

MANUAL DO ALUNO

# DISCIPLINA MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA

Módulos 3 (continuação)

República Democrática de Timor-Leste  
Ministério da Educação



## FICHA TÉCNICA

### TÍTULO

MANUAL DO ALUNO - DISCIPLINA DE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA  
Módulo 3 (continuação)

### 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 - 027 - 2

### TIRAGEM

50 EXEMPLARES

### COORDENAÇÃO GERAL DO PROJETO

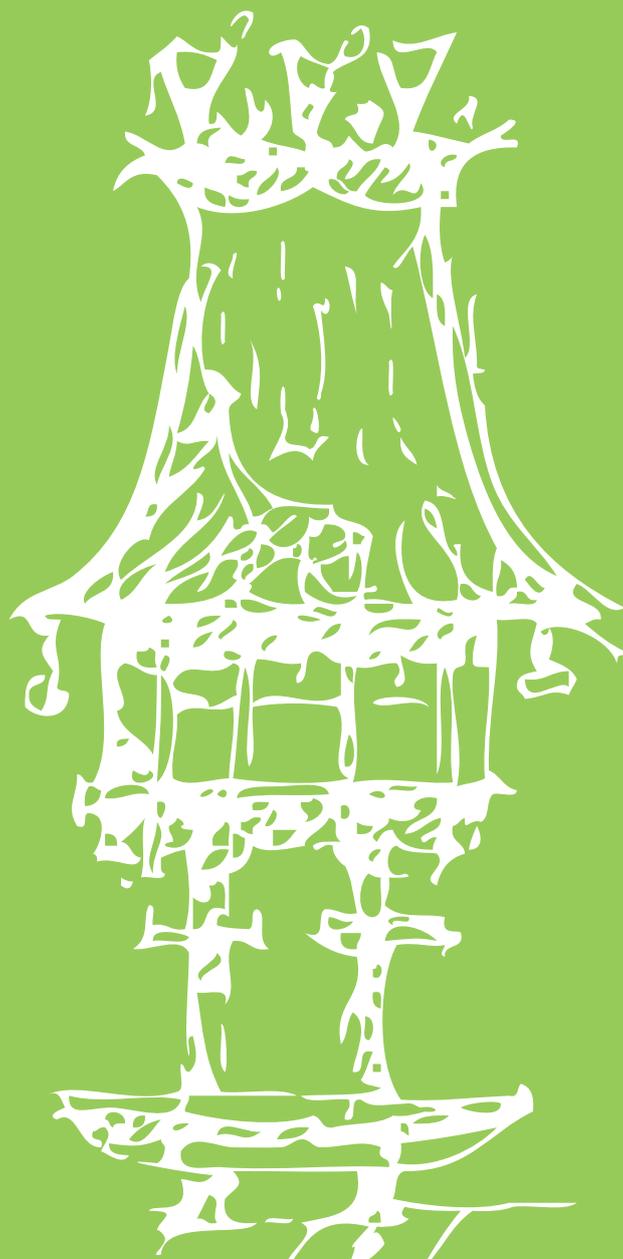
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO DE TIMOR-LESTE  
2013



## Índice

|  |            |
|--|------------|
| <b>Motor e Sistemas .....</b>  | <b>5</b>   |
| 4. Sistema de transmissão: seus componentes, funcionamento e manutenção.....                   | 6          |
| 4.1. Embraiagem.....   | 7          |
| 4.2. Caixa de velocidades.....   | 14         |
| 4.3. Diferencial.....  | 28         |
| 4.4. Redutores finais .....  | 34         |
| 4.5. Rodas .....   | 36         |
| 4.6. Travões - comando de acionamento e órgãos de travagem .....                               | 50         |
| 4.1. Direção.....  | 59         |
| 4.2. Tomada de força .....   | 67         |
| 4.3. Sistema hidráulico .....  | 71         |
| 4.3.1. Funcionamento do sistema hidráulico.....  | 72         |
| 4.3.2. Ligação trator - alfaias.....   | 88         |
| 4.4. Veios telescópicos de cardans .....   | 96         |
| 5. Adaptação da via do trator a determinada cultura.....                                       | 99         |
| 6. Sistemas do trator com controlo ou apoio eletrónico .....                                   | 100        |
| 7. Utilização dos diversos sistemas aplicando as normas de segurança e saúde no trabalho ..... | 104        |
| <b>Atividades - Exercícios .....</b>   | <b>109</b> |
| <b>Bibliografia .....</b>  | <b>124</b> |







