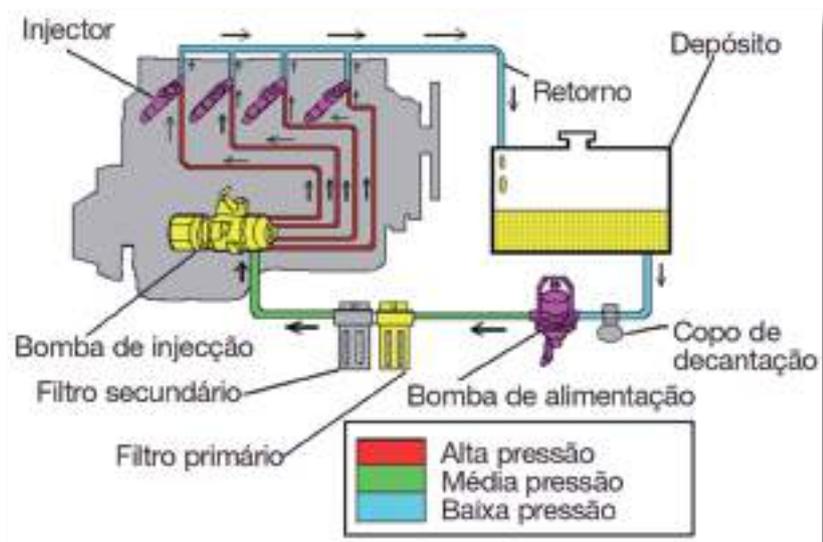


Figura 33 - Bomba de injeção



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 correta manutenção, pois é ela a primeira e principal via para se atingir o objetivo: **BOM FUNCIONAMENTO**.

3.2.1. Armazenamento do combustível

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 34 ilustra uma das formas deste tipo de armazenamento.

Como o caso anterior nem sempre é possível, recorre-se ao tipo **aéreo** (fig. 35), 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.

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.

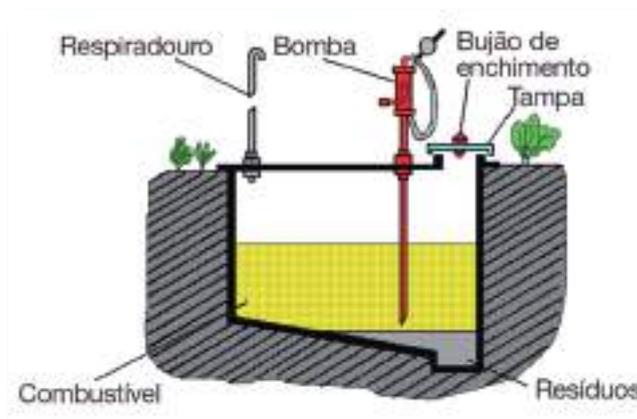


Figura 34 - Armazenamento subterrâneo



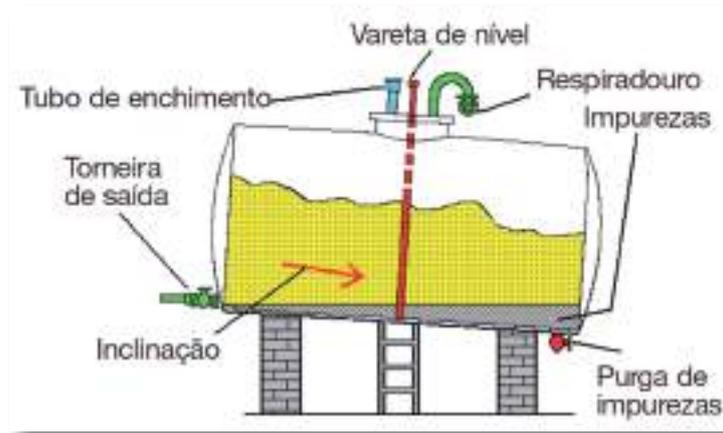
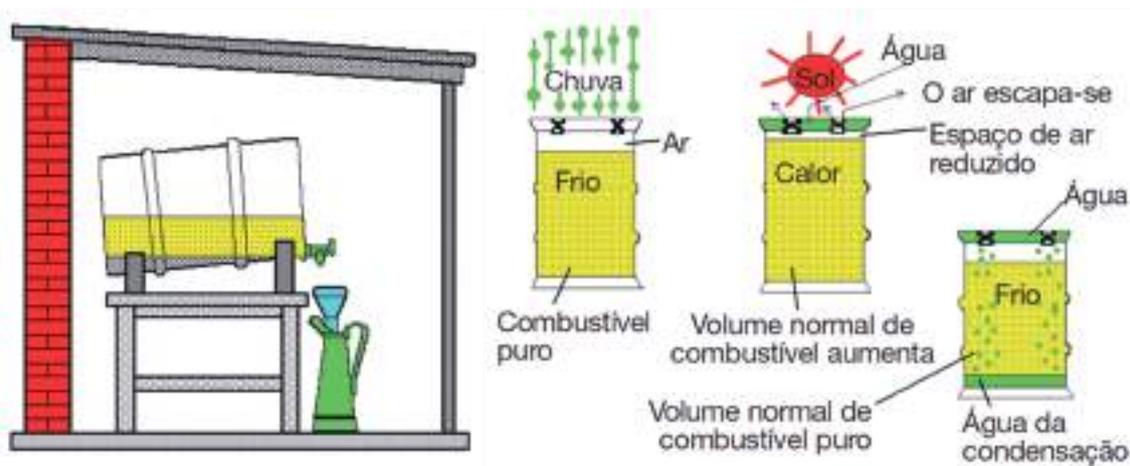


Figura 35 - Armazenamento aéreo

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 36 A o recipiente está bem colocado *sob coberto*, em cavaletes e com uma inclinação contrária à torneira de saída, para que as impurezas e a água se decantem sem com ela contactarem;
2. O armazenamento *a céu aberto* 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 contração do metal durante as variações térmicas;
3. A contaminação com água e ferrugem é outro inconveniente; por exemplo: se um tambor ficar de pé na vertical, 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. 36 B);
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 37;
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. 37).

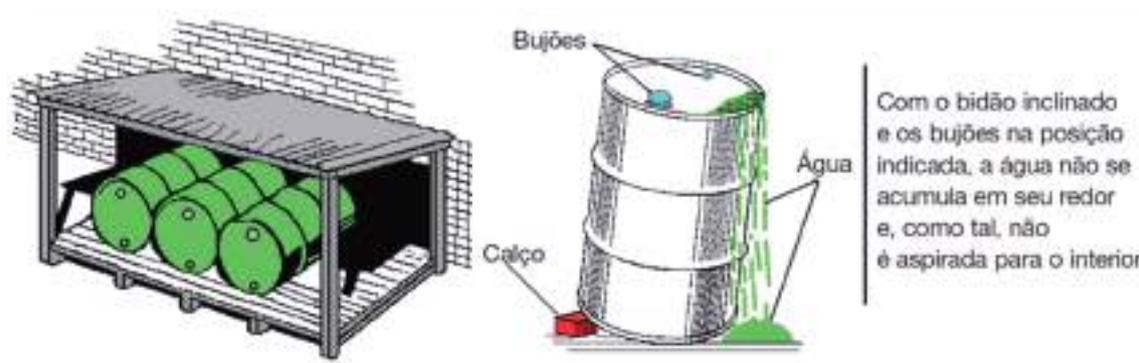




A

B

Figura 36 - Bidões com combustível protegidos e não protegidos



A

B

Figura 37 - Acomodação correta dos bidões de combustível

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. 38).

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 proteção.



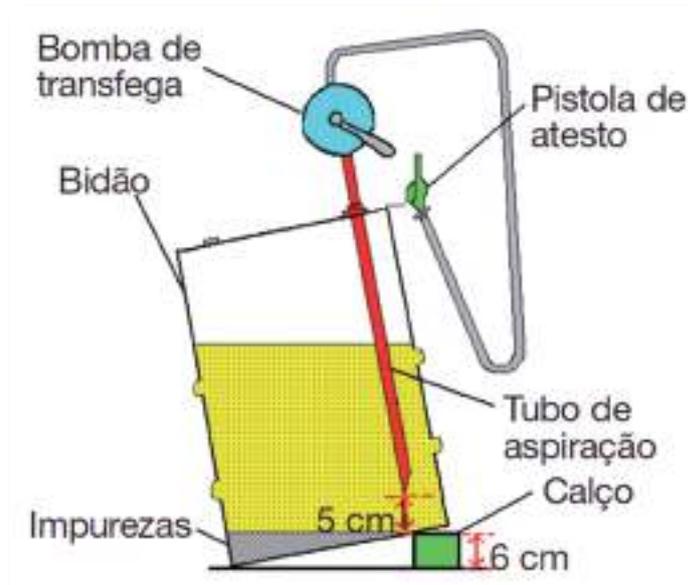


Figura 38 - Bomba de trasfega

3.2.2. Depósito de combustível

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. 39).

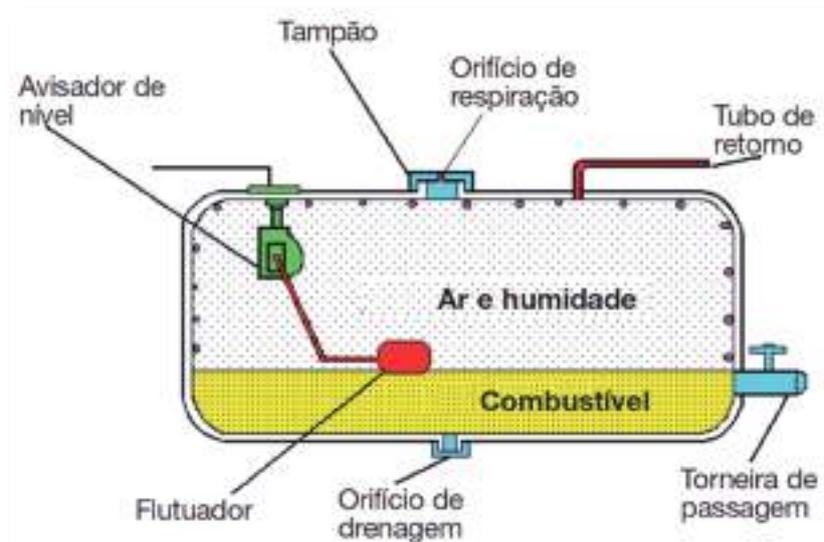


Figura 39 - Depósito de combustível



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*¹⁵ 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 vindo da bomba de injeção e dos injetores.

Além dos orifícios citados existe um *indicador do nível de combustível* que nos indica, a todo o momento, o nível existente; atualmente é elétrico 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 possível¹⁶, 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. Enxagua-se, com água quente, até eliminar todos os resíduos do combustível;
3. Introduce-se-lhe uma corrente metálica e agita-se, para “raspar” as impurezas que estejam agarradas;

¹⁵ 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.

¹⁶ Há depósitos que, devido ao seu posicionamento e não só, são de desmontagem complexa, o que torna bastante inviável a sua desmontagem anual.



4. Repete-se a operação 2;
5. Seca-se bem, com ar comprimido e monta-se de novo.

Procedendo assim evitam-se avarias desagradáveis tais como filtros entupidos e roturas por corrosão, as quais, se no depósito e uma vez detetadas, 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 injetores.

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.

COPO DE DECANTAÇÃO

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 40 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.

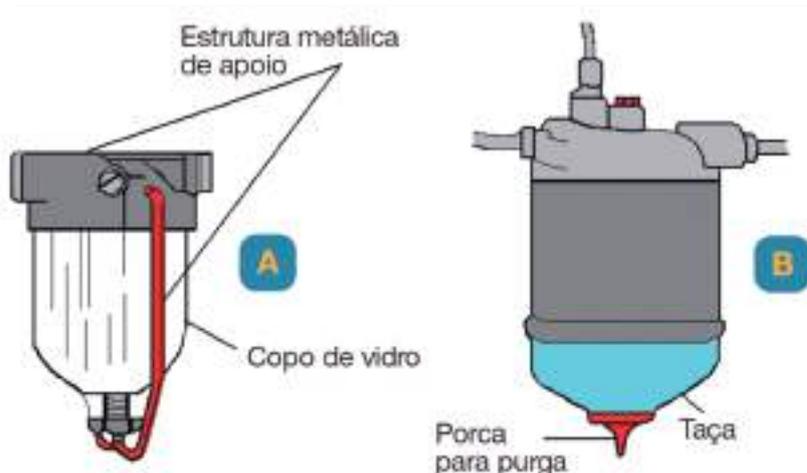


Figura 40 - Copo de decantação



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.

BOMBA DE ALIMENTAÇÃO

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 elétrica.

A **mecânica** (fig. 41 A) 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 41 B.

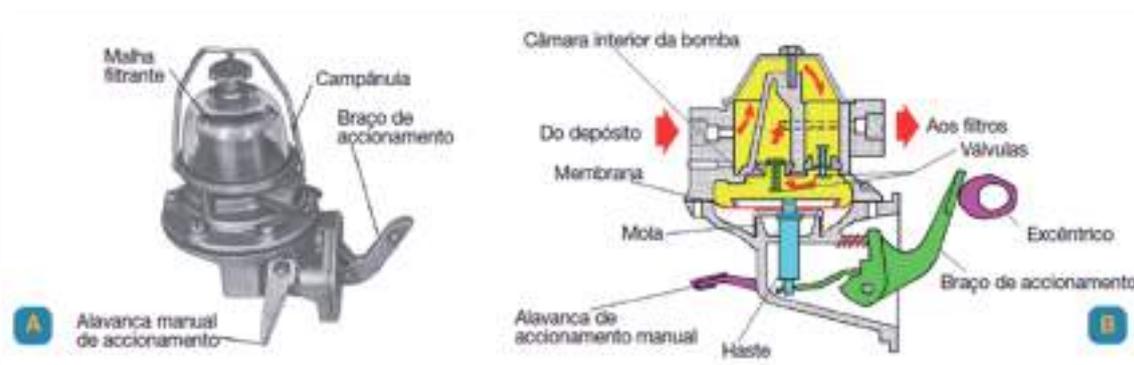


Figura 41 - Bomba de diafragma

O *diafragma*, ao baixar por ação 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 ação da mola de recuperação,



fecha-se a válvula de entrada e, pelo 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 **elétrica**, tal como mostra a figura 42, consta de um *fole*, metálico e flexível, acionado por um *electroímã*, que faz acionar as válvulas de entrada e saída. De uma maneira geral, é utilizada quando o depósito está distante do motor.

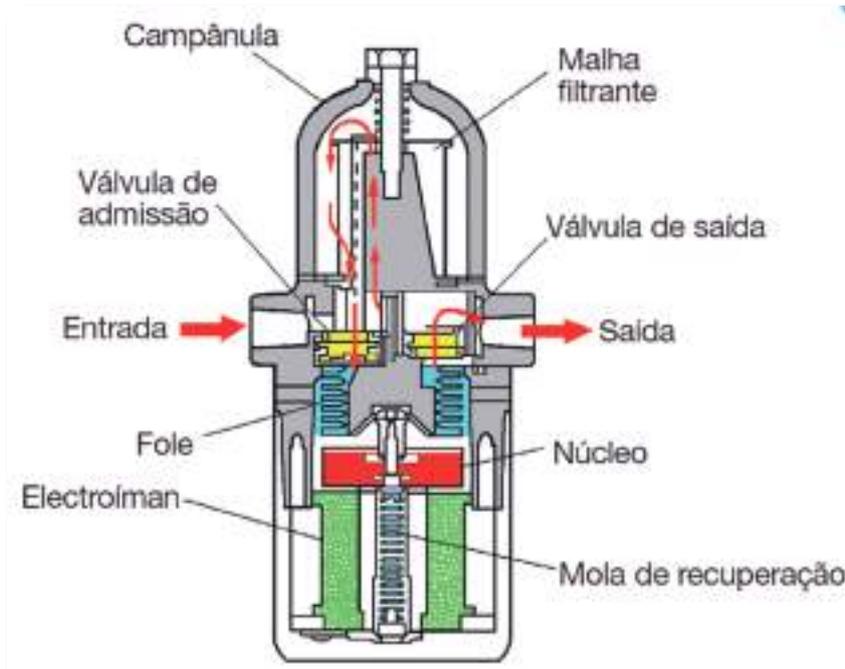


Figura 42 - Bomba de diafragma elétrica

DE ÊMBOLO

Também designada por **bomba de pistão**, é acionada pelo excêntrico e constituída por um 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 43, resume-se ao acionamento do êmbolo que, no movimento de vai e vem, faz com que o combustível entre pela válvula respetiva, saia pela de saída e daí siga, através do filtro, para a bomba de injeção com a pressão correta e dada pela mola de recuperação; também tem um comando de acionamento manual para purgar o ar, quando necessário.



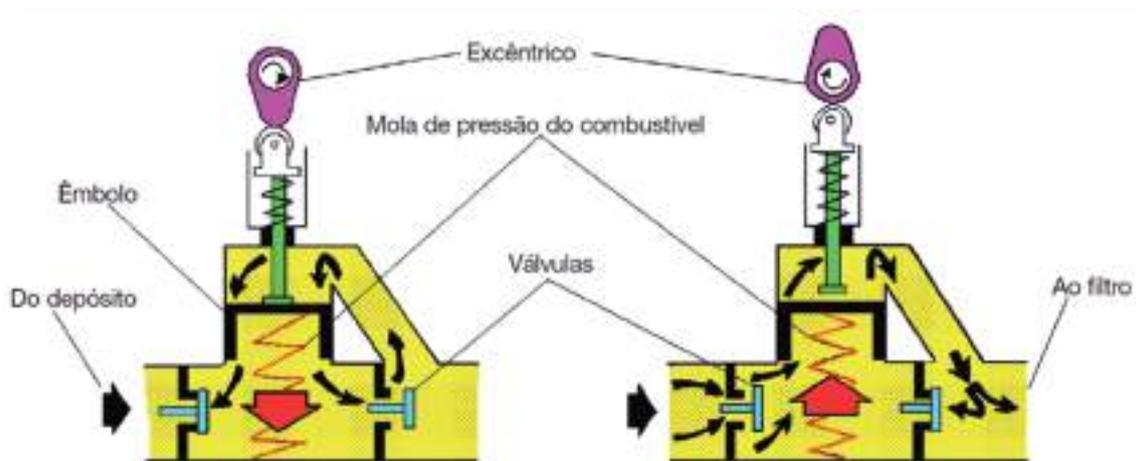


Figura 43 - Bomba de pistão

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 ser desmontadas e limpas convenientemente.

FILTRO DE COMBUSTÍVEL

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 injetores 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 duplo¹⁷.

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,

¹⁷ As máquinas atuais estão, quase sempre, equipadas só com um filtro.



para aumentar a superfície de filtragem¹⁸; 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. 44 A) a fim de remover o ar do circuito sempre que necessário; é a chamada *purga do sistema*.

FILTRO DUPLO (fig. 44 B)

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.

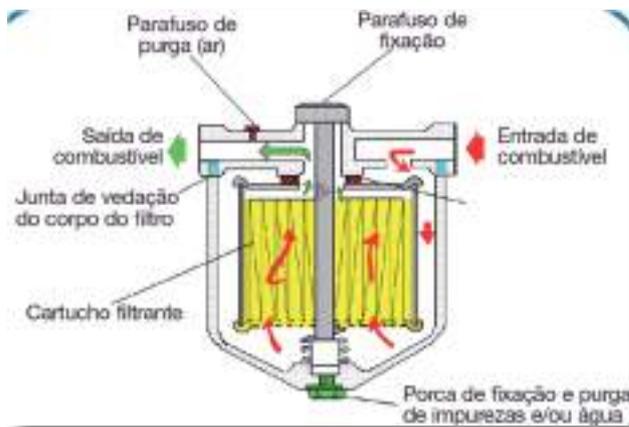


Figura 44: A - Filtro simples;

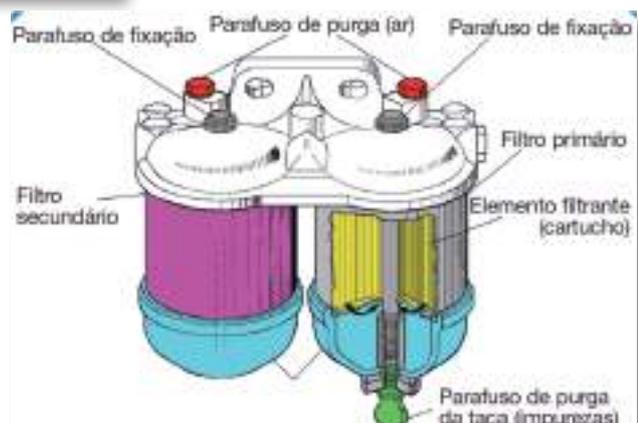


Figura 44: B - Filtro duplo

18 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.



A figura 45 mostra um esquema do circuito em ambos os casos: **A** - em série; **B** - em paralelo.

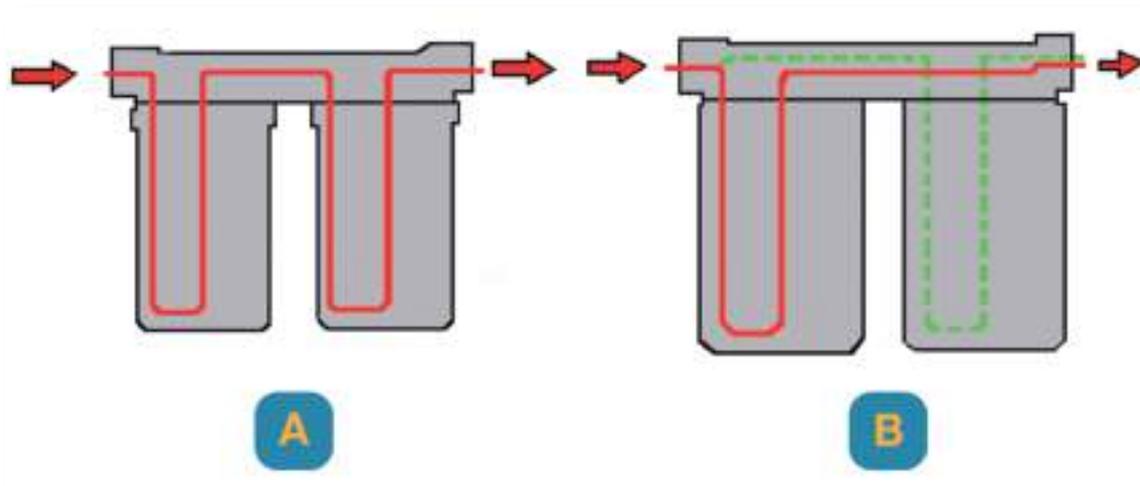


Figura 45: A - Filtro duplo em série; B - Filtro duplo em paralelo

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, o combustível passa sem ser filtrado, danificando a bomba de injeção e os injetores.

TUBOS CONDUTORES

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

Como, durante o trajeto, 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 injetores 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 injetores. *São sempre em metal especial, para resistirem às elevadas pressões a que são sujeitos e devem ter todos a mesma secção.*

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



BOMBA DE INJEÇÃO

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 vários tipos, entre os quais, dois são mais comuns: em linha e rotativa.

BOMBA DE INJEÇÃO EM LINHA (fig. 46)

Tem tantos elementos quantos os cilindros do motor; estão reunidos num só corpo e cada um alimenta o seu, dosificando o combustível a alta pressão¹⁹.

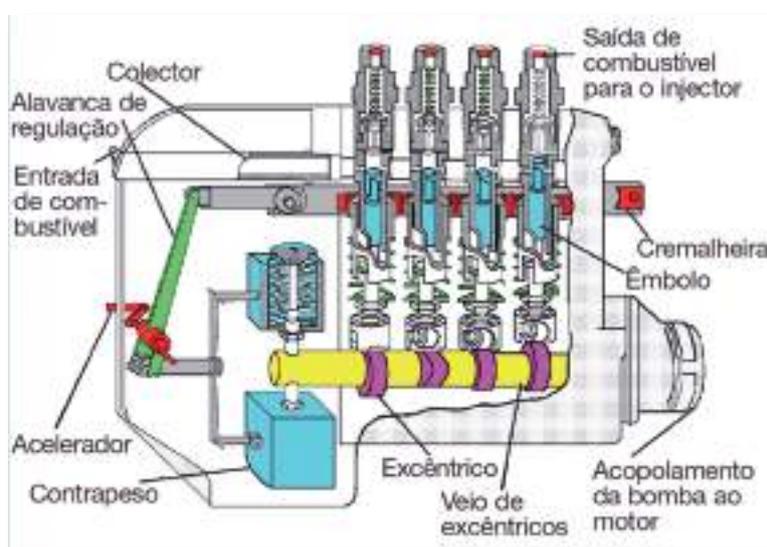


Figura 46 - Bomba de injeção em linha

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 atua 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 ação da força centrífuga, comprimindo as molas e vice-versa, tal como se pode ver na figura 47.

¹⁹ A pressão a que a bomba de injeção envia o combustível pode ir até 300 Kg/cm².



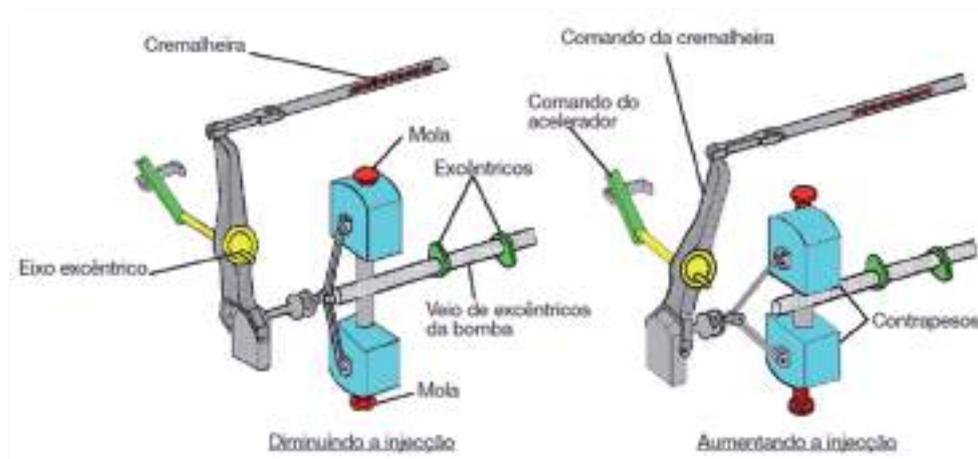


Figura 47 - Regulador da bomba de injeção

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

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

Algumas das bombas em linha têm um depósito independente para óleo, que se deve verificar e atestar, para além de mudar, de acordo com o manual de instruções da máquina. Há outras que são lubrificadas pelo óleo do motor, não sendo necessária a manutenção atrás referida.

BOMBA DE INJEÇÃO ROTATIVA (fig. 48)

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

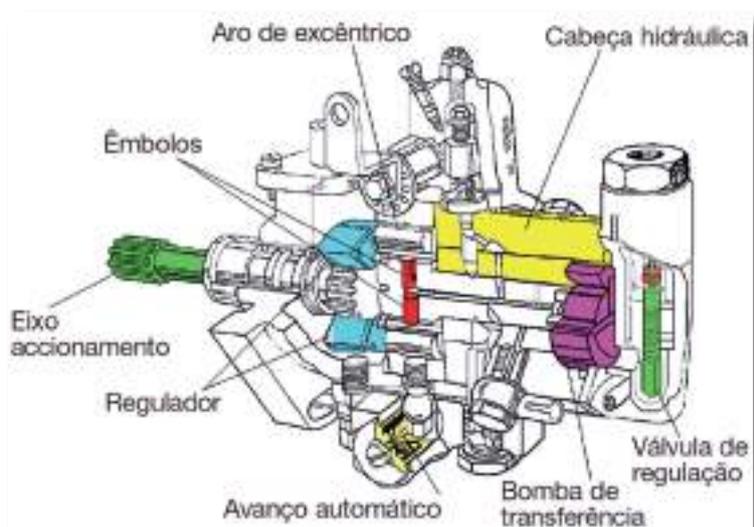


Figura 48 - Bomba de injeção rotativa



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, acionados por uma *came* e que deslizam numa cavidade disposta transversalmente em relação ao rotor, envia-o para os injetores. O exposto pode ver-se no esquema das figuras 49 e 50.

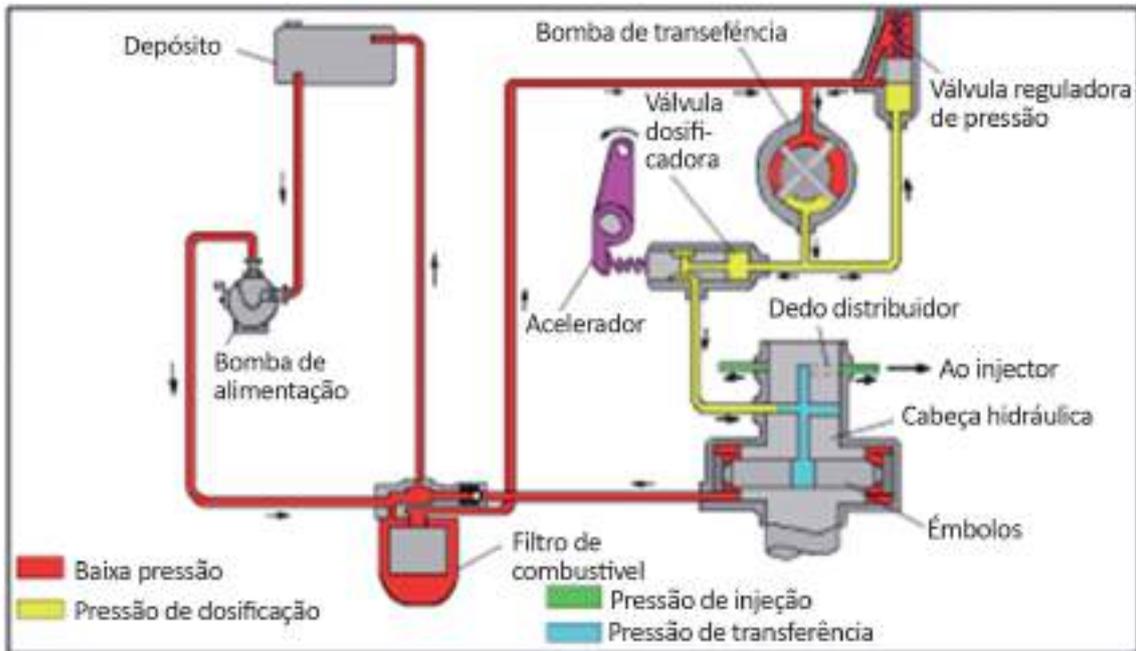


Figura 49 - Circuito de combustível

A lubrificação destas bombas é feita pelo próprio combustível.

São extremamente delicadas e encontram-se seladas, portanto, não são objetos 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.

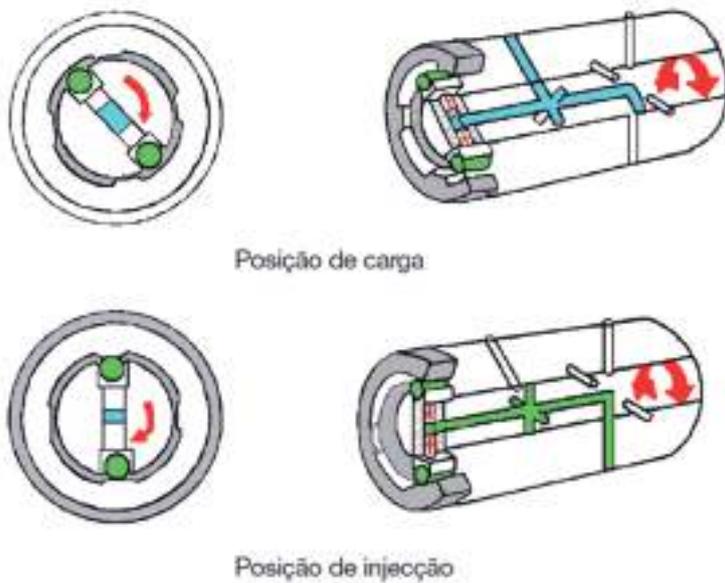


Figura 50 - Funcionamento da bomba rotativa



SISTEMA COMMON RAIL

Atualmente é o sistema utilizado nos novos motores Diesel.

É constituído, como a figura 51 ilustra, por uma *bomba de alta pressão* que envia o combustível para um **tubo**, comum (calha comum) às tubagens dos injetores, onde há uma *electroválvula* que assegura a existência de uma pressão constante.

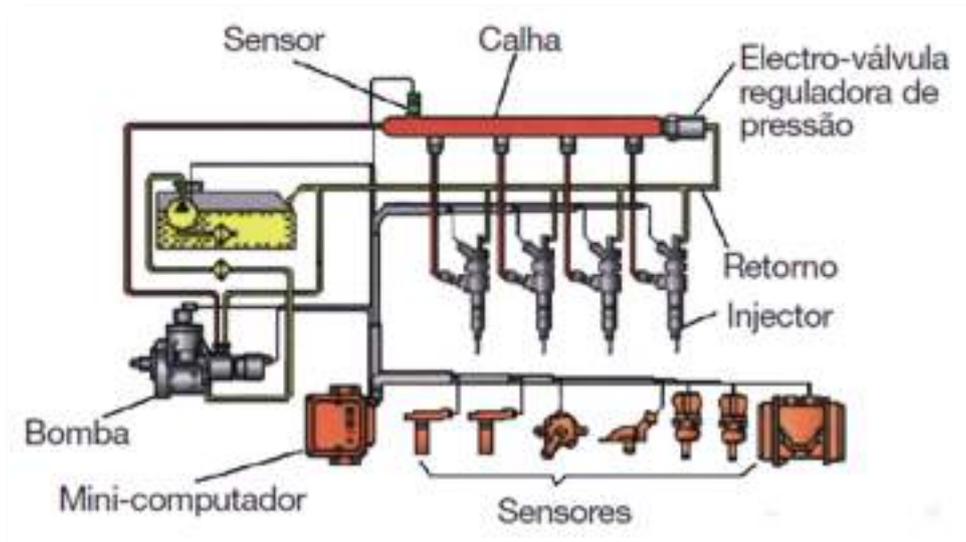


Figura 51- Sistema Common Rail

INJETORES

O injetor é, basicamente, uma válvula de alta pressão que recebe combustível enviado pela bomba de injeção e o introduz, sob a forma de jato 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 injetores, conforme a *forma da abertura*: para dentro e para fora (fig. 52 - A e B, respetivamente).



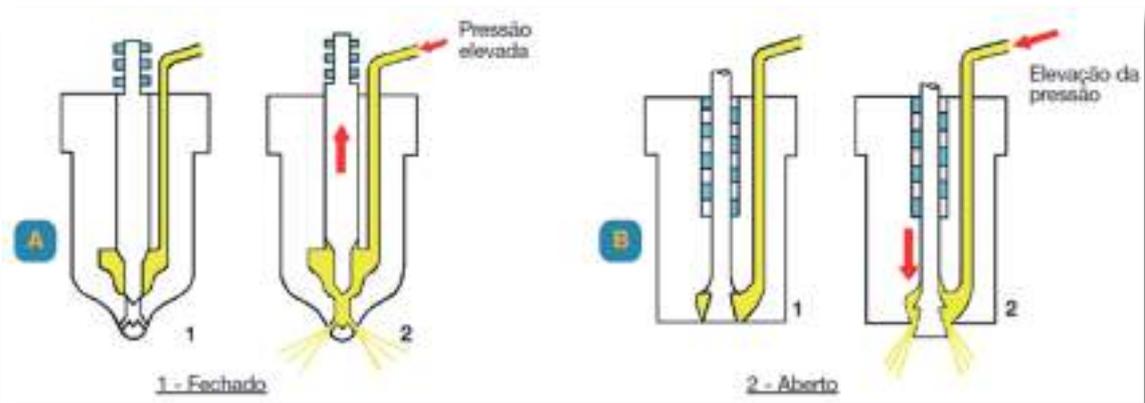


Figura 52 - Injetores com abertura para dentro (A) e para fora (B)

Nos de **abertura para dentro** a pressão do combustível atua 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 tratores.

Nos de **abertura para fora** a pressão do combustível, que é relativamente baixa, abre a válvula na mesma direção em que se produz a injeção²⁰.

O injetor vulgarmente utilizado (fig. 53) é constituído por duas partes fundamentais:

1. **Porta-injetor**, cuja função principal é suportar o injetor, fixá-lo à cabeça do motor e ligá-lo à conduta de alta pressão, é constituído por um *corpo principal* 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 regulada por uma porca, tampão, ou parafuso de regulação, ou ainda, menos vulgarmente, por anilhas de regulação;
2. **Bico injetor** (fig. 54 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.

²⁰ Os injetores 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.



A **agulha** (fig. 54 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*.

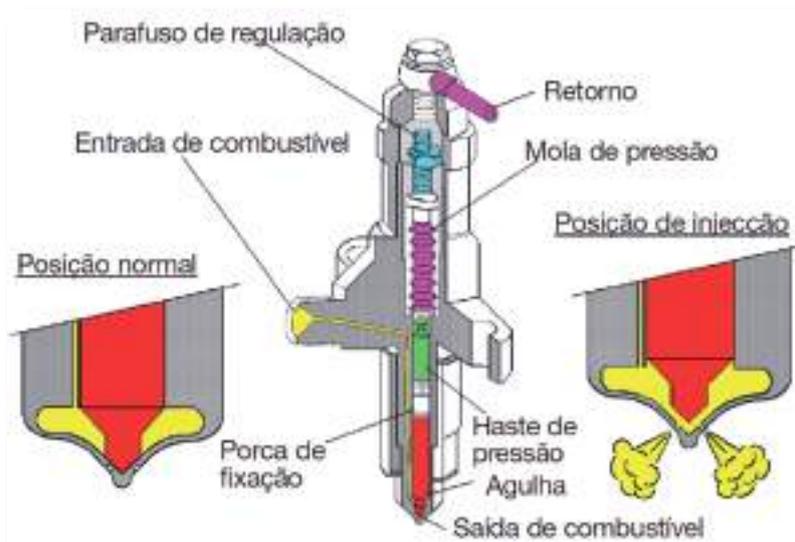


Figura 53 - Injetor

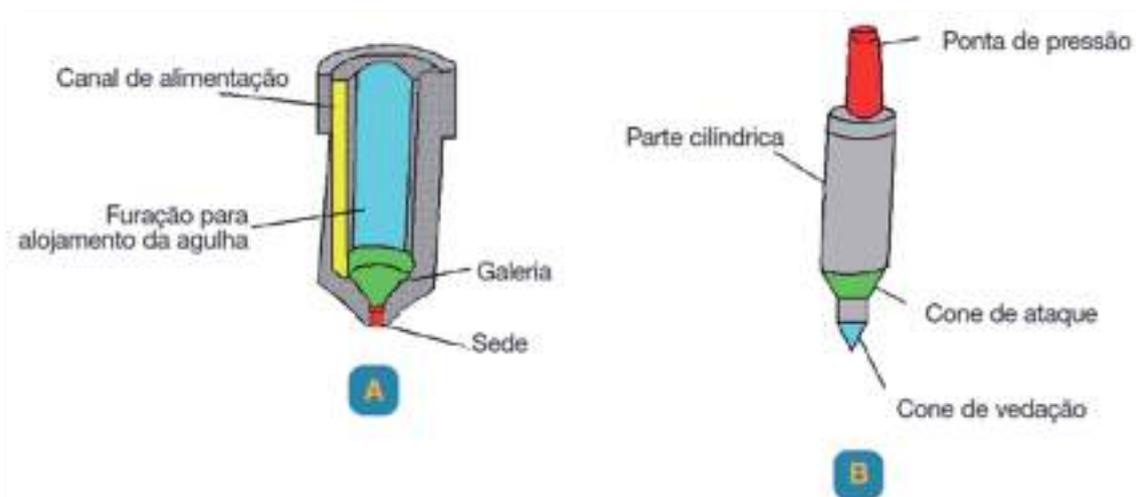


Figura 54 - Bico injetor (A) e agulha (B)

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 cônica de vedação em contacto com a sede. Existem bicos



e porta-injetores 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 cheia de combustível sob pressão, este exerce uma força sobre o cone de ataque da agulha, que tende a levantá-la da sede, contrariando a ação 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 efetuará aberturas e fechos sucessivos, a uma elevada frequência. Terminado o abastecimento, o injetor fecha-se e mantém-se nesta posição até que, um novo ciclo de injeção se inicie com a bomba a enviar combustível novamente.

Apesar do perfeito ajustamento entre a parte cilíndrica da agulha e o corpo do bico injetor, 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*²¹.

TIPO DE BICOS

Com agulha de extremidade cónica (sem espiga)

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

1. Com apenas **um orifício**, colocado no prolongamento do eixo do injetor (fig. 55 - A);
2. Com apenas **um orifício**, colocado obliquamente em relação ao eixo do injetor (fig. 55 - B);
3. Com **vários orifícios**, em que a posição e o número é variável e dependente das características do motor (fig. 55 - C e D); neste grupo merecem referência especial os de *guia comprida* (fig. 55 - D).

²¹ Os injetores utilizados no sistema common rail são semelhantes aos descritos, com uma eletroválvula que comanda a abertura.



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

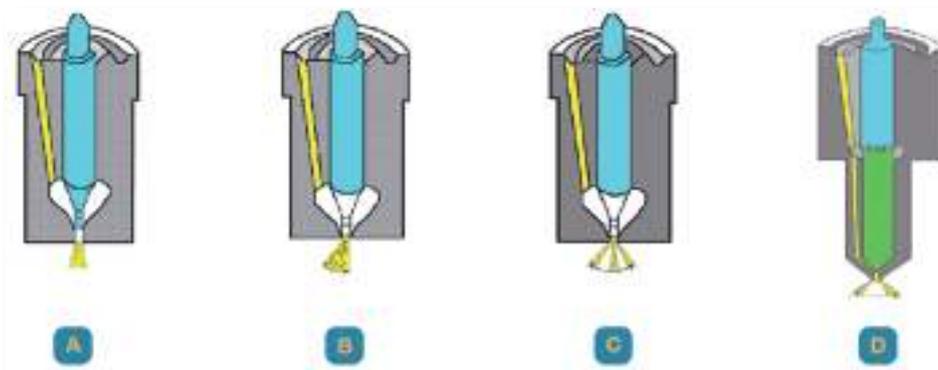


Figura 55 - Bicos de extremidade cônica (sem espiga)

Providos de agulha com espiga

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

a) - Com *agulha de espiga normal* (fig. 56 - A e B);

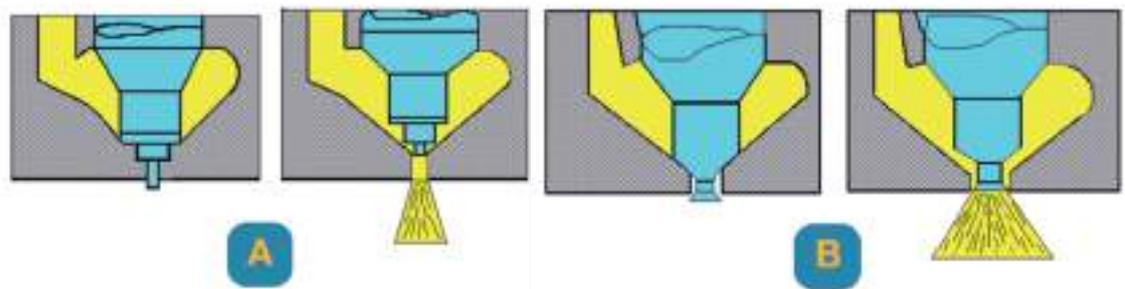


Figura 56 - Bicos com agulha de espiga normal (A e B)

b) - Com *agulha de espiga retardadora* (fig. 57 - A, B e C);

c) - Com *orifícios auxiliares de pulverização* (fig. 57 - D).