# Motor e Sistemas

Módulo 3  
(Continuação)

#### 4. Sistema de transmissão: seus componentes, funcionamento e manutenção

A **transmissão** é o conjunto de mecanismos que transmitem a energia fornecida pelo motor aos órgãos que asseguram o seu deslocamento e aos que movimentam as máquinas que lhe estiverem ligadas. Para que possa cumprir as suas funções, tem os seguintes componentes básicos (fig. 137):

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

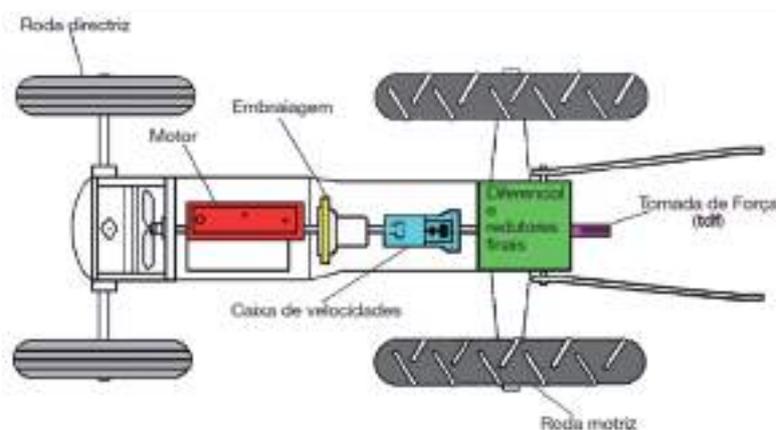


Figura 137 - Componentes da transmissão

- **Redutores finais** - para reduzir a velocidade de rotação das rodas e aumentar o binário. A transmissão do movimento entre órgãos pode fazer-se por (fig. 138):

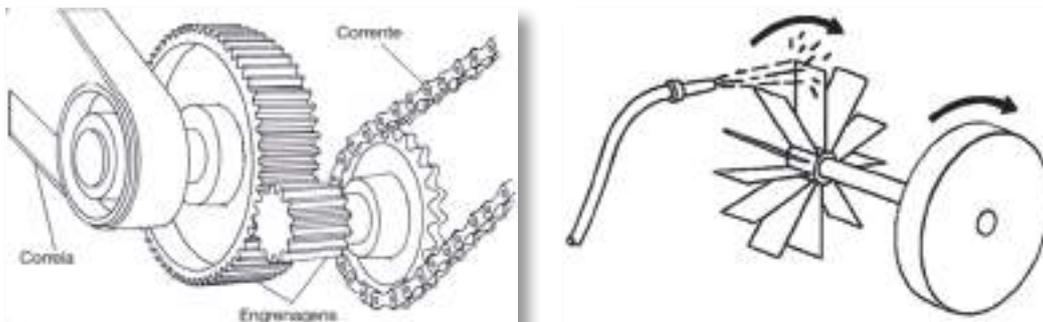


Figura 138 - Redutores finais



- **Engrenagens** - sistema mais utilizado quando as cargas são grandes;
  - **Correntes** - utilizadas, de preferência, para a ligação entre eixos com rodas dentadas;
  - **Correias** - usadas, principalmente, para a ligação entre eixos paralelos.
  - **Fluidos** - sistema atualmente mais utilizado e que vai substituindo os anteriores.
- Em qualquer dos casos existem vários tipos.