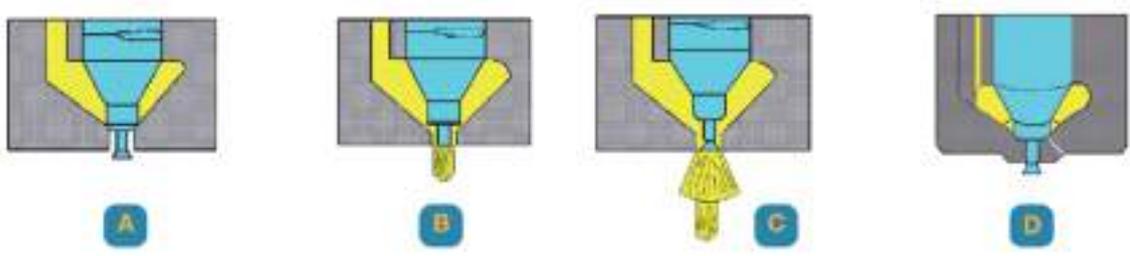


Figura 57 - Com agulha de espiga retardadora (A, B e C) - Com orifícios auxiliares de pulverização (D)



A conservação dos injetores é fundamental para o bom funcionamento do motor²². 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 fatores decisivos para que os injetores se mantenham em bom funcionamento por longos períodos.

Os fabricantes dão, nos *respetivos manuais*, 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 injetor 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.

CÂMARAS DE COMBUSTÃO E SISTEMAS DE INJEÇÃO

O injetor contribui, como vimos anteriormente, para uma boa mistura do ar com o combustível; para que seja perfeita contribuem também a forma da cabeça do êmbolo e do motor, bem como a localização do injetor.

A injeção pode ser efetuada *indireta* ou *diretamente*.

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

1. **Com câmara de pré-combustão ou pré-câmara (fig. 58)** - existe uma pré-câmara, menos arrefecida que as restantes partes do motor, onde fica retida uma reserva de ar quente, proveniente da combustão anterior, com o objetivo 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;

²² Combustível mal queimado provoca o aparecimento de fumos negros no escape.



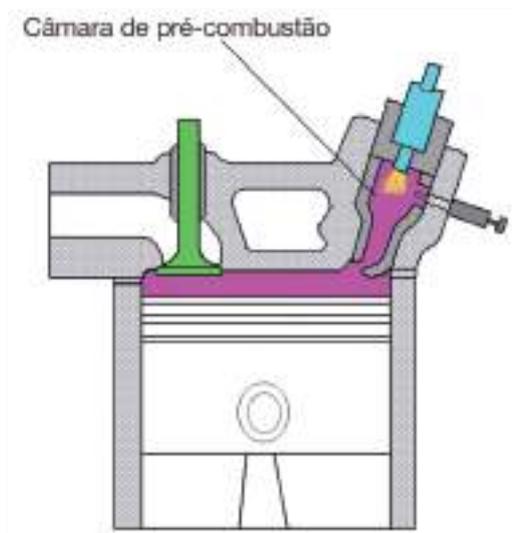


Figura 58 - Injeção indireta com câmara de pré-combustão

2. **Com câmara de acumulação ou reserva de ar (fig.59)** - parecido com o anterior; o injetor não está situado na câmara de acumulação mas sim à sua frente;
3. **Com câmara de turbulência (fig. 60)** - 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 momento da injeção, a mistura íntima e quase instantânea do ar e do combustível.

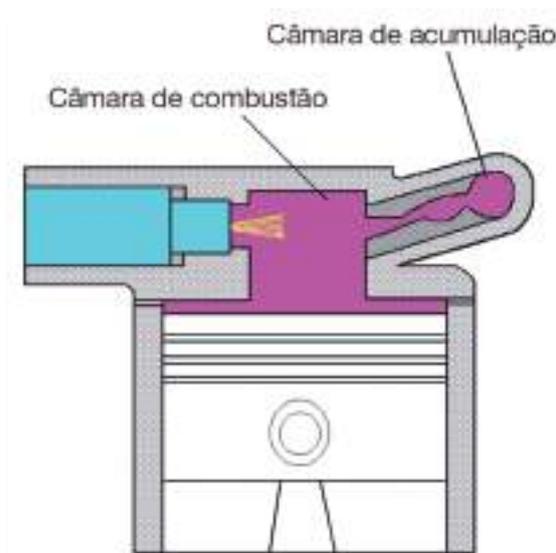


Figura 59 - Injeção indireta com câmara de acumulação

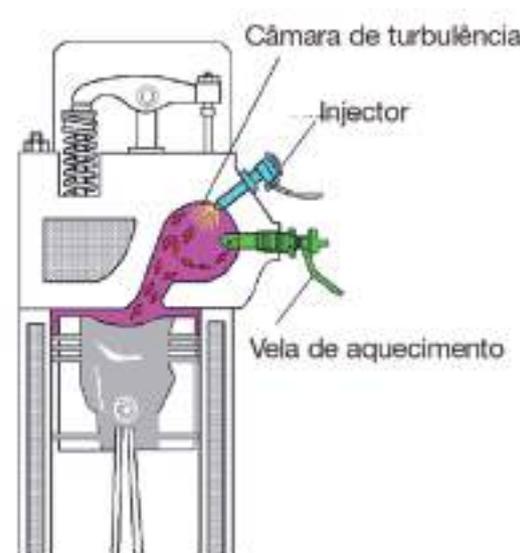


Figura 60 - Injeção indireta com câmara de turbulência



Injeção direta (fig. 61) - é, atualmente, a utilizada na maioria dos motores Diesel; o combustível incide diretamente sobre a cabeça do êmbolo.

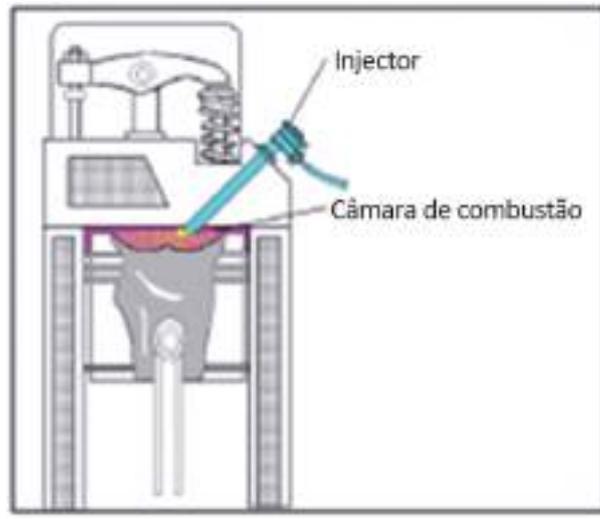


Figura 61 - Injeção direta

Geralmente, a câmara de combustão é cavada no topo do êmbolo de forma a provocar turbulência do ar, o que torna a mistura mais homogênea. O funcionamento é económico e o arranque fácil, mas exige pressões de injeção elevadas²³.

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

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

3.3. Admissão de ar

Vimos no ponto 2.2. - Ciclo de funcionamento de um motor Diesel a 4 tempos - como 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.

²³ Os motores de injeção direta têm uma taxa de compressão mais elevada; normalmente está compreendida entre 18 e 24:1.



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 pó²⁴. 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 62, o dispositivo filtrante é composto por uma malha metálica ou por malha sintética, saturada de óleo; a direção da corrente de ar vai sendo alterada e as impurezas embatem na referida malha, onde se fixam.

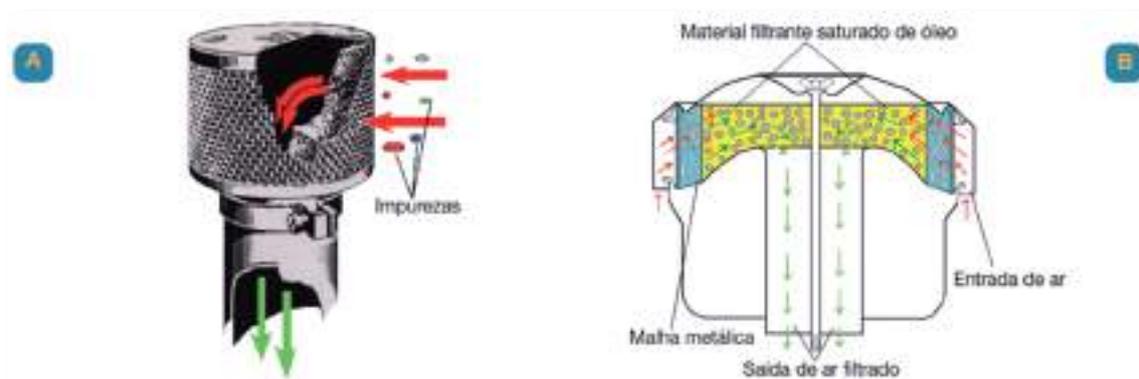


Figura 62 - Filtro de ar por aderência viscosa.

Após um determinado período de tempo, maior ou menor e de acordo com as condições de funcionamento, depositam-se tantas impurezas que a capacidade envolvente do óleo se esgota e o filtro 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, em motosserras.

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

²⁴ As partículas de pó são abrasivas pelo que provocam enormes desgastes nos componentes dos motores.



turbilhão circular, o que faz com que as poeiras maiores sejam atiradas contra as paredes internas e fiquem retidas numa espécie de taça²⁵, de vidro ou plástico (fig. 63 A), saiam por ranhuras laterais (fig. 63 B), ou sejam retiradas por intermédio de uma válvula de descarga (fig. 63 C), conforme se trate de um tipo ou de outro.

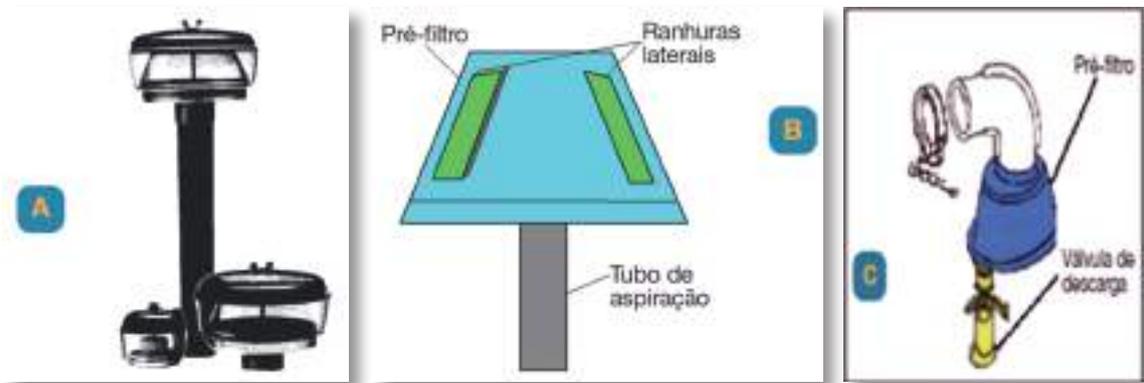


Figura 63 - Filtro de óleo em banho de óleo

Tal como se pode ver nas figuras 64 e 65, o ar entra pelo **pré-filtro** e segue pelo **tubo de aspiração** até uma **taça**, contendo óleo²⁶ a um nível indicado, o qual deve estar correto, 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 coletor 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 tubo²⁷, 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.

25 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.

26 O óleo que se utiliza nas taças dos filtros é igual ao do motor.

27 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.



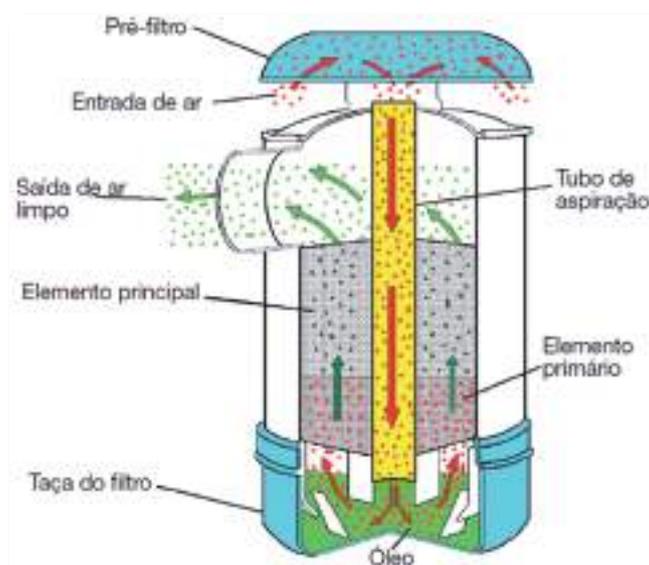


Figura 64 - Circuito do ar no filtro

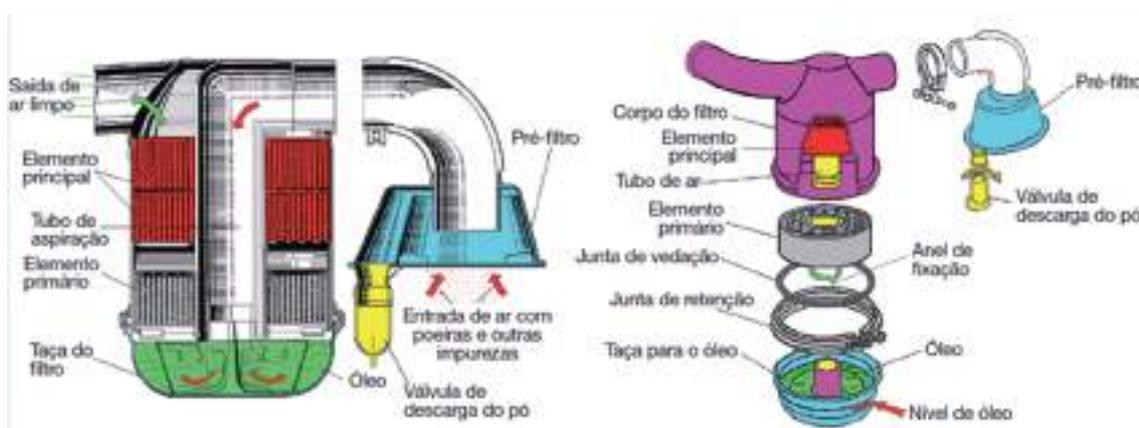


Figura 65 - Circuito do ar e peças do filtro

A má manutenção destes filtros²⁸ 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 e perda de potência.

A pessoa que procede à manutenção deve estar protegida com roupa e calçado adequados, bem como, com luvas de proteção.

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

²⁸ Os elementos filtrantes (redes de filtração) primários e principais devem ser, anualmente, desmontados e devidamente lavados de acordo com as instruções do fabricante.



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 66, o ar é dirigido para um lado do escudo metálico.

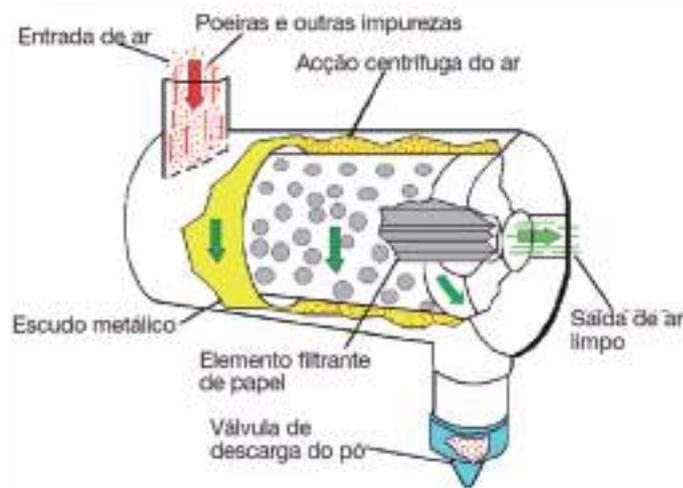


Figura 66- Filtro de ar seco

Aqui inicia-se a ação 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 67, o elemento filtrante contém **alhetas inclinadas** ou **palhetas direcionais**, para onde o ar é conduzido, iniciando-se a ação 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.

Há filtros que, em vez de palhetas direcionais, têm vários tubos, de pequena secção e em espiral, a fim de aumentarem a velocidade do ar, facilitando assim a ação centrífuga e melhorando a percentagem da pré-filtração, eliminando 95% dos resíduos antes de entrarem no filtro de ar principal²⁹.

29 Os elementos filtrantes (redes de filtração) primários e principais devem ser, anualmente, desmontados e devidamente lavados.



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.

Há filtros, como o da figura 68, que têm um *indicador de obstrução* que funciona por cores: branco - limpo; verde - pouca obstrução; vermelho - obstruído, portanto, é necessário limpá-lo.

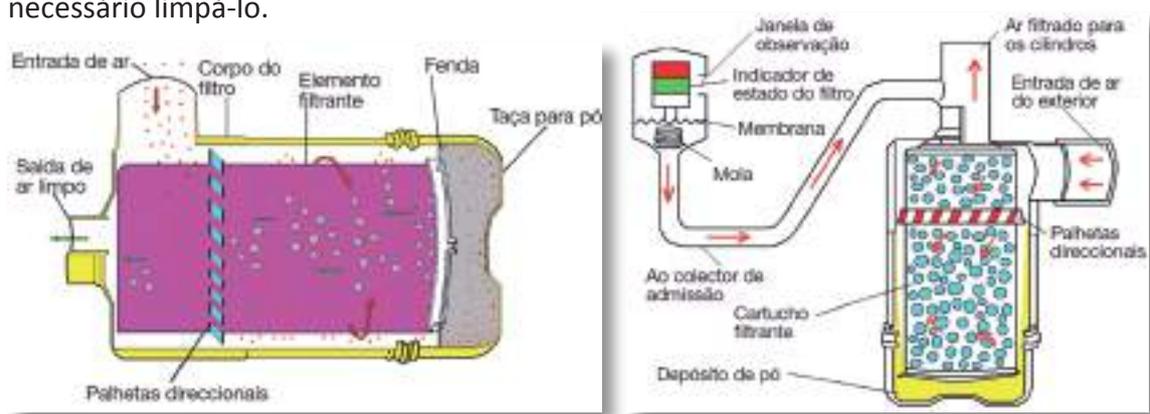


Figura 67 - Filtro com alhetas inclinadas Figura 68 - Filtro com indicador de obstrução

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 correta do combustível.

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 69³⁰.



Figura 69 - Limpeza dos filtros

³⁰ Repare-se que o elemento filtrante da figura 69 não tem palhetas direccionais.



Ter em atenção que o “sopro” deve ser fraco, não excedendo nunca uma pressão superior a 4 kg/cm², 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 efetuada através de uma **turbina**, acionada mecanicamente, com o objetivo de introduzir mais ar nos cilindros, a fim de queimar totalmente o combustível introduzido, o que não sucedia. O sistema absorvia potência e não era muito eficaz.

Apareceu então outra forma (fig. 70) a aproveitar os gases de escape, os quais acionam 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**.

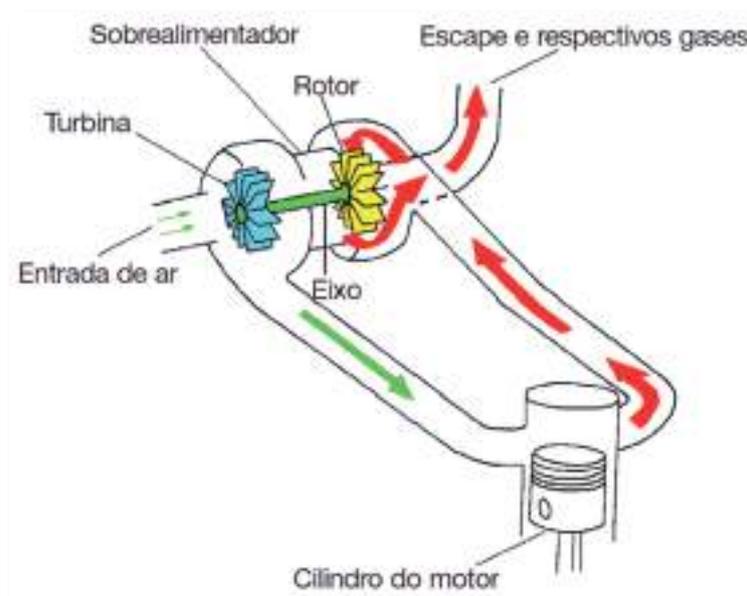


Figura 70 - Turboalimentador

Posteriormente, foi desenvolvido um sistema para arrefecer o ar da sobrealimentação, conhecido por *intercooler*³¹; é constituído por um circuito de arrefecimento, a líquido (fig. 71 A), ou a ar (fig. 71 B), que se coloca entre o turboalimentador e o motor; como o ar frio é mais denso que o quente³² aumenta o número de moléculas de oxigénio

31 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.

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



no mesmo volume, 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.

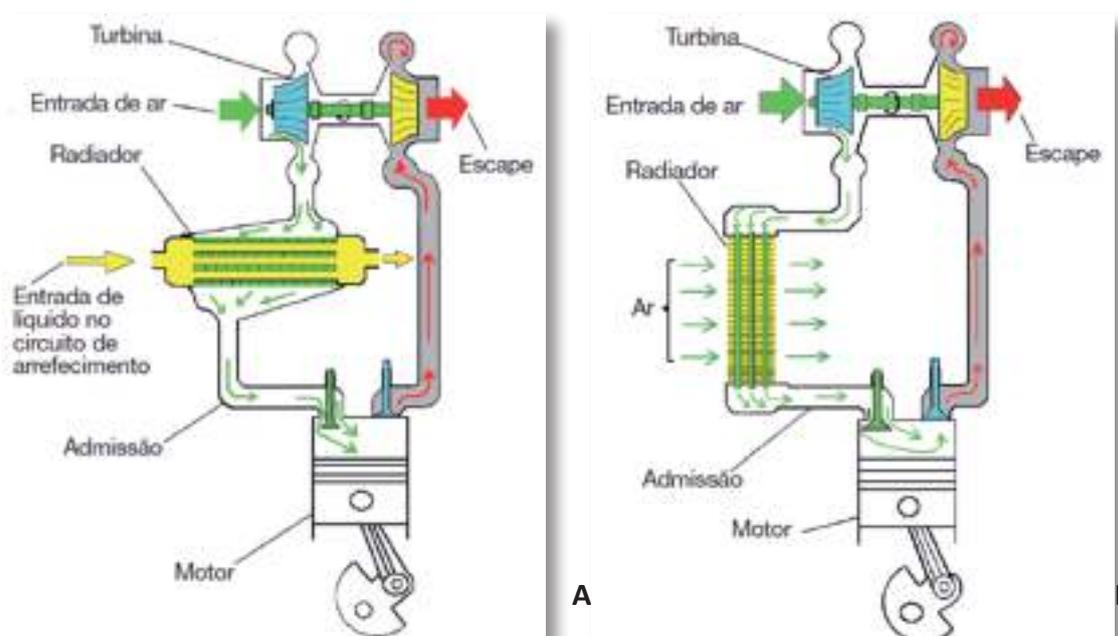


Figura 71 - Intercooler com circuito de arrefecimento a líquido (A), ou a ar (B)

3.4. Sistemas de lubrificação

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 diretamente 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 antidesgaste*.