## 4.1. Embraiagem

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

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

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

Dos vários tipos de embraiagem citaremos os seguintes:

### - DE DISCO

A figura 139 dá-nos uma ideia do princípio de funcionamento desta embraiagem: - dois **discos**, cada um com o seu próprio eixo, um a girar e o outro parado; enquanto não se tocam, um gira a uma velocidade determinada e o outro não se move. Se juntarmos o parado ao que está em movimento, ambos acabam a girar unidos e à mesma velocidade.

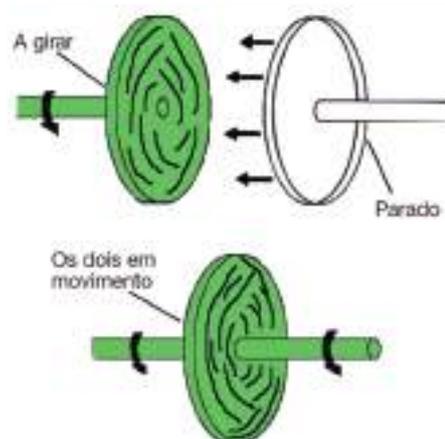


Figura 139 - Embraiagem de discos

<sup>1</sup> O movimento de levantamento do pedal deve ser lento e progressivo.



Portanto, o seu funcionamento baseia-se na aderência entre duas superfícies, quando colocadas em contacto; *uma é solidária com o volante e a outra com o veio da transmissão*. Podem ser de **disco único, disco duplo ou duplo efeito**, ou **discos múltiplos** secos ou em banho de óleo.

## - De disco único

A figura 140 A representa uma embraiagem de disco único (monodisco) que tem uma parte solidária com o volante e outra com o veio da transmissão, que é o **veio primário**, unidas por duas superfícies de fricção e por um mecanismo que comprime ou afrouxa essas superfícies.

Solidário com o volante está a **tampa**, fixa a ele por meio de parafusos; gira assim o **prato de embraiagem ou prato de pressão**, no qual se apoiam fortes **molas** que o empurram contra o volante, ficando o disco preso entre ambos (fig. 140 B).

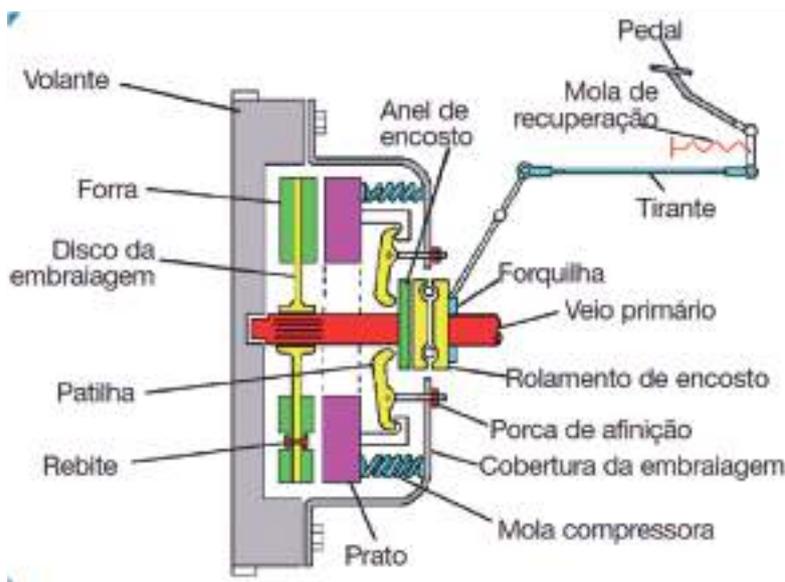


Figura 140 - Embraiagem de disco único e pormenor

O disco tem, de ambos os lados, **forras** (também designadas por **guarnições** e **balatas**) de superfície rugosa, constituídas por fios metálicos e amianto. Quando o disco gira, gira o veio também (fig. 141 A).