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 72 ilustra um pouco a função do óleo entre duas superfícies móveis.

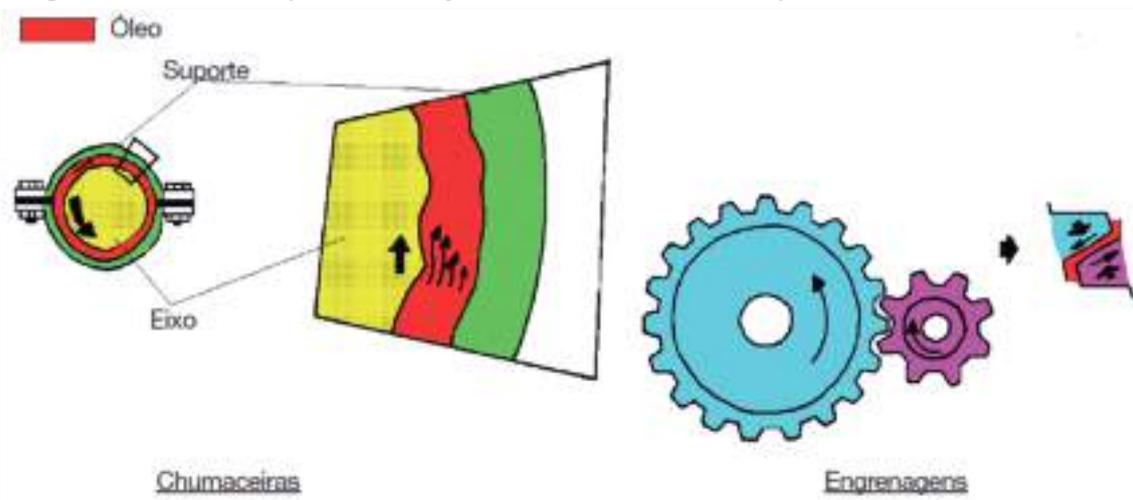


Figura 72 - Função lubrificante do óleo

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 4 tipos: por **mistura no combustível**, por **chapinhagem**, **misto** e **sob pressão**.

Lubrificação por mistura no combustível

Este sistema de lubrificação é utilizado sobretudo nos motores de dois tempos como o da motosserra, motorroçadora e outros de pequenas dimensões suportados pelos braços do trabalhador. Consiste na mistura de óleo no combustível em proporções bem definidas (1: 20 de gasolina ou 1:50). Este óleo circula na corrente de ar e gasolina aderindo às peças móveis e fixas do motor. Este óleo entra na câmara de combustão e sai pelo escape para a atmosfera o que faz com que estes motores sejam mais poluentes que os motores de 4 tempos.

Lubrificação por chapinhagem

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. 73), que, no seu movimento, mergulha no óleo contido no cárter projetando-o de encontro a todas as partes a lubrificar.



Lubrificação mista

Há uma taça para o óleo e o abastecimento desta é feito através de uma bomba que, permanentemente, o transfere do cárter para ela, onde a colher o apanha, fazendo a chapinhagem (fig. 74).

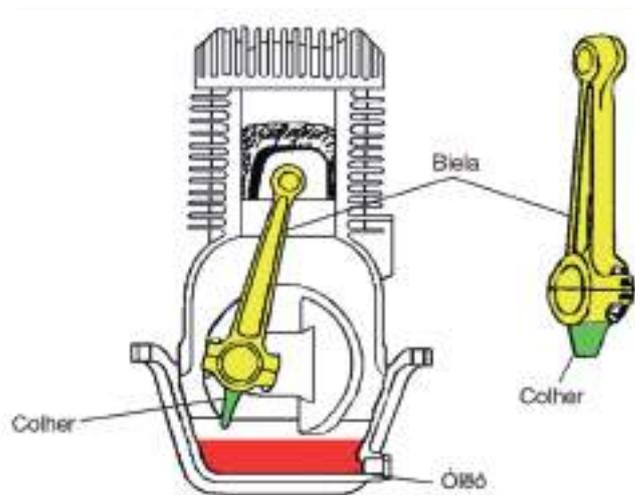


Figura 73 - Lubrificação por chapinhagem

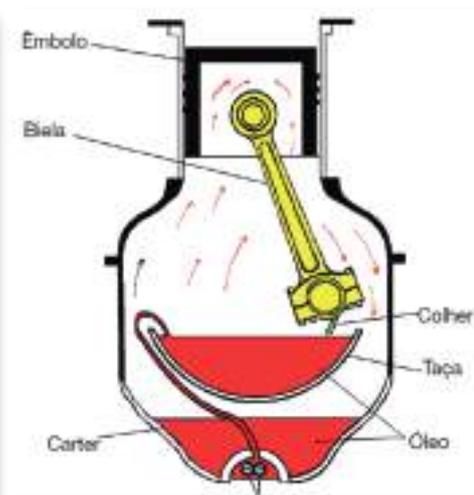


Figura 74 - Lubrificação mista

Lubrificação sob pressão

Também denominada por *lubrificação forçada* (fig. 75), 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.**



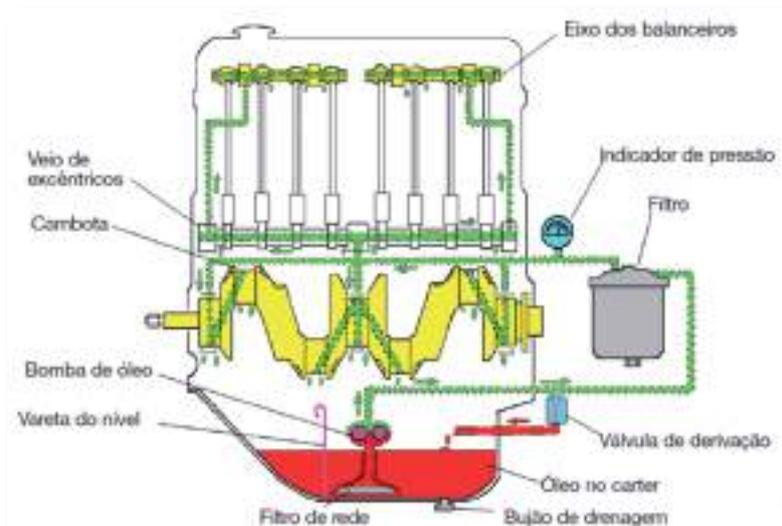


Figura 75 - Lubrificação sob pressão

BOMBA DE ÓLEO

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

Pode ser de dois tipos:

1 - De carretos (fig. 76) - é a mais utilizada e consta de dois carretos iguais, engrenados entre si e fechados numa caixa denominada *corpo da bomba*; o eixo de acionamento é solidário com um dos carretos, o que obriga o outro a girar (fig. 76 - A).

À medida que os carretos giram, os dentes transportam o óleo e, continuando a girar, obrigam-no a sair sob pressão (fig. 76 - B).

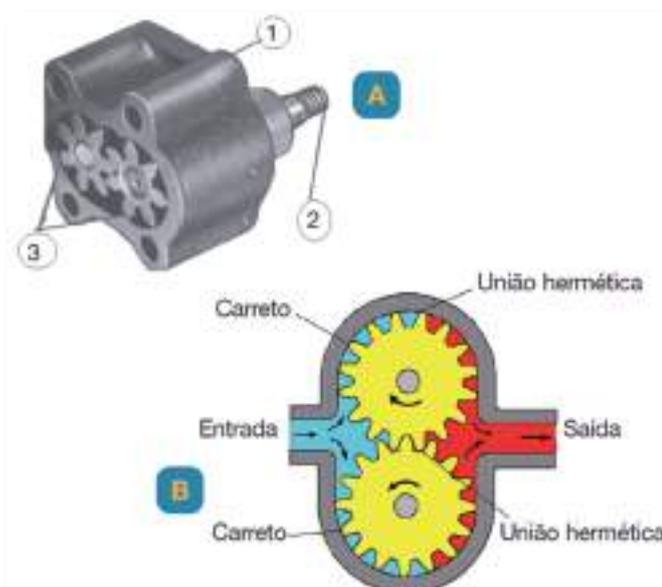


Figura 76: 1 - Corpo da bomba 2 - Eixo de acionamento 3 - Carretos
Normalmente, à entrada da



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

De rotor (fig. 77) - é uma variante da de carretos; consta de um *rotor* interno que gira dentro de outro, externo e montado dentro de um *anel*.

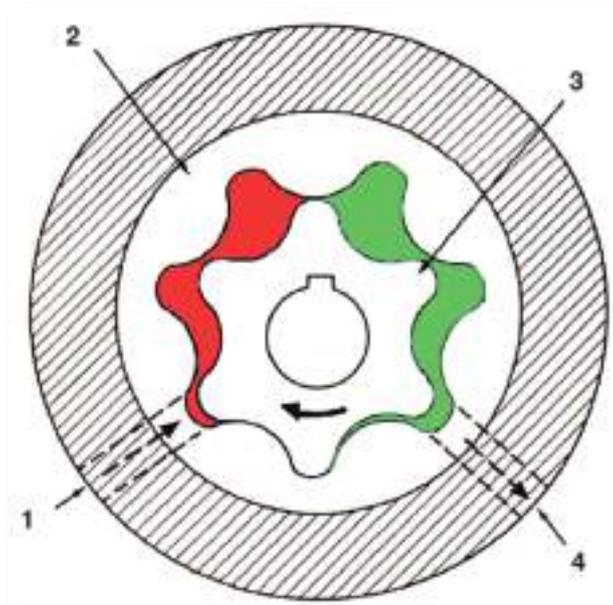


Figura 77: 1 - Entrada do óleo; 2 - Rotor externo; 3 - Rotor interno; 4 - Saída do óleo

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.

FILTRO DE ÓLEO

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 ação da lubrificação. Há dois tipos fundamentais:

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 poroso³³ (fig. 78).

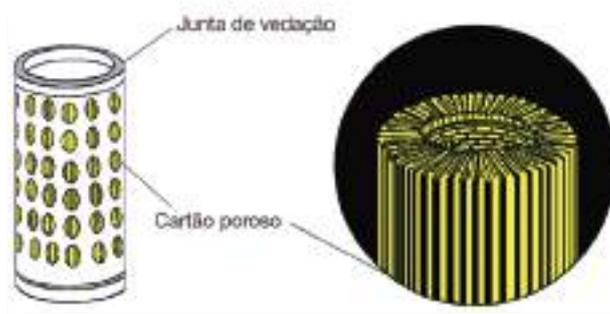


Figura 78 - Filtro de óleo de superfície

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

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

De derivação (fig.79) - 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 filtrada. Graças ao maior caudal que circula pelo circuito principal, o estado do filtro não influi na pressão do óleo;

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. 80).

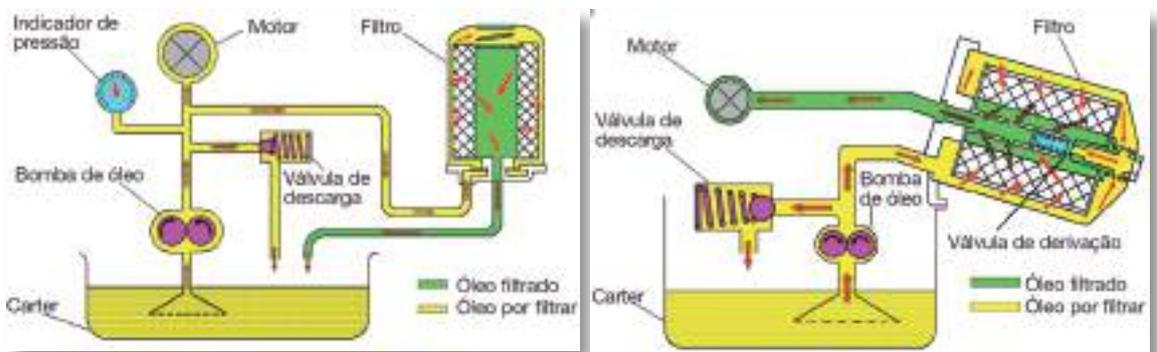


Figura 79 - Filtro de óleo de profundidade com derivação

Figura 80 - Filtro de óleo de profundidade de filtragem total

³³ Nos motores atuais 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. 81 - A e B, respetivamente).

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 deve respeitar-se a periodicidade das mudanças.

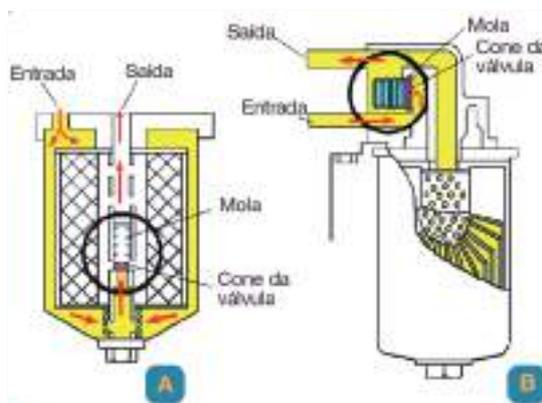


Figura 81 - Válvula de derivação do filtro

VÁLVULA DE DESCARGA

Também conhecida por válvula **reguladora ou limitadora de pressão**, tem por função manter a pressão correta 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 cárter, mas assegura a lubrificação visto que, se a pressão diminuir, a válvula fecha e o óleo, que antes escorria para o cárter, 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. 82 - A); quando a pressão é excessiva o óleo faz abrir a válvula e vai para o cárter (fig. 82 - B).

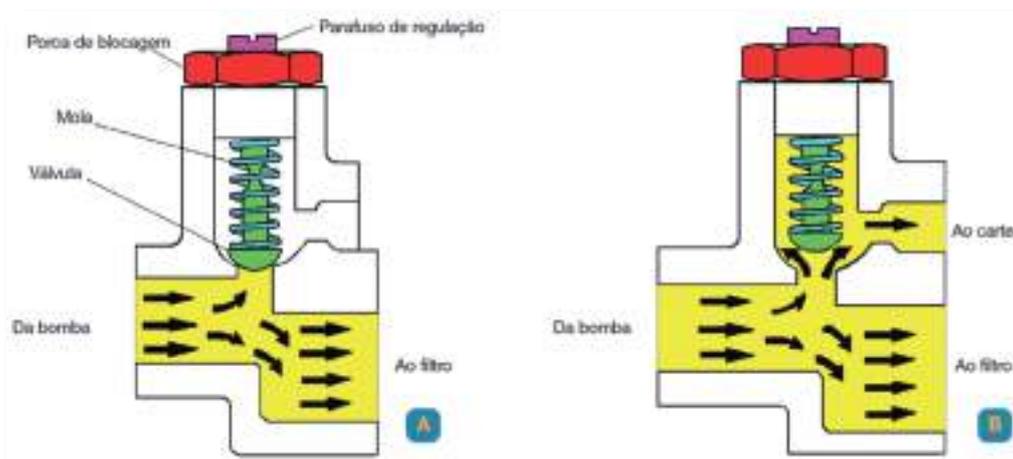


Figura 82 - Válvulas de descarga



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

RADIADOR DE ÓLEO

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 83 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.

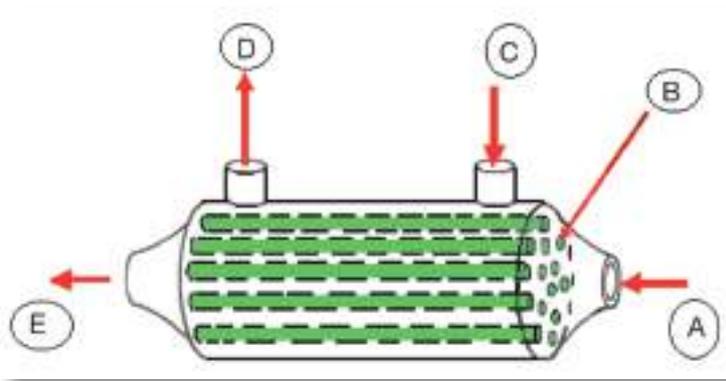


Figura 83:

A - Entrada do líquido de arrefecimento;

B - Tubos de arrefecimento;

C - Entrada do óleo;

D - Saída do óleo;

E - Saída do líquido.

A figura 84 mostra o funcionamento de um radiador de arrefecimento por ar.

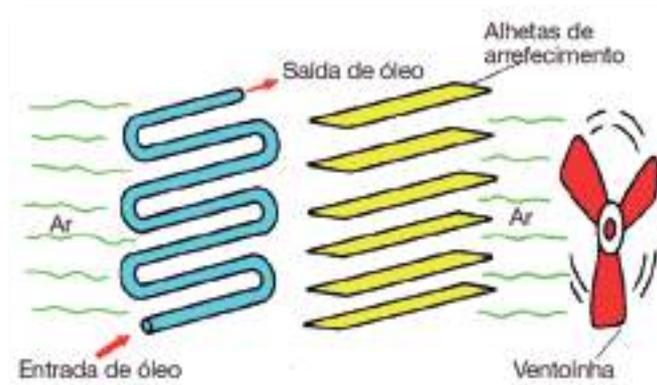


Figura 84 - Radiador de arrefecimento por ar

INDICADOR DE PRESSÃO

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:

Mecânico (fig. 85) - 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 acionamento* do mecanismo do *ponteiro* indicador da pressão.

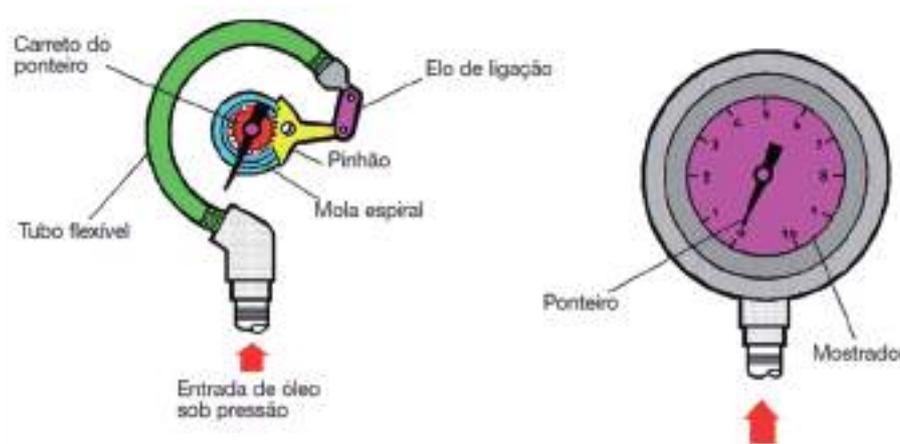


Figura 85 - Manómetro mecânico

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 movimenta 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 atuais.

Elétrico (fig. 86) - consta de um tubo de contacto, que faz acusar as variações da pressão do óleo.

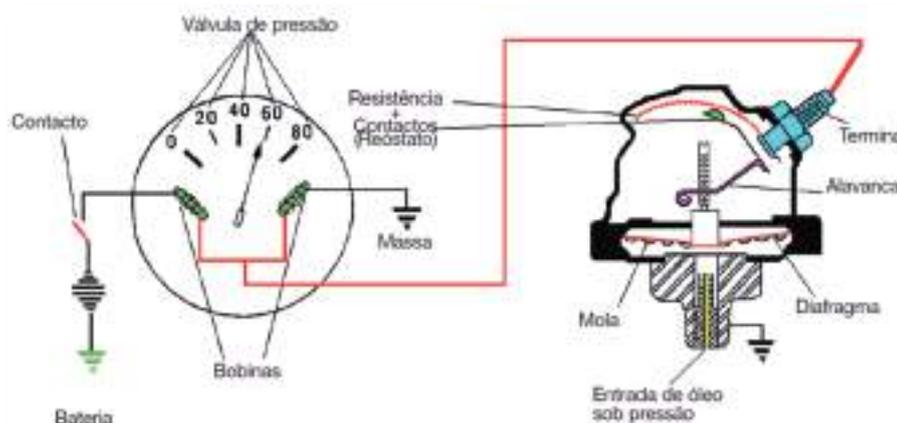


Figura 86 -
Manómetro
elétrico



A leitura da pressão também pode ser dada por *interruptor de bimetálico*, ou *simples*, o qual funciona por intermédio de *luz de aviso* (fig. 87).

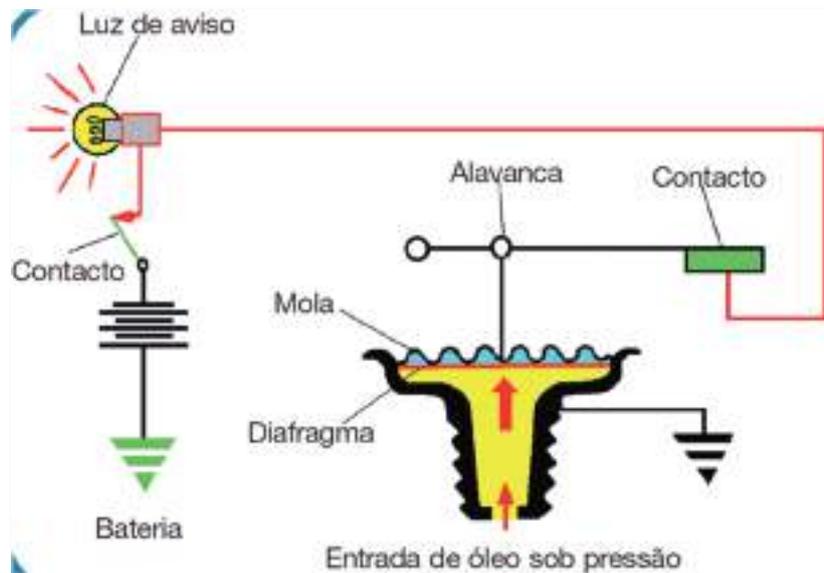


Figura 87- Leitura da pressão por luz de aviso

Neste caso não sabemos a pressão exata 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.

LUBRIFICANTES

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 foi referido anteriormente, **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 aos quais se juntam produtos de síntese (aditivos);



- **Massas lubrificantes:** mistura de sabões ou outras matérias com óleos minerais, por forma a dar uma substância pastosa, como o sebo que é uma massa lubrificante usada para proteger e reduzir o atrito entre partes móveis dos arreios dos animais.

COMPOSIÇÃO GERAL DOS LUBRIFICANTES

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

As vantagens de uma base sintética assentam nos seguintes aspetos: melhor resistência à oxidação (permite intervalo de mudança do óleo mais alargado); melhor estabilidade térmica (degradam-se menos com o calor); são menos voláteis (diminui o consumo de óleo); têm um índice de viscosidade mais alto; garantem melhor lubrificação a frio; e algumas bases sintéticas são biodegradáveis.

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 hidrocarbonantes, há três tipos: **parafínicos, nafténicos e aromáticos**, o que se reflete 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 suas 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 fluxão mais elevado;

Densidade mais baixa;



Menor volatilidade;

Maior resistência à oxidação.

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS LUBRIFICANTES

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

Aspetto, cheiro e gosto - não sendo suscetíveis de serem medidos exatamente, mas apenas apreciados por simples observação, fornecem informações de reduzido valor acerca dos produtos; quanto ao *aspetto*, 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 nafténicos, 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 o **peso específico**. Na prática, os métodos mais usados para determinar a densidade são através dos **densímetros ou dos picnómetros**; 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 à 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 fatores:

- 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 nafténicos, 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 aditivos 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 peças 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 fluido 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 fluído*.

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 100º 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 (Figura 88a).



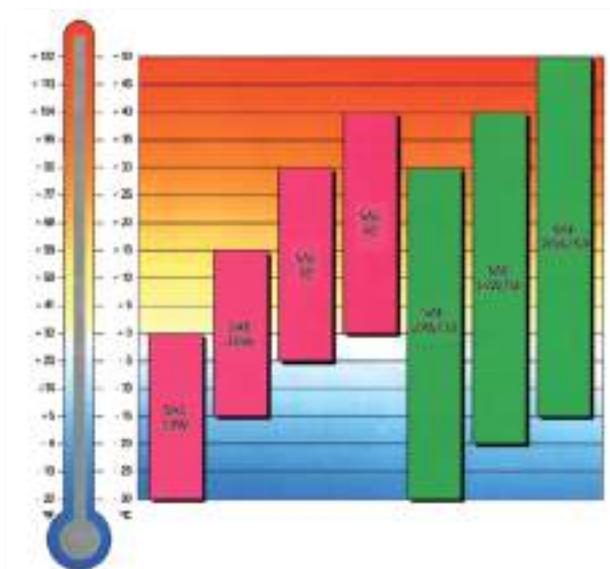


Figura 88a - Amplitudes térmicas adequadas para alguns óleos de motor

ADITIVOS

São definidos como: *matérias que melhoram as propriedades dos óleos lubrificantes.*

Atuam por ação 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: - dispersante, inibidores da oxidação, corrosão e ferrugem, melhoradores do índice de viscosidade, abaixamento do ponto de congelação, antidesgaste, antiespuma, antiferrugem, alcalinos, etc..

ADITIVOS ANTIOXIDANTES 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
ANTIDESGASTE	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
ANTIFERRUGEM	Evitam a criação de ferrugem na presença de água ou humidade

ÓLEOS PARA MOTOR

Classificação da 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 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. Sublinhe-se que os motores trabalham a temperaturas próximas de 90 - 100 °C pelo que esta classificação indica a viscosidade dentro do motor quando este está quente.

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

- Controlo de viscosidade a temperaturas negativas;
- Controlo da temperatura limite de bombagem, 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 *monogradaados*.

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.

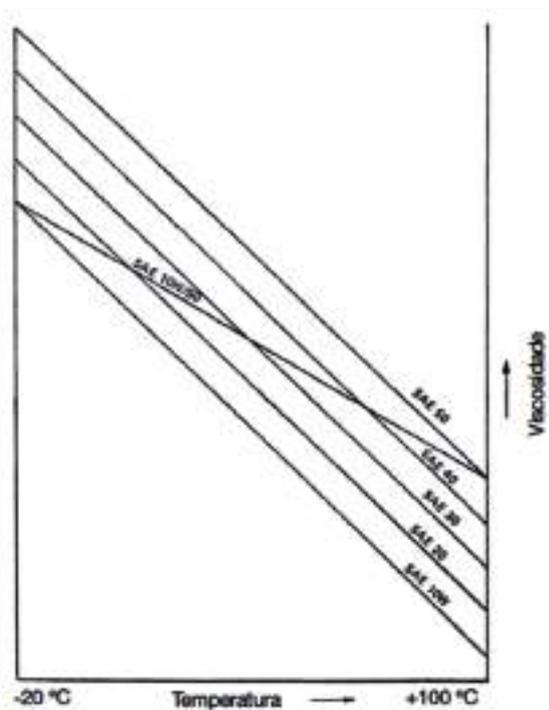


Figura 88b - Monograduados *versus* Multigraduados

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 abstrato 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 automóvel, as classificações de serviço mais utilizadas hoje em dia são:

- **Na Europa** as da **ACEA** (Associação dos Construtores Europeus de Automóveis);
- **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 respetivas exigências. A segunda letra, a seguir ao “S” ou ao “C” indica a qualidade dentro da respetiva categoria, sendo óleos de qualidade inferior SA e CA que já não se comercializam.

EVOLUÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES API

GASOLINA - API “S”				DIESEL - API “C”			
SA	SF (1980)			CA	CF - 4 (1991)		
SB (1930)	SG (1989)			CB (1949)	CF (1994) Injeção indireta		
SC (1964)	SH (1992)			CC (1961)	CF 2 (1994) - 2 Tempos		
SD (1968)	SJ (1996)			CD (1970)	CG - 4 (1995)		
SE (1972)	SL (2002)			CD II ((1998)	2 Tempos CH - 4 (1998)		

As classificações API mais recentes (2009) são SM para motores a gasolina e CI-4 para motores Diesel de veículos pesados, que correspondem a óleos de melhor qualidade, adequados para motores mais recentes.

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).

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



MASSAS LUBRIFICANTES

As máquinas, maioritariamente, são lubrificadas de modo satisfatório com um produto líquido; no entanto, há 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 semifluida, 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 75º C a 80º 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 ação de lavagem da água e suportam temperaturas de serviço até 90º 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 ação de lavagem da água e suportam temperaturas de serviço até 130º C; são as que menos variam com a temperatura, podendo também trabalhar com graduações baixas (- 20º C); utilizam-se em rolamentos e chumaceiras de casquilho, chassis, bombas de água, juntas universais, etc..

Enquanto 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 escorregar, 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 (National Lubricating Grease Institute) - Instituto americano que surgiu em Chicago em 1933 para classificar as massas lubrificantes. Criou uma 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 trator 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 SAE:70, 75, 80, 85, 90, 140, 250 para óleo monograduados. Se o óleo for multigraduado poderá ver-se no mercado o SAE 80W90, entre outros. Quanto maior for o número maior será a viscosidade desse óleo.

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 indicado para engrenagens hipóides).

Nos tratores 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 trator, 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.

Estes dois tipos de óleos não são adequados para acionamento de travões.

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.

MUDANÇA 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. 89); torna-se então necessário substituí-lo. Não significa que um óleo logo que escurece não faça a lubrificação convenientemente.





Figura 89 - Óleo decomposto ou queimado

O tempo de duração de um óleo depende de vários fatores, 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 indicado³⁴.

³⁴ 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 atuais, aumentou.



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. Efetuá-lo em local plano, horizontal e limpo³⁵;
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 repostado com substituição da respetiva anilha de vedação;
5. Substituir os filtros respetivos, de acordo com as instruções do fabricante.
6. Os óleos decompostos não só devem ser guardados, como, posteriormente, entregues para reciclagem; nunca se devem despejar para o solo, porque danificam as plantas e contaminam as águas. 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 à chuva, 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.

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 correto³⁶;
2. Substituí-lo às horas indicadas no manual de instruções;
3. Substituir o filtro na altura própria;
4. O filtro do respiradouro do cárter, 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;

³⁵ Tratando-se de semoventes, devem estar engatados e/ou calçados.

³⁶ O *nível correto* 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 cárter, a qual força as partes mais fracas, que são as juntas e os retentores, danificando-as e provocando perdas de óleo.



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.

3.5. Sistemas de refrigeração

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 ótima de funcionamento* (cerca de 90º 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 60º C) deposita-se, no cárter, 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 50º 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**.

3.5.1. Arrefecimento por líquido

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 bomba³⁷; este último é constituído (fig. 90), 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;

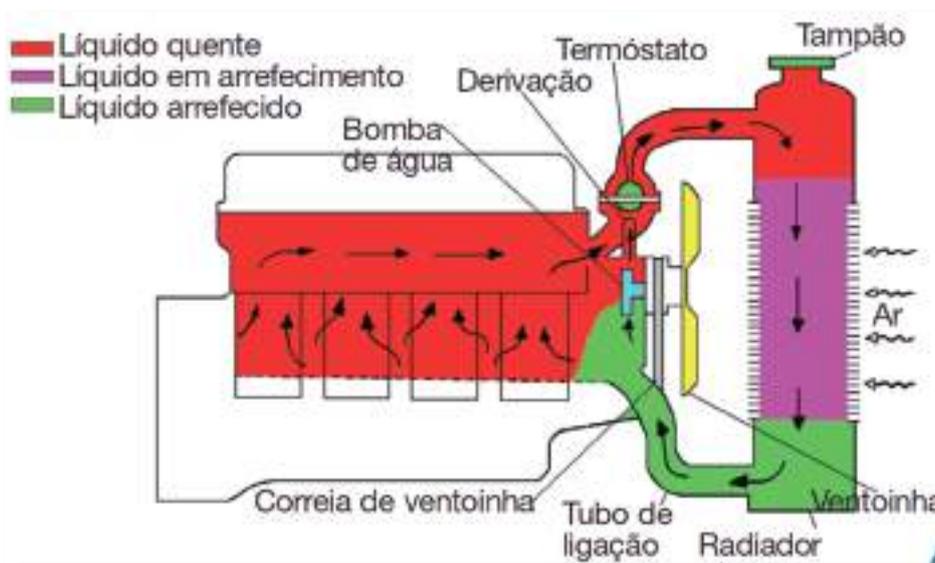


Figura 90 - Sistema de arrefecimento por líquido

- **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.

³⁷ Os sistemas por termo-sifão e misto já não são utilizados nos tratores agrícolas atuais.



RADIADOR

Pode ser de *celas* e *de tubos* (fig. 91). O primeiro é utilizado, normalmente, em automóveis de corrida e aviões; o segundo, com alhetas, utiliza-se nos restantes motores.

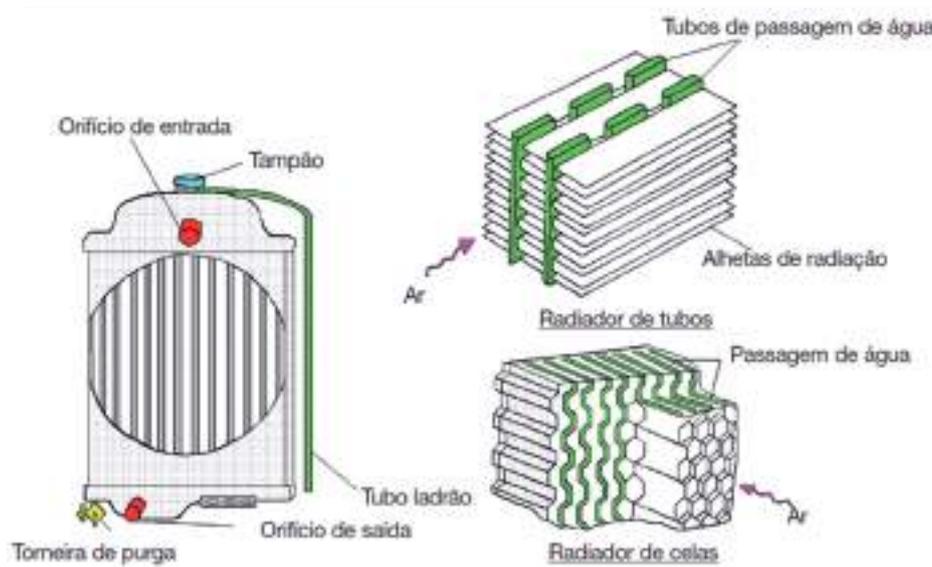


Figura 91 - Radiador de celas e de tubos

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°C 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 próprio³⁸, à venda no mercado, na proporção indicada no rótulo 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 os furos estão tapados com as incrustações, de calcário e ferrugem, as quais serão arrancadas pelo produto.

TAMPÃO

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. 92), 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.

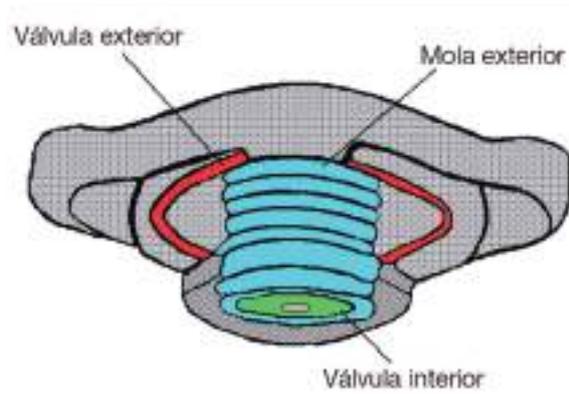


Figura 92- Tampão

A **válvula exterior**³⁹ **deixa** sair vapor quando a pressão ultrapassa um determinado valor (fig. 93 - válvula exterior aberta).

38 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%.

39 Também é conhecida por válvula de descarga e válvula de pressão.



A **válvula interior**⁴⁰ **abre-se** quando o líquido arrefece e deixa entrar ar no sistema (fig. 3 - 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 correta e provoca roturas nas partes mais fracas do sistema.

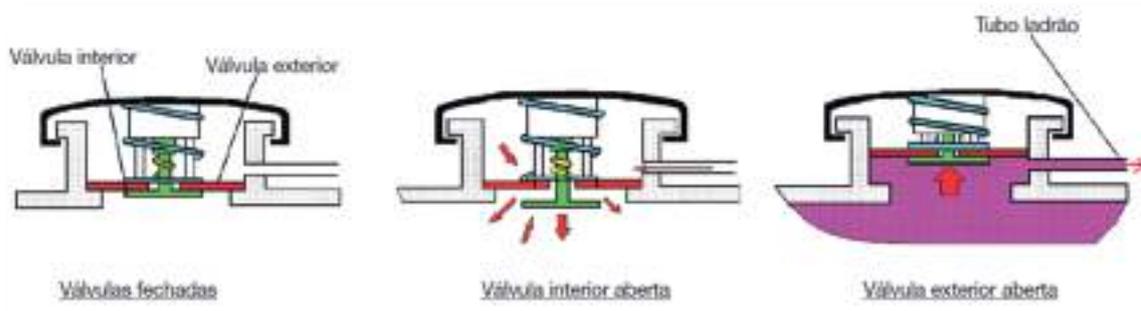


Figura 93 - Válvula exterior e interior

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

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 sobrepressão e do qual o líquido é sugado quando se dá o arrefecimento, ficando, assim, o radiador sempre cheio e sem ar nem vapor (fig. 94).

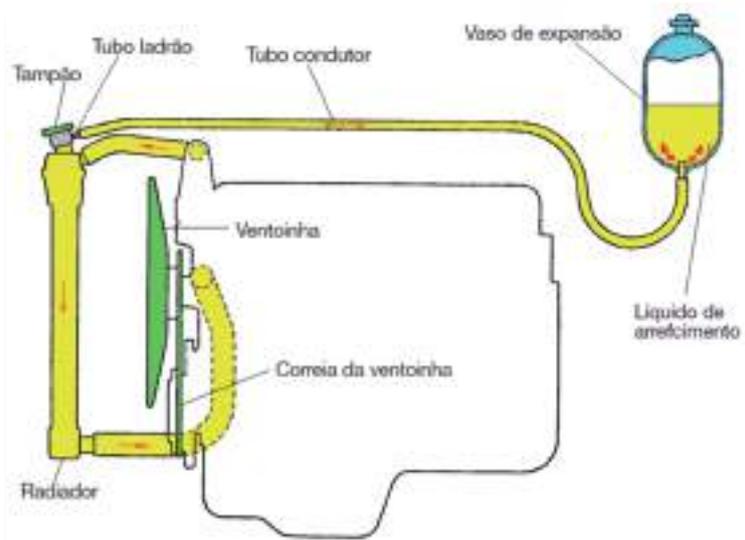


Figura 94 - Sistema de circuito fechado

40 Também é conhecida por válvula de entrada de ar e válvula de vácuo.



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

VENTOINHA

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 25º C.

As ventoinhas podem *empurrar* ou *aspirar* o ar (fig. 95 A), 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 acionamento faz-se através da **correia** (fig. 95 B), a qual recebe movimento da polie da cambota e o número de *pás* que a compõem é variável, consoante as marcas e modelos.

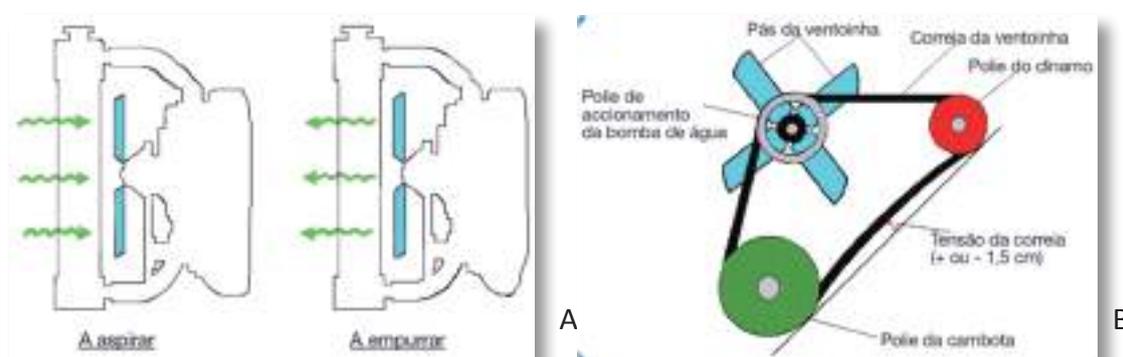


Figura 95 - Funcionamento da ventoinha



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 do alternador e respetivos rolamentos, danificando-os.

A figura 96 dá-nos uma ideia da forma como se *estica a correia*. As setas 1, 2 e 3 representam os parafusos de fixação do dínamo, o qual é uma vez “solto” se desloca no esticador no sentido da seta 4, sendo de seguida puxado segundo o sentido da seta 5.

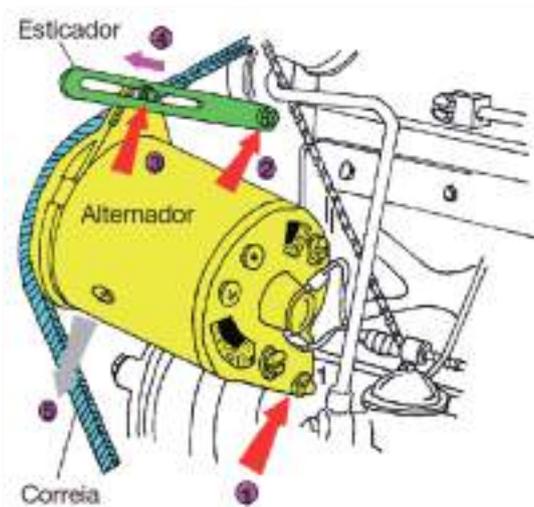


Figura 96 - Forma de esticar a correia

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 substituir-se 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.

BOMBA DE ÁGUA

Normalmente do tipo centrífugo (fig. 97 B) é, passe a comparação, o coração do sistema. Colocada no mesmo eixo da ventoinha, como se pode ver na figura 97 A, é acionada pela mesma correia e 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*.



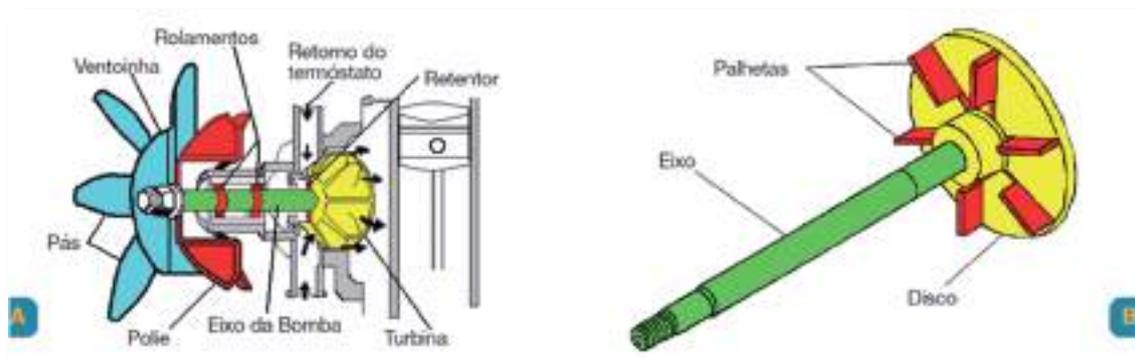


Figura 97 - Bomba de água

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 anteriormente

TERMÓSTATO

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 faz circular o líquido 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. 98).

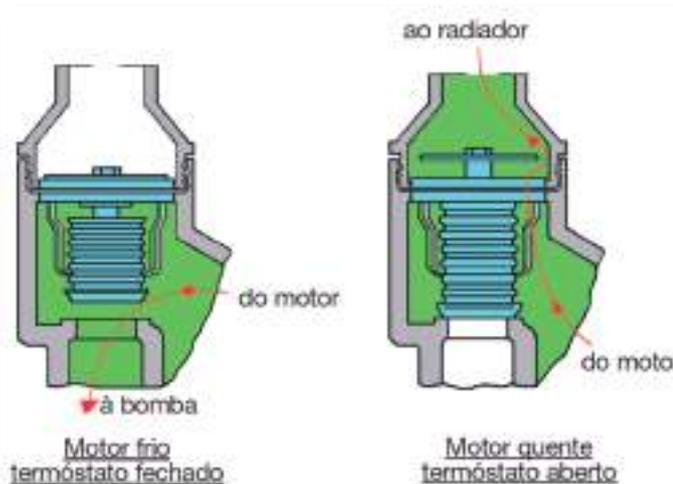


Figura 98 - Termóstato

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

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 termostato**.