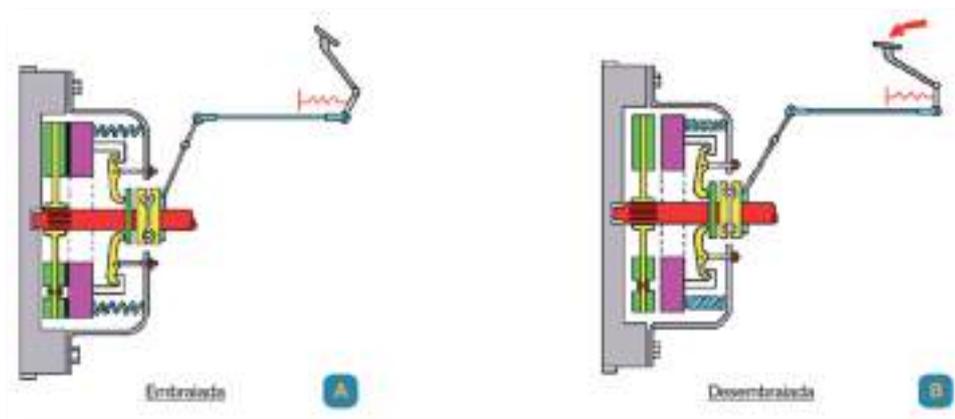


Figura 141 - Funcionamento da embraiagem

Por fim há o **rolamento de encosto**, sobre o qual atua o pedal; ao pisá-lo (desembraiar) o prato vence a resistência das molas e o disco fica livre, interrompendo o movimento do eixo que vai à caixa de velocidades, detendo-se a máquina (fig. 141 B).

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

#### - De duplo efeito

É de disco duplo e permite ligar e desligar, sucessivamente e numa sequência precisa, dois veios conduzidos: *o do avanço do trator e o da tomada de força*. Neste caso e como se pode ver na figura 142, há dois discos, um para cada lado de um prato intermédio. A figura também nos mostra *dois veios*: o **interno** que é o **veio primário** da caixa de velocidades e o **externo**, coaxial com aquele, que aciona a tomada de força.

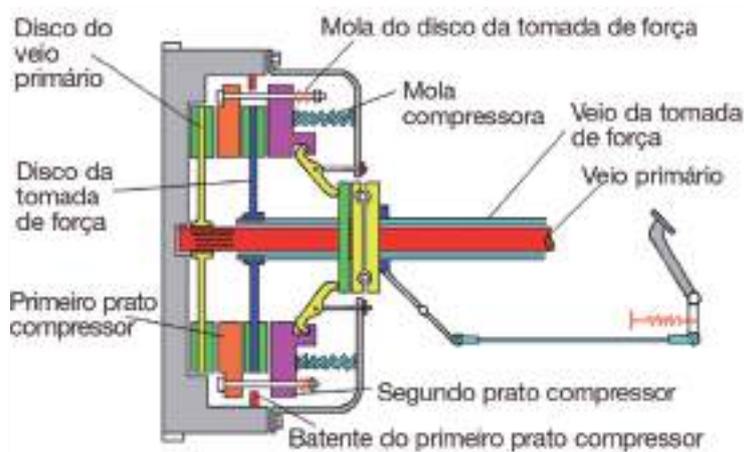


Figura 142 - Embraiagem de duplo efeito



Quando o conjunto está embraiado o primeiro disco fica preso entre o prato intermédio e o volante, enquanto que o segundo está entre o prato de pressão e o prato intermédio (figs. 143 A e 143 B).

Assim, quando se desembraia (fig. 143 C), liberta-se primeiro o disco que comanda o veio interno, ou seja o do avanço do trator e, depois de uma maior deslocação do pedal, o do veio exterior, ou seja o da tomada de força.

A folga do pedal será a indicada pelo fabricante.