Há três tipos de termostatos:

De fole (fig. 99) - o funcionamento está esquematizado na figura 99 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.

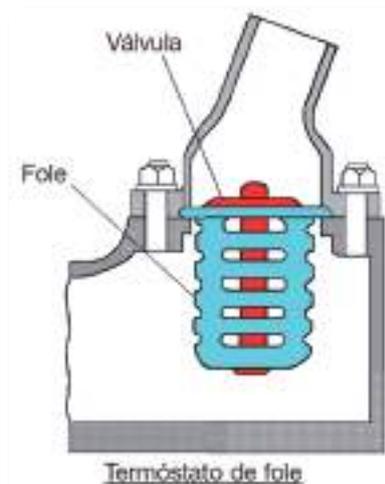
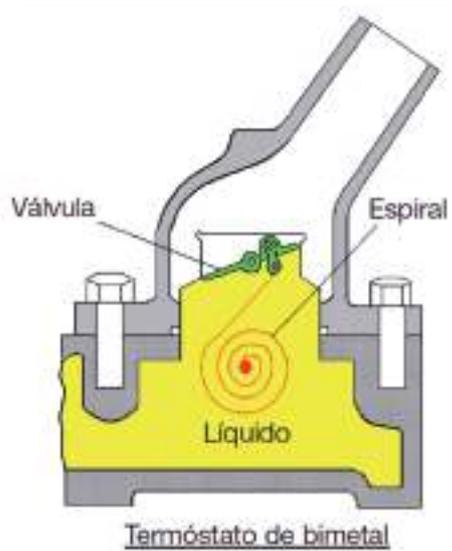


Figura 99 - Termostato de fole



De bimetetal (fig. 100) - consta de uma *espiral*, formada por dois metais com coeficientes de dilatação diferentes, que atua sobre uma válvula. O par bimetetal 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.

Figura 100 Termostato de bimetetal

De cera (fig. 101) - o elemento dilatador é uma cera apropriada que, ao ser aquecida, dilata e faz abrir uma válvula, vencendo a resistência de uma mola.

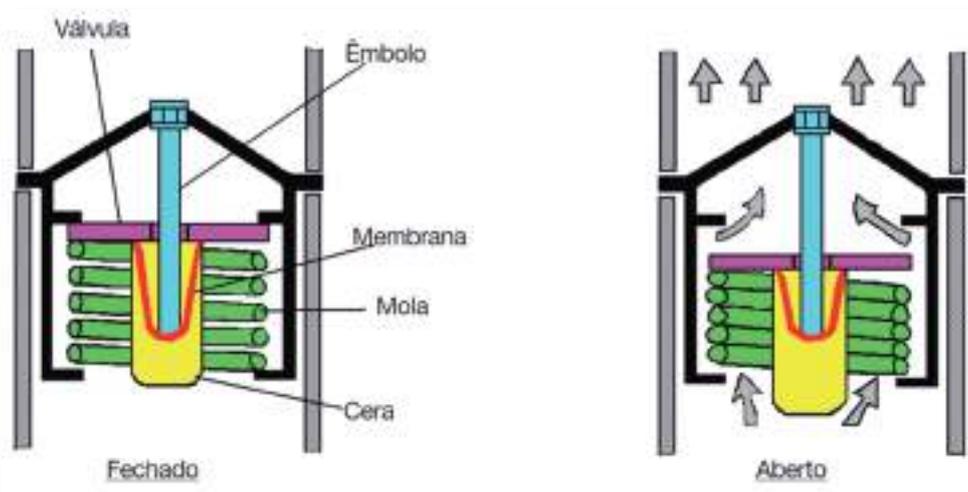


Figura 101 - Termostato de cera



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 termóstato está avariado, pode proceder-se da seguinte forma (fig. 102):

1. Lavar com água limpa e verificar se a válvula está fechada;
2. Aquecer água limpa num recipiente limpo, com o termóstato mergulhado nela e medir a temperatura com um termómetro;
3. Verificar se a válvula abre entre, mais ou menos, 5º C. da temperatura limite indicada pela fábrica.
4. Se não abrir está avariado e deve ser substituído por um novo.

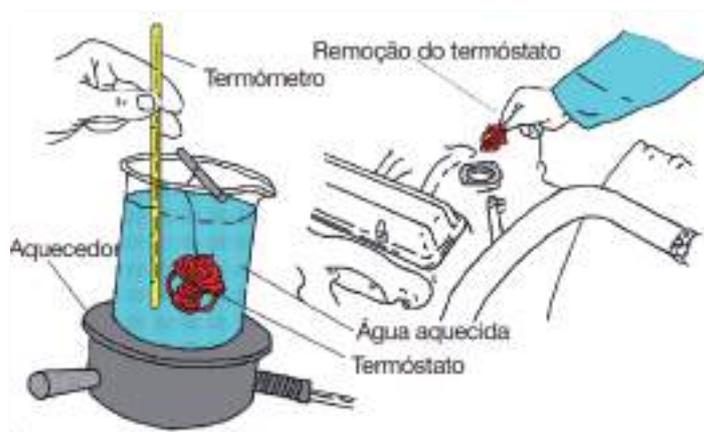


Figura 102 - Verificação do funcionamento do termóstato

Os termóstatos 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.

TUBOS DE LIGAÇÃO

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. 103 - A);

2 - **Amolecendo e dilatando**, o que provoca o desprendimento do revestimento interior acabando por originar roturas (fig. 103 - B).

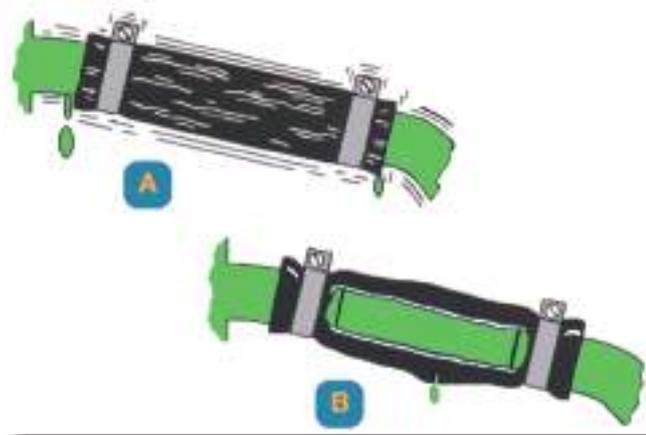


Figura 103 - Deformações dos tubos de borracha

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

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 aspeto exterior o denuncie.

A figura 104 mostra um tubo de ligação, em borracha, bastante danificado interiormente; os entupimentos do sistema, com os consequentes aumentos de temperatura são inevitáveis.



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

Figura 104 - Aspeto interior de um tubo ressequido

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

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*.



CAMISAS DE ÁGUA

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 o calor excessivo que ali se forma, motivado pela combustão.

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 para o 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 anteriormente.

LÍQUIDO DE ARREFECIMENTO

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

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

Como *inconvenientes* principais tem os seguintes:

- Congela a uma temperatura não muito baixa;
- 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 anticongelante.

Temperatura	% água	% anticongelante concentrado
- 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 aspetos:

- **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. 105).

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. 105); 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.

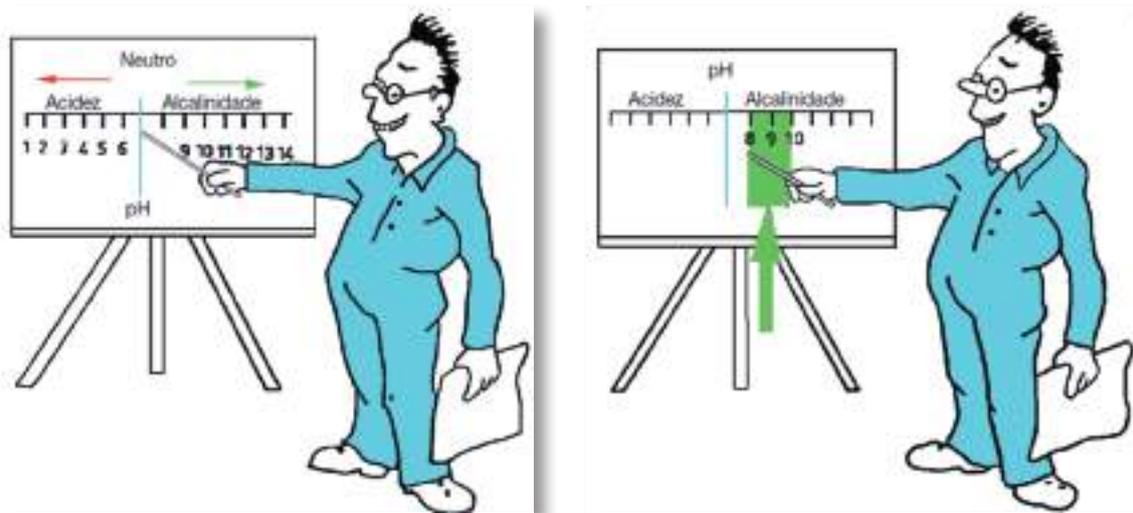


Figura 105 - Acidez e alcalinidade

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

Os aditivos utilizados em mistura com água no sistema de arrefecimento devem ter propriedades anticongelantes, antiferrugem, anticalcário e antiespuma. Com estas propriedades, o produto permite que o motor funcione a temperaturas ambientais negativas, reduza a corrosão dos metais, diminua a formação de incrustações no interior do sistema e evite a formação de bolsas de espuma que poderiam provocar sobreaquecimento em certas partes do motor onde se formassem essas bolsas de



espuma. Os produtos mais utilizados para este fim são o monoetilenoglicol, etilenoglicol, propilenoglicol, entre outros.

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 correta;
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.



3.5.2. Arrefecimento por ar

O excesso de calor tem que ser extraído diretamente das paredes quentes do motor para o ar exterior (fig. 106) sem nenhum elemento intermédio, tal como o líquido no sistema anterior.

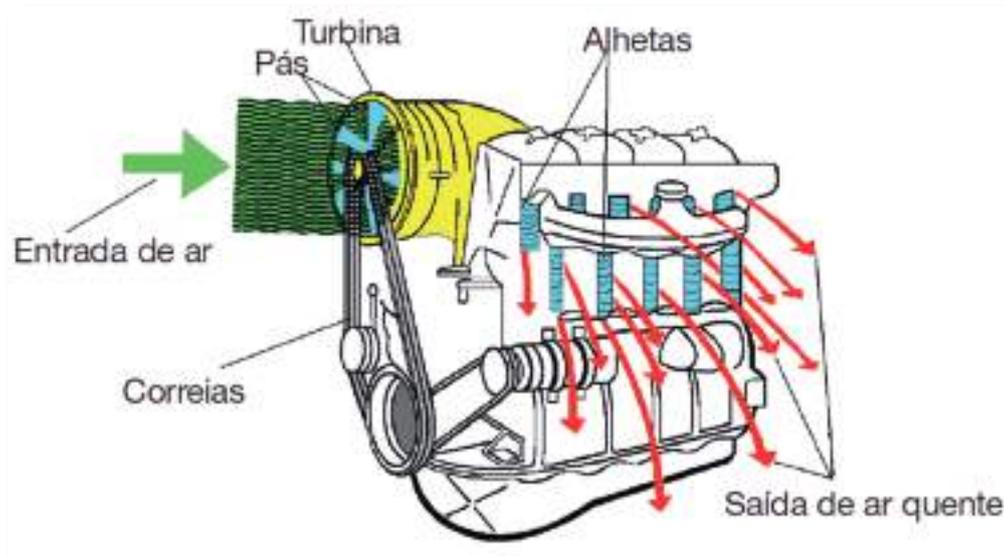


Figura 106 - Arrefecimento do motor por ar

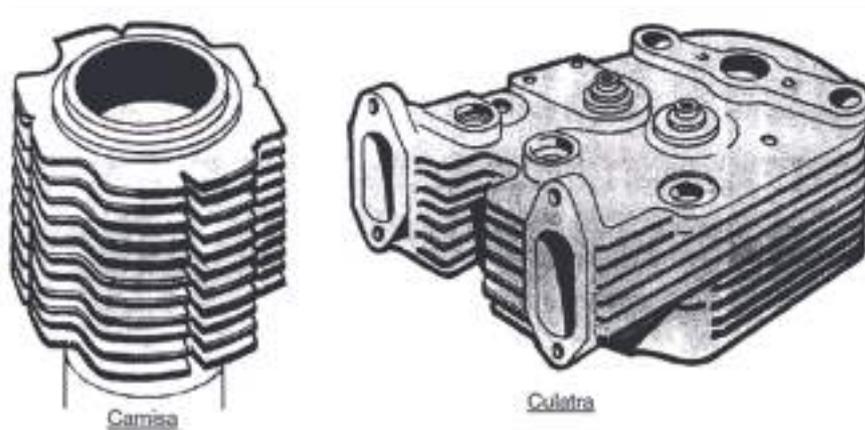
Como o coeficiente de condutibilidade calorífica do metal com o ar é menor que com a água há, neste sistema, diferenças de construção significativas, tais como, o uso de materiais à base de ligas de alumínio, pela maior condutibilidade do calor. Os cilindros são independentes, para que o ar possa circular entre eles e com alhetas, para aumentar a superfície de irradiação do calor (fig. 107).

Um elemento fundamental deste sistema é a turbina (fig. 107), a qual lança o ar diretamente sobre as partes a arrefecer; difere das ventoinhas especialmente em duas características fundamentais: volume e velocidade do ar impulsionado.

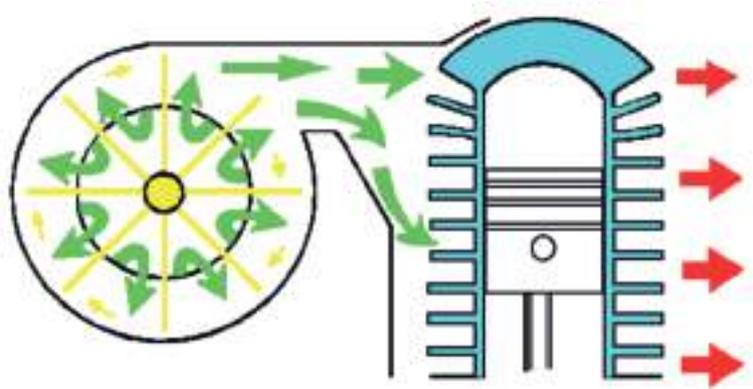
Tendo em atenção que o espaço calorífico entre as alhetas e o ar que as rodeia é, aproximadamente, o dobro do que entre o radiador e o ar que o atravessa, pode-se chegar a uma temperatura de saída mais elevada; portanto, para a extração total de calor é necessária uma quantidade de ar relativamente menor⁴¹.

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





Figuras 107 - Cilindros e turbina



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 *defletores*⁴².

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 correias⁴³, da turbina deve estar com a tensão correta.

42 Deflectores são elementos que mudam a direção e/ou sentido do ar.

43 De uma maneira geral, as turbinas são acionadas por duas correias paralelas.



3.6. Sistema de escape

No ponto 2.2. - 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. 108) 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, coletor de escape, tubo de escape, silencioso e retentor de fagulhas*. Nos motores mais recentes existem catalisadores para reduzir as emissões para a atmosfera de partículas tóxicas.

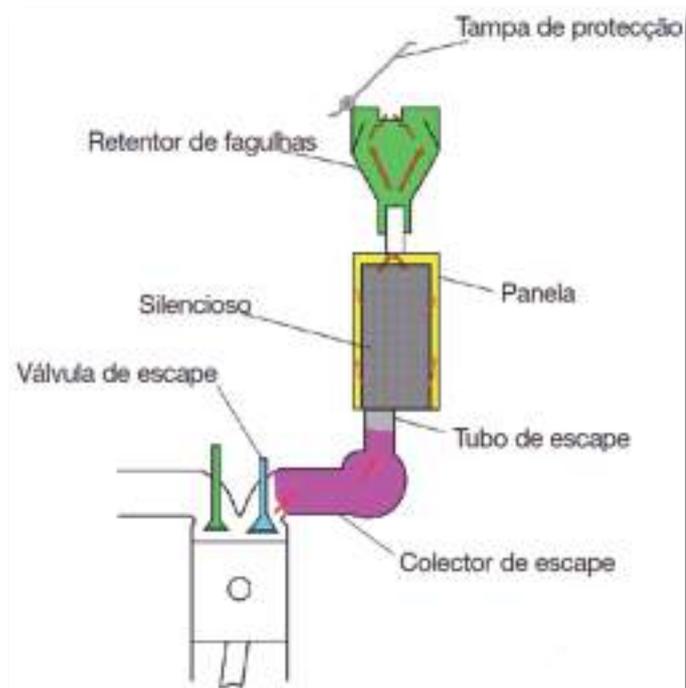


Figura 108 - Sistema de escape

VÁLVULA DE ESCAPE

Já referida aquando do sistema de distribuição.

COLETOR DE ESCAPE

É constituído por um tubo “ramificado” e com tantas “ramificações” quantos os cilindros do motor, exceto nos motores cujas saídas de escape implantadas na cabeça não são alternadas com as de admissão; tem por missão recolher os resíduos resultantes da combustão e canalizá-los para o tubo de escape.

TUBO DE ESCAPE

Recebe, do coletor respetivo, 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 e o ruído.

Há, normalmente, dois tipos de silencioso (fig. 109):

- De passagem direta - 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 atua como uma câmara de expansão, amortecendo os ruídos.

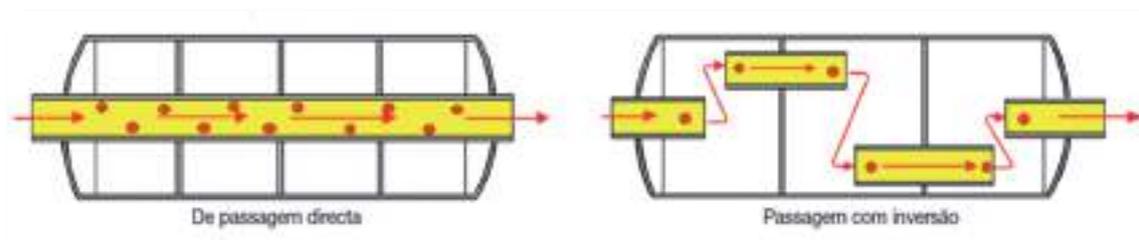


Figura 109 - Silencioso

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 proteção** 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 coletor.

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.

Apesar do motor diesel poluir menos que o motor a gasolina, também começam a vir equipados com catalisador ou com filtro de partículas para eliminar as partículas de fuligem e os óxidos de azoto e de enxofre (estes últimos formam ácido sulfúrico na atmosfera).

3.7. Sistema elétrico

Os tratores agrícolas atuais têm vários componentes elétricos tais como faróis de iluminação e sinalização, velas de aquecimento, buzina, aquecimento de cabinas, limpa para-brisas, motor de arranque, gerador, bateria, computador de bordo, díodos, transístores, sensores ou captosres, radares, etc.

Na montagem de todos estes componentes e respetivos condutores de união, procuram os fabricantes que os mesmos fiquem mais ou menos protegidos por blindagens e que obedçam a normas estabelecidas em termos de simbologia, de modo a que seja possível, através de um esquema do circuito elétrico de cada veículo, determinar os seus componentes assim como a ligação dos mesmos e os seus valores.

Os principais elementos do sistema elétrico são:

- Sistema de iluminação e sinalização;
- Motor de arranque;
- Regulador;
- Alternador (dínamo, nos mais antigos);
- Bateria;
- Condutores;
- Componentes eletrónicos.

Ao falar de eletricidade convém saber alguns pontos fundamentais.

A **corrente elétrica** não é mais do que um fluxo de **eletrões** 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 **elétrões**, com cargas elétricas negativas, que circulam em órbitas definidas à volta de um **núcleo** que é composto de **protões** com carga elétrica positiva e de **neutrões** que são eletricamente neutros, conforme se pode observar na figura 110 A.

Cada átomo contém o mesmo número de eletrões e de protões encontrando-se, deste modo, em equilíbrio elétrico dado que no seu estado normal o átomo é sempre eletricamente neutro.

O número de eletrões 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 110 B, consta de um único eletrão em órbita e de um núcleo com um protão. Um átomo dos mais complexos é o de urânio que contém 92 eletrões em órbita de um núcleo com 92 protões.

Como se disse, a corrente elétrica é um fluxo de eletrões, os quais se desprendem do seu núcleo por ação de uma força ou excitação externa. Estes eletrões desprendem-se do átomo a que pertencem com maior ou menor facilidade tendo em conta o número de eletrões existentes na última órbita e a coesão com ela. Reside aqui o “segredo” da boa ou má condutibilidade de um elemento para a eletricidade, sendo estes eletrões da órbita exterior que facilitam todos os fenómenos elétricos, recebendo o nome de eletrões de valência. Regra geral, átomos que contenham até quatro eletrões na última órbita podem ser **bons condutores**; é o caso do ouro, prata, cobre, latão, etc. Com mais de quatro eletrões dizem-se **maus condutores** ou até mesmo **isolantes**, como a borracha, baquelite, papel, cerâmica, etc.

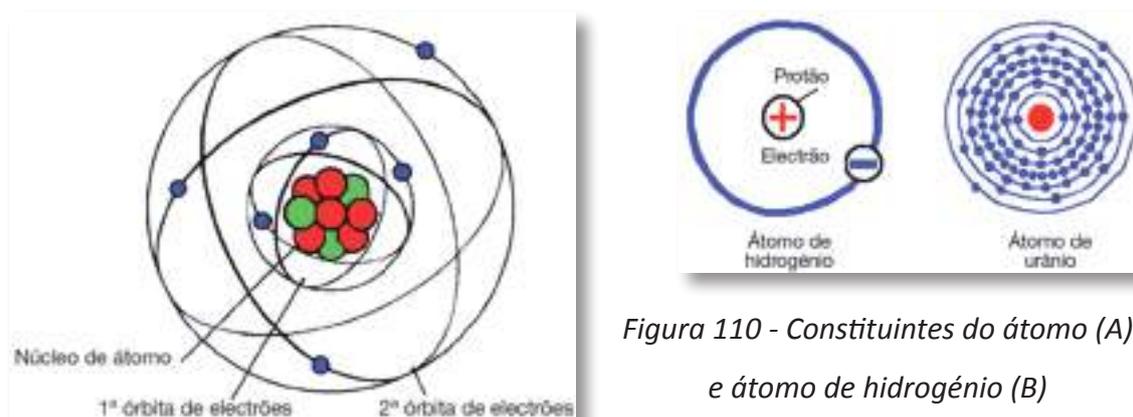


Figura 110 - Constituintes do átomo (A) e átomo de hidrogénio (B)



O elemento mais utilizado na condutibilidade da corrente elétrica é o cobre, não só por razões económicas mas também pela composição dos seus átomos, com 29 prótons no núcleo e 29 eletrões distribuídos em quatro órbitas, contendo apenas um na última, como se pode ver na figura 111, o que o torna um bom condutor.



Figura 111 - Átomo de cobre

Como já foi referido, o átomo está, habitualmente, em equilíbrio elétrico. Isso significa que a quantidade de cargas negativas dos eletrões é igual à quantidade de cargas positivas dos prótons do núcleo. Quando esse equilíbrio é perturbado, os próprios eletrões procuram retornar ao estado inicial. Essa tendência para o equilíbrio dos eletrões chama-se **tensão** e é medida em **volts (V)** com um aparelho denominado **voltímetro**.

A intensidade da corrente elétrica é determinada pela quantidade de eletrões que se movimentam no condutor em um segundo; é designada por **I** e medida em **ampéres (A)** através de um instrumento denominado **amperímetro**.

A **potência elétrica (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 eletrões. Esse efeito de “travagem” dos eletrões, que recebe o nome de **resistência**, tem como unidade básica o **Ohmio** e é expressa pela letra grega **ómega**, leva os materiais a serem classificados em condutores, semicondutores e isolantes. Como exemplo temos, respetivamente, o cobre, o germânio e a borracha.

A instalação elétrica de um trator (fig. 112) é sectorizada em circuitos elétricos fechados. Para que o fluxo de eletrões percorra um condutor, ou seja para que a corrente elétrica 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 elétrica, 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 elétrica em outras formas de energia.

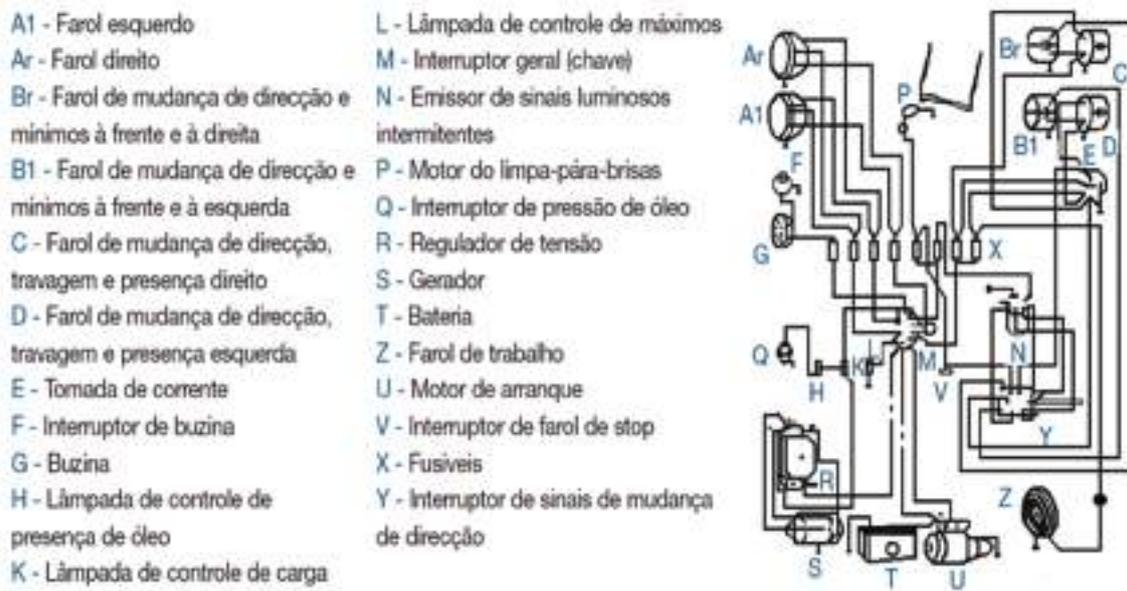
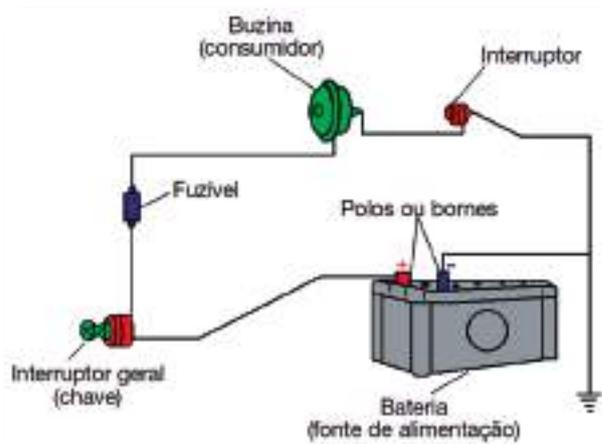


Figura 112 - Instalação elétrica de um trator

Ao reunir-se, através de condutores, a fonte de alimentação aos consumidores obtém-se um circuito elétrico fechado, como se pode observar na figura 113, composto de condutores, chave, consumidor, interruptor, fusível e fonte de alimentação (bateria). Através de uma chave (interruptor) o circuito elétrico 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**.

Figura 113 - Circuito elétrico

Havendo escassez relativa de eletrões no polo positivo (+) e excesso no negativo (-), os eletrões fluem do polo negativo através dos condutores, consumidor e chave (fechada) para o polo positivo. No interior da fonte de alimentação (bateria) os eletrões fluem do polo positivo para o negativo.



Em corrente elétrica há dois tipos a considerar: **corrente contínua (DC)** e **corrente alternada (AC)**. A primeira é a que circula num condutor e consumidor sempre no mesmo sentido; este tipo de corrente é facilmente acumulável; contudo é de difícil transformação. É utilizada, geralmente, em todos os tratores e veículos automóveis. A segunda aparece, normalmente, na rede industrial e doméstica e toma o nome de alternada porque muda de polaridade, duma maneira geral, 50 vezes por segundo. É difícil acumulá-la mas, com o auxílio de um *retificador*, com facilidade se transforma em contínua.

A condução da corrente elétrica 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. 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 114.

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 %. Atualmente já existem terminais preparados para evitar estes inconvenientes.

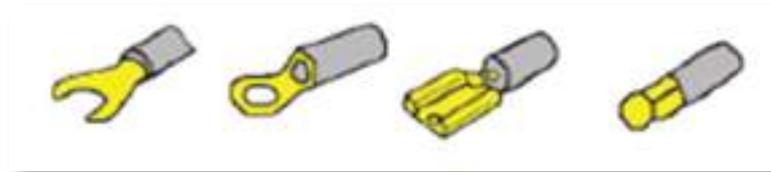


Figura 114 - Terminais

O valor de um cabo é dado pela sua secção nominal, em mm². Na tabela seguinte indicam-se valores aproximados, em Amperes, para diferentes secções de cabo.

Secção (em mm²)	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120
Carga (em Amperes)	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 direta entre o + e o -), corre-se o risco de danificar o consumidor, o produtor 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 115 exemplifica 3 tipos de fusíveis, havendo-os com outras formas e feitios diferentes.

Atualmente, os mais utilizados são os **automáticos** que funcionam segundo o princípio bimetálico e o seu valor calcula-se segundo a fórmula anteriormente apresentada.

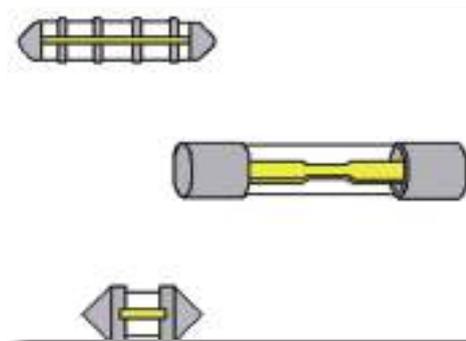


Figura 115 - Fusíveis

Os circuitos de corrente elétrica são interrompidos ou fechados através de **interruptores** os quais podem ser simples, de abrir e fechar como o indicado na figura 116 C, ou mais completos tal como em 116 A. São acionados manual ou automaticamente tal como, por exemplo, o interruptor da pressão do óleo e da luz de stop.

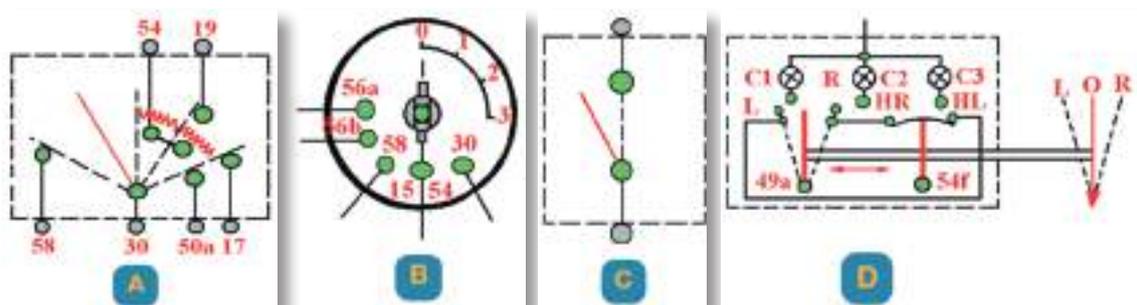


Figura 116 - Interruptores



Também há interruptores automáticos elétricos, denominados **relés eletromagnéticos**, 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 tratores existe uma tomada de corrente para estabelecer os circuitos elétricos 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 uma norma internacional para que qualquer trator possa trabalhar com qualquer reboque. Indica-se, no esquema da figura 117, a norma europeia existente, bem como o esquema de ligações.

Atualmente e cada vez mais, a **eletrônica** é uma constante no sistema elétrico dos tratores. O termo eletrônico apareceu na altura da descoberta das ondas hertzianas e, subsequentemente, as da rádio.

Tem-se vindo a trabalhar com tensões e intensidades cada vez menores, o que permite 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 elétricos pelo comportamento dos eletrões, 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 eletrões, denominada **válvula eletrónica**, posteriormente substituída, com muitas vantagens, por conjuntos de **transístores, díodos** e **resistências**, que atualmente se encontram miniaturizados em **circuitos integrados**.

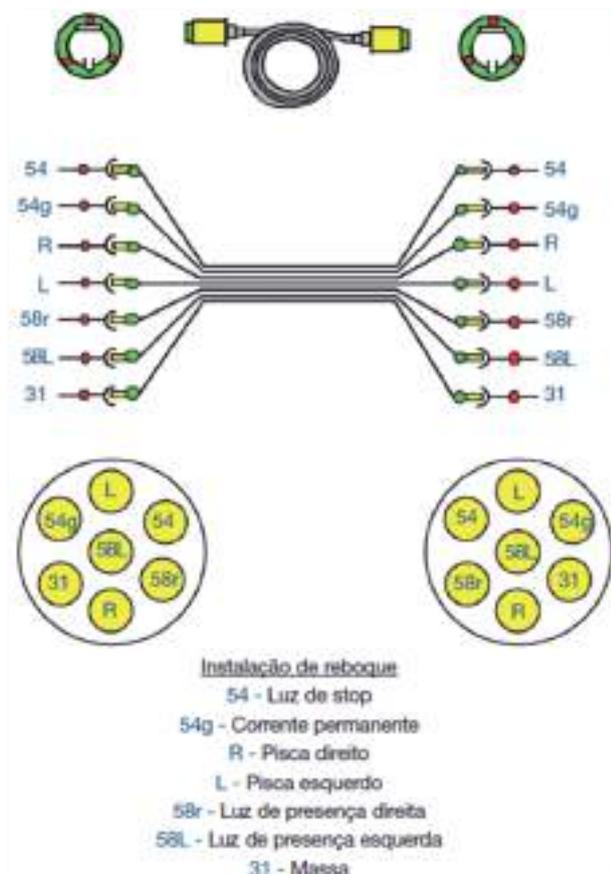


Figura 117 - Esquema de ligações



Os materiais usados em eletrônica denominam-se semicondutores, cuja condutibilidade se encontra entre os condutores e os não condutores (isolantes), tais como o germânio, o silício e o selênio.

Os cristais destes materiais, embora sejam maus condutores da corrente elétrica, 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 eletrões de valência, ou índio, gálio ou alumínio com três eletrões 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 eletrões de valência) na estrutura atômica 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 eletrões 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 eletrão 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 eletrão que fica livre.

Os componentes básicos da grande maioria dos circuitos eletrónicos são, fundamentalmente, elementos formados com estes materiais. Estes elementos são o **díodo**, o **transístor** e o **tirístor**.

Nos circuitos eletrónicos também existe uma boa quantidade de outros elementos, chamados **elementos passivos** e que são, principalmente, as **resistências**, os **condensadores** e as **bobinas**. O díodo, 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**.

Se a partir de uma fonte de corrente elétrica for aplicado o borne negativo sobre o cristal **P** e o positivo sobre o **N** (fig. 118 A) a zona de resistência **Z** fica maior, funcionando como camada bloqueadora e, desta forma, o díodo opõe-se à passagem da corrente.



Pelo contrário, se for invertida a polarização (fig. 118 B) a zona de resistência torna-se muito pequena e a corrente passa de acordo com a capacidade de passagem do díodo.

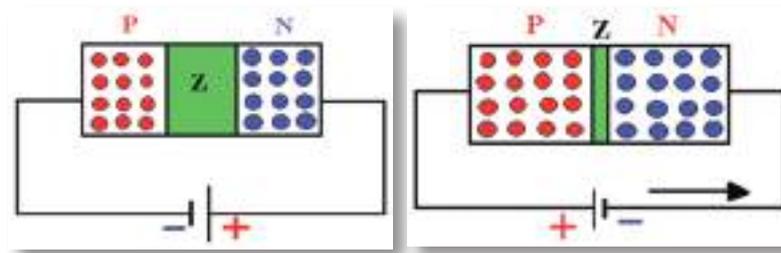


Figura 118 - Aplicação da corrente elétrica ao borne negativo (A) e ao borne positivo (B)

Na figura 119 mostra-se o símbolo e sentido da corrente de um díodo.

Ao colocar-se um díodo num circuito de corrente alterna, como é o caso dos alternadores dos tratores, o seu efeito será o de um retificador 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 díodo.

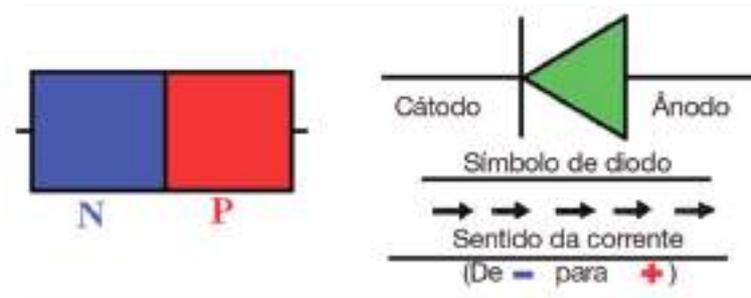


Figura 119 - Símbolo e sentido da corrente

Por esta razão, os díodos devem ser escolhidos com o valor e as características apropriadas às tensões e intensidades que se produzam no circuito. Há vários tipos de díodos tais como, entre outros, *retificadores, de proteção, de descarga, ponta de contacto, reguladores de tensão e estabilizadores de tensão.*

O **transístor** também é formado por materiais semicondutores do tipo N e P, diferindo do díodo por ser constituído por três cristais, vulgarmente dispostos na sequência de N P N ou P N P (fig. 120).

Este dispositivo tem três elétrodos ou bornes, um para cada cristal de que se compõe, pelos quais se faz passar a corrente conforme a finalidade do transístor.



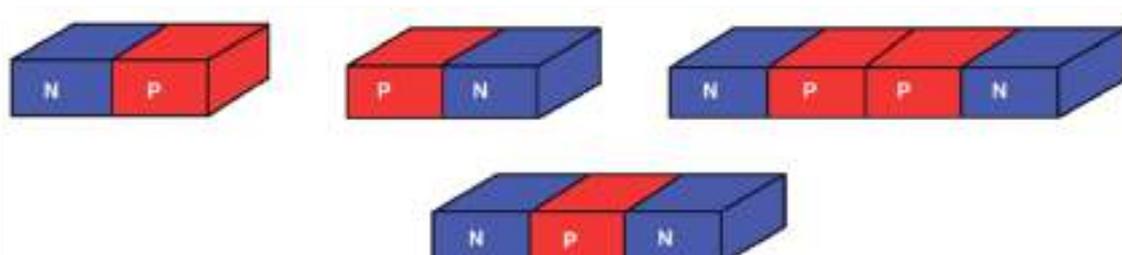


Figura 120 - Disposição dos cristais no transistor

O primeiro cristal que, normalmente, recebe a corrente designa-se por **emissor**; ao cristal central chama-se **base** e ao terceiro cristal **coletor**. Assim num transistor do tipo NPN, o primeiro N será o emissor, P a base e o outro N o coletor. 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 eletrónico atua como um diodo retificador, 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 eletrónica.

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. 121).

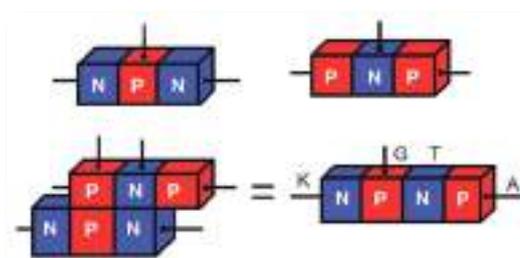


Figura 121 - Montagem dos cristais

O tiristor, para além de outras aplicações, desempenha as funções de: - interruptor, retificador, 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 eletrónico, para além destes elementos semicondutores cativos fazem parte as resistências, os condensadores e as bobinas, considerados



elementos passivos, os quais servem para controlar a eletricidade, 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 elétrica**.

As resistências são o elemento mais abundante nos circuitos eletrónicos, 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 **dielétrico**.

Servem para acumular a corrente elétrica de um determinado circuito, onde o valor daquela pode subir instantaneamente por ação 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 elétricos são denominadas **indutora** e **induzido**; são de aspeto e formato variável e vão das mais simples às mais complexas.

Na sua conceção 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 eletromagnéticos*, etc. e, em geral, a todos os dispositivos em que se cria uma **autoindução** por variação da corrente numa bobina que produz linhas magnéticas e afeta outra bobina, criando-se uma força motriz através de um campo magnético. À *autoindução* também se costuma chamar **indutância**.



A figura 122 mostra o aspecto exterior de uma bobina com núcleo magnético de placas de ferro isoladas entre si.

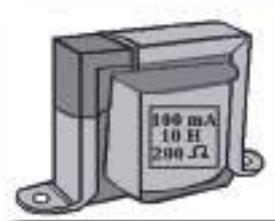


Figura 122 - Aspecto exterior de uma bobina

O emprego de componentes semicondutores nos sistemas elétricos dos tratores e outra maquinaria agrícola vai sendo cada vez maior mercê das suas vantagens, em que as principais são:

- Operam com baixas tensões, tornando-se compatíveis com os sistemas elétricos 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 eletromecânicos;
- Não acusam desgastes e não exigem manutenção.

Os principais campos de aplicação dos componentes semicondutores são:

- Ignição, nos motores de ciclo Otto;
- Alternador (diodos retificadores);
- Termómetro eletrónico;
- Comando eletrónico de caixas de velocidade;
- Injeção eletrónica, nos motores de ciclo Otto; e nos diesel com common rail.
- Determinação de velocidades, débitos, áreas trabalhadas, etc., através de um computador de bordo.

3.7.1. Sistema de iluminação e sinalização

Nos tratores, o **sistema de iluminação e sinalização** é absolutamente indispensável para e de acordo com o código da estrada, poderem transitar na via pública e realizar trabalhos à noite.



Normalmente, os tratores estão equipados com as seguintes luzes: mínimos, médios (fig. 123 B), máximos (fig. 123 A), de mudança de direção 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.

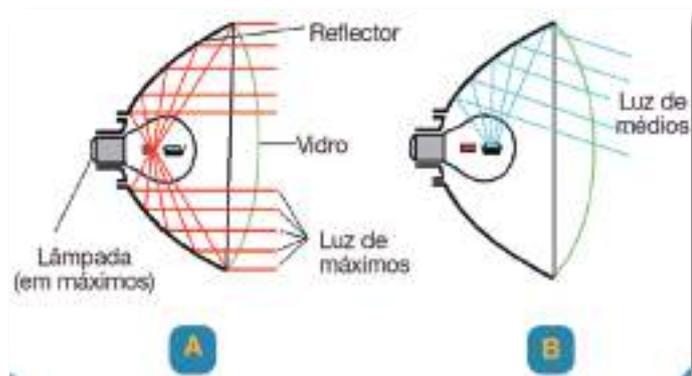


Figura 123 - Luzes: máximos (A) e médios (B)

Para realizar trabalhos à noite como, por exemplo, lavrar, 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 trator 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. 124). 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 atua-se, num farol e no outro, no respetivo parafuso de afinação, fazendo a luz subir ou descer, conforme for necessário.