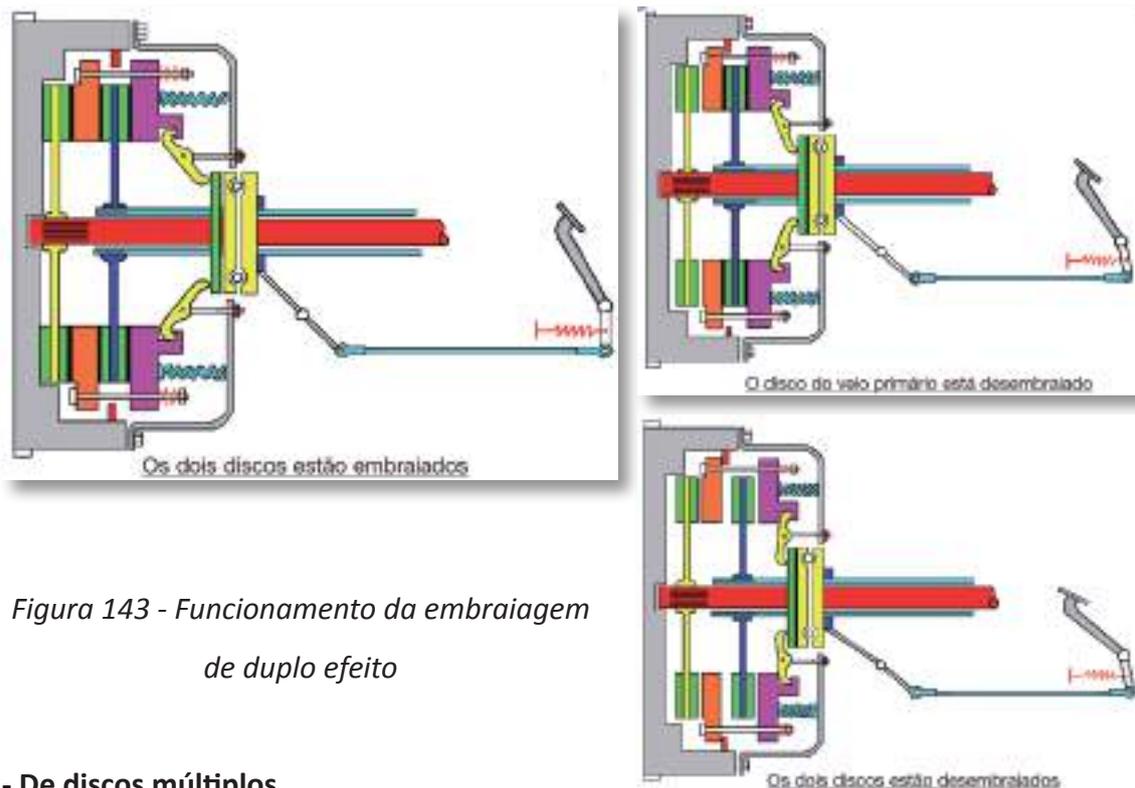


Figura 143 - Funcionamento da embraiagem de duplo efeito

**- De discos múltiplos**

Este tipo (fig. 144) é constituído, essencialmente, por duas séries de discos, macho e fêmea, um compressor dos discos e uma mola.

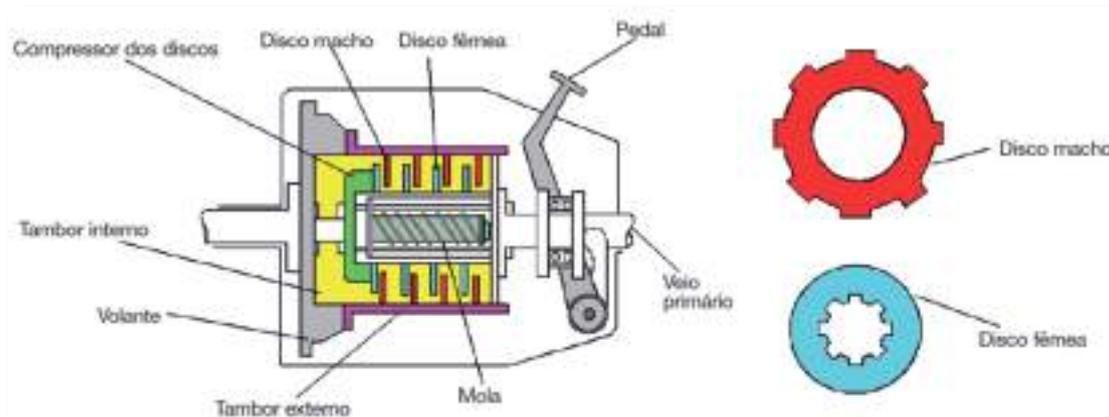


Figura 144 - Embraiagem de discos múltiplos



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

O funcionamento processa-se da seguinte forma: para transmissão do movimento do motor deixa-se o pedal livre; a *mola* obriga o *compressor dos discos* a comprimi-los uns contra os outros. Calcando o pedal anula-se a ação da mola, os discos desencostam-se e o motor fica “desengatado”.