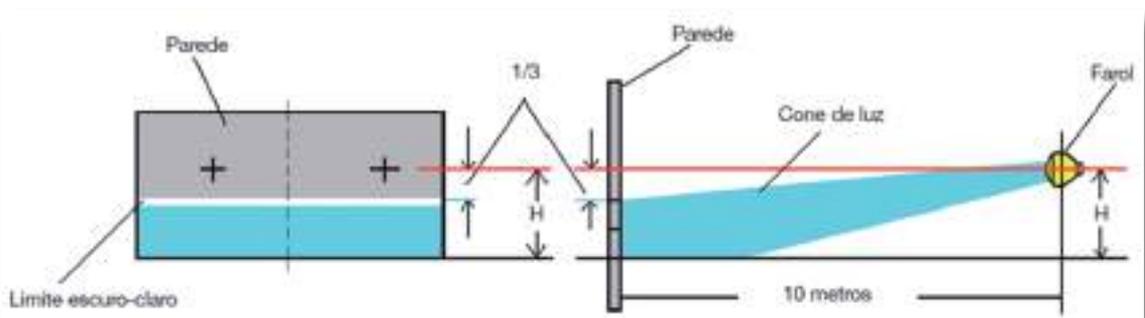


Figura 124 - Focagem dos faróis



O motor de arranque (fig. 125) é um motor elétrico alimentado pela bateria que tem por missão fazer girar o motor do trator quando se encontra parado, a fim de pô-lo em marcha e deixá-lo a trabalhar.

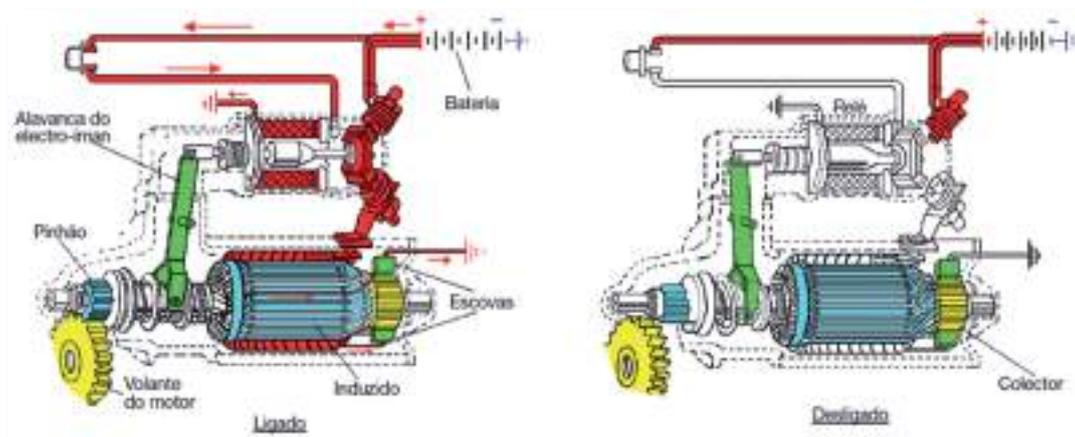


Figura 125 - Motor de arranque

Trata-se de um pequeno mas potente motor elétrico em série, para corrente contínua, alimentado pela corrente da bateria e funciona segundo o princípio do eletromagnetismo. Consome elevada intensidade de corrente (de 60 a 300A) razão pela qual a ligação da bateria à bobina de chamada é feita com um cabo elétrico grosso. Consta de **induzido, coletor, 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 coletor 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 atrações e repulsões. Para evitar que o motor de arranque se estrague, uma vez que o motor do trator esteja a funcionar, é necessário que o pinhão se desligue do volante do motor. Este desligamento é feito mediante o **sistema livre** ou **mola de bendix**.

O motor de arranque deve ser limpo e inspecionado periodicamente, de acordo com o manual de instruções da máquina. A inspeção a fazer deve incidir principalmente sobre:

- Os casquilhos ou rolamentos;
- Os enrolamentos do induzido;



- As bobinas;
- O coletor;
- 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 elétrico 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 atração magnética que origina no núcleo a passagem da corrente pela bobina do eletroímã. Neste momento a corrente começa a circular através do fio grosso, comunicando o gerador com a bateria (fig. 126).

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.

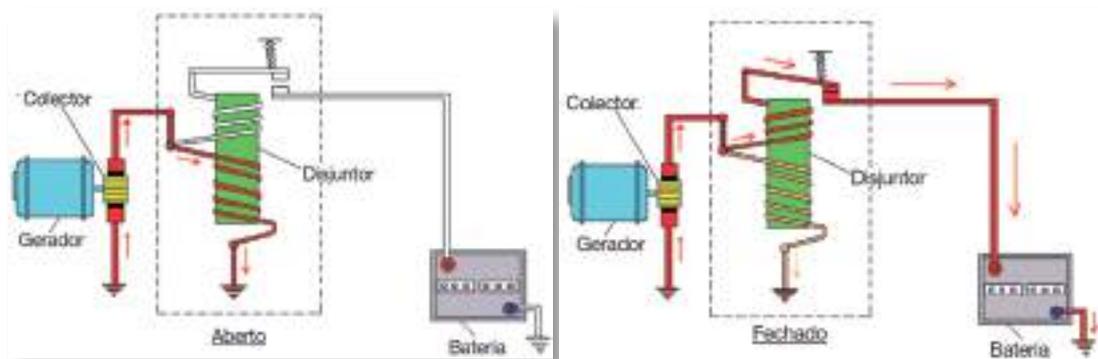


Figura 126 - Disjuntor



Os reguladores de voltagem e de corrente trabalham alternativamente. Ambos controlam a energia elétrica 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 dínamos pode existir um dispositivo do sistema elétrico 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 127 A ilustra um destes casos em funcionamento normal; a figura 127 B mostra o regulador de tensão a atuar e a figura 127 C ilustra a atuação 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.

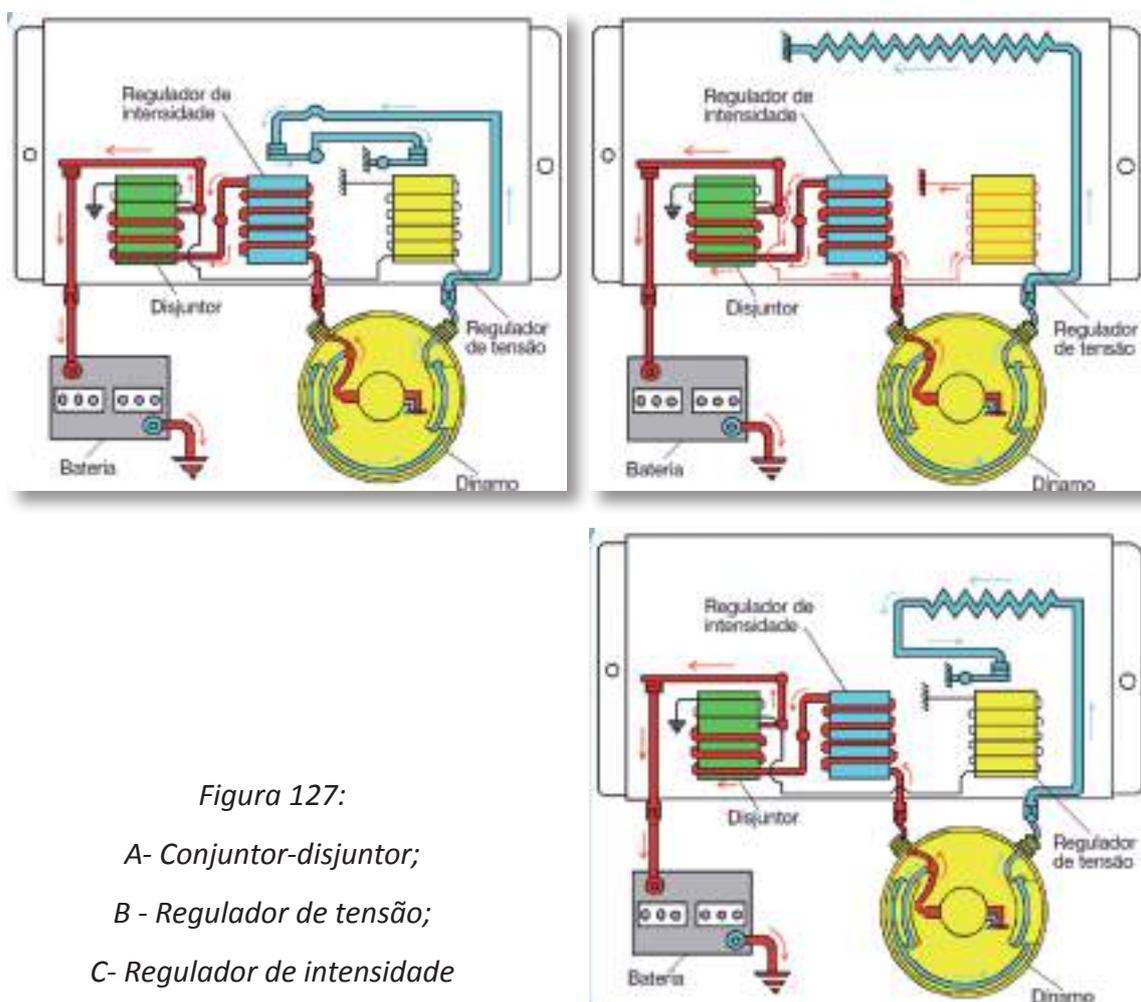


Figura 127:

A- Conjuntor-disjuntor;

B - Regulador de tensão;

C- Regulador de intensidade



Atualmente todas as máquinas motoras vêm equipadas com alternador onde, na sua constituição, consta um **retificador de corrente** e um **regulador**. Estes componentes são constituídos, principalmente, por díodos 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.

DÍNAMO E ALTERNADOR

O **dinamo** 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 elétrica 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 128 o dinamo é constituído principalmente por: armadura ou carcaça, indutor ou indutora, induzido, coletor, escovas e porta-escovas.

A **carcaça**, também denominada por **armadura**, é a parte externa do dinamo, dentro da qual estão o **indutor**, também chamado **indutora** e o **induzido**.

O **indutor** é um eletroímã, 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 dinamo tem dois indutores.

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.

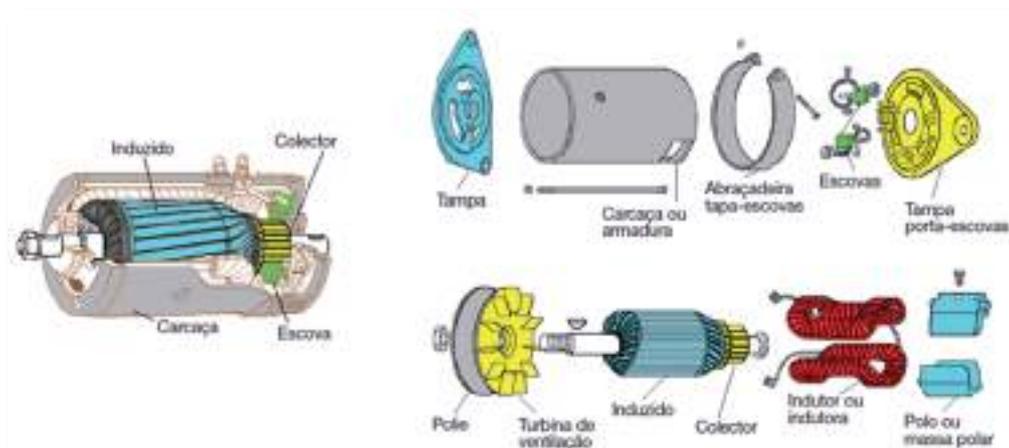


Figura 128 - Constituintes do dinamo



O **coletor** 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 coletor 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, 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 elétrica que é recebida do coletor pelas escovas, que a enviam à bateria. Para fechar o circuito liga-se à massa. A fim 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 ao 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.

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 corrente, com o auxílio de um retificador, transforma-se em contínua, visto que não é possível acumular a corrente alterna na bateria.

O alternador consegue produzir mais corrente elétrica 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 tratores e máquinas automotrizes vêm equipadas com ele. A figura 129 ilustra um, desmontado.

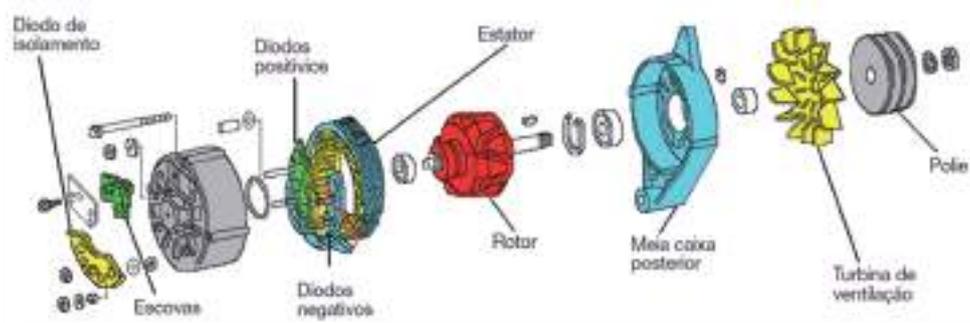


Figura 129 - Constituintes do alternador

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. 130), **estator** (fig. 130), **retificador**, **turbina de ventilação**, **polie**, **anéis coletores**, **escovas** e por um **regulador**.

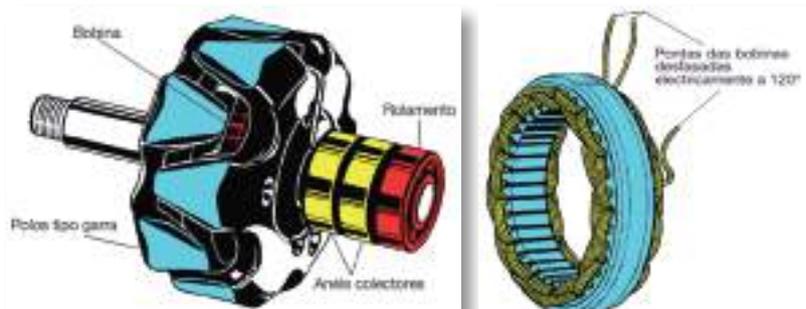


Figura 130 - Rotor e estator

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 retificador 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 tratores agrícolas, pois também os há de **tipo fechado**, em que o arrefecimento pode ser feito por ar ou por óleo.



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 retificador trifásico que utiliza, normalmente, três díodos positivos e três negativos.

Os cuidados a ter em relação ao alternador são praticamente os mesmos que para o dínamo, com exceção da lubrificação que não existe, como já foi dito nesta nota técnica.

A **bateria**¹ é um conjunto de **acumuladores elétricos** ou **elementos**, separados uns dos outros por **divisores** ou **separadores** (fig. 131).

Trata-se, portanto, de um acumulador ou armazém de energia elétrica e tem as seguintes funções:

1. Fornecer corrente elétrica ao motor de arranque e ao sistema de iluminação;
2. Fornecer corrente elétrica suficiente à buzina, indicadores de direção, etc., quando o dínamo ou o alternador está parado ou não fornece corrente suficiente ao consumo;
3. Atuar como estabilizador da tensão no sistema elétrico.

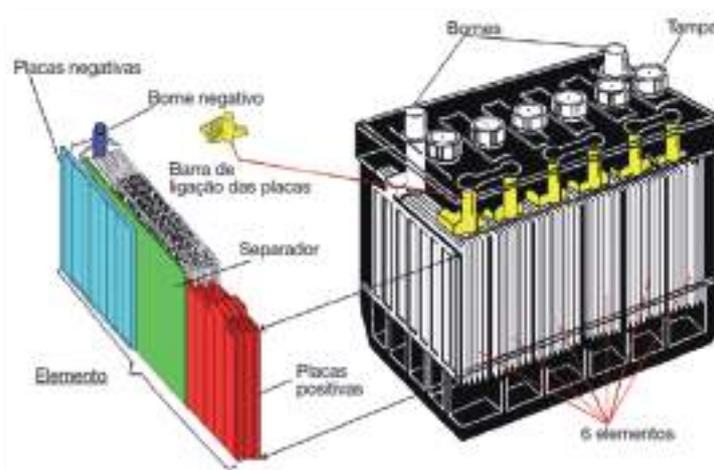


Figura 131 - A bateria

É constituída por **células** ou **vasos** contendo **placas de chumbo**, negativas e positivas, mergulhadas num líquido denominado **eletrólito**. A ligação das células entre si é feita em série (fig.132).

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 elétrica 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 elétricas em todo o mundo.



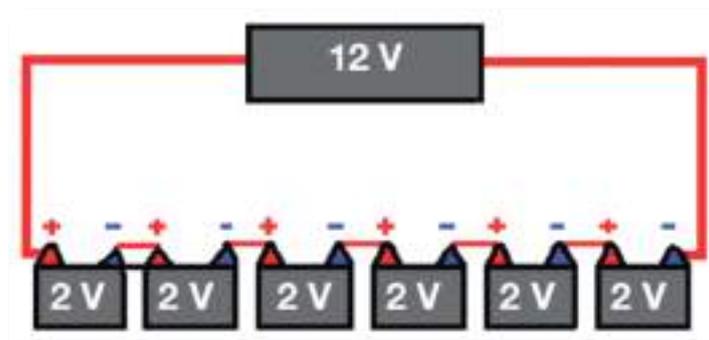


Figura 132 - Células ou vasos de uma bateria

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 umas das outras por meio de **separadores**.

As placas estão montadas alternadamente, constituindo **um elemento**, como se pode ver na figura 131. Quando o elemento é mergulhado no eletrólito combina-se quimicamente com o peróxido de chumbo existente nas placas positivas e com chumbo esponjoso nas negativas, originando a transferência de eletrões entre as placas. Uma placa perde eletrões ficando carregada positivamente, enquanto a outra os recebe e fica carregada negativamente. Quando a bateria se liga a qualquer dispositivo, os eletrões excedentes da placa negativa percorrem o circuito em direção à placa positiva. A bateria encontra-se nesta altura a converter energia química em corrente elétrica.

O processo continua até que a maior parte do material cativo 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 elétrica de uma fonte exterior através da bateria, na direção oposta ao sentido normal da corrente durante a descarga. A inversão da reação química, por meio de carga, restaura-lhe o estado de carga completa. A figura 133 mostra, esquematicamente, os processos de carga e descarga de uma bateria.

A densidade do eletrólito de uma bateria verifica-se através de um aparelho chamado **densímetro** (fig. 134).



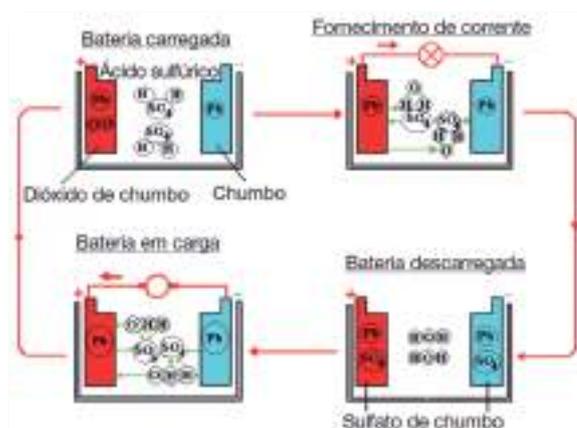


Figura 133 - Métodos de carga e descarga de uma bateria

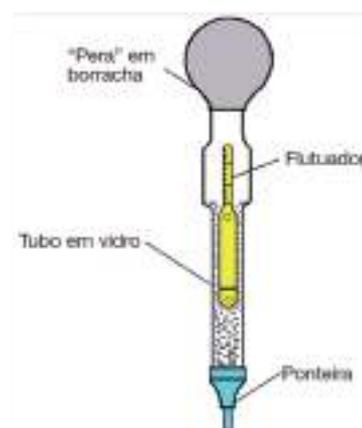


Figura 134 - Densímetro

Introduz-se o densímetro na solução e, da sua leitura, podemos avaliar o estado de carga conforme segue, com o eletrólito 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 **eletrólito**, 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 contém cerca de 36 % de ácido sulfúrico e 64 % de água. A operação de preparação do eletrólito 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, respetivamente, ácido e água; no entanto, apenas a casa fabricante sabe qual é a percentagem exata, pelo que nunca se deve tentar fazer um eletrólito. Além disso, atenção ao seu manuseamento pois ele, pelo ácido que contém, **queima** tanto a roupa como a pele (fig. 135). 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. Também corrói a pintura e alguns metais como o ferro.



Figura 135 - Riscos no manuseamento da bateria

Podem ligar-se 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. 136 A). 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. 136 B).

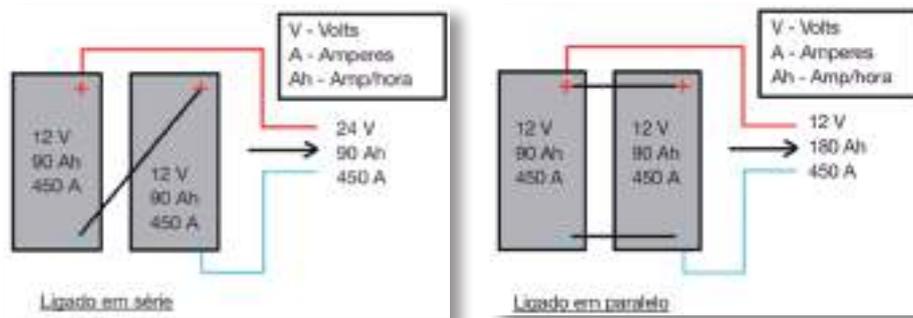


Figura 136 - Ligações de duas ou mais baterias: em série (A) ou em paralelo (B)

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 eletrólito e da temperatura ambiente. Em geral, a autodescarga diária é da ordem de 1% da capacidade nominal. Impurezas nas tampas, oxidações nos bornes ou a permanência da máquina parada durante vários dias com os cabos ligados aos bornes da bateria, são alguns dos fatores que concorrem para aumentar sensivelmente a taxa de autodescarga.

2 O borne também se designa por terminal e o positivo é sempre mais grosso que o negativo.

3 Ao desligar uma bateria comece pelo cabo da massa e só depois desligue o da corrente. Para ligar proceda de forma inversa.



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, efetuam 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 eletrólito (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 eletrólito 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 lubrificante, 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 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 eletrólito;
 11. Não introduzir nunca com pancadas os terminais dos cabos nos bornes, pois podem causar avarias;
 12. Não colocar objetos 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**, também designadas como **baterias ácidas**, que têm vários inconvenientes o que deu lugar ao desenvolvimento e fabrico de baterias com um eletrólito 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 baterias 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.