Estas embraiagens podem ser de discos secos ou em banho de óleo.

A folga a dar ao pedal é indicada pelo fabricante.

### - CENTRÍFUGA

Neste tipo há umas sapatas<sup>2</sup> dispostas de tal forma que se afastam mecanicamente e por ação da força centrífuga (fig. 145) encostam-se ao *tambor*, transmitindo movimento do motor para a transmissão.

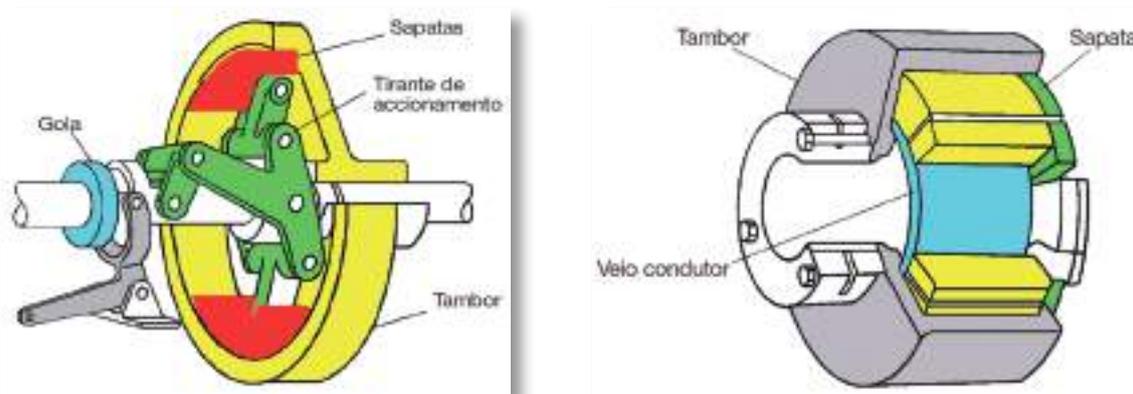


Figura 145 - Embraiagem centrífuga

O desligamento faz-se automaticamente e ao ralenti; a ligação retoma-se a partir de um determinado número de rotações; no entanto e como se pode ver na figura 145, existe um tirante de acionamento que permite a interrupção do movimento a qualquer momento, independentemente da rotação do motor.

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

<sup>2</sup> Estas sapatas têm o “mesmo” efeito dos discos com forro.



**- CÓNICA**

O esquema da figura 146 ilustra a sua composição e funcionamento: o *cone interior* é pressionado por intermédio de uma *gola*, até se estabelecer um encosto com o *cone exterior*; a partir deste momento é possível a transmissão da força.

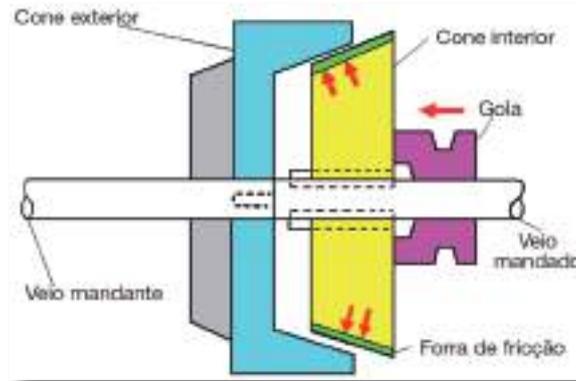


Figura 146 - Embraiagem cónica

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

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

**- HIDRÁULICA**

Também designada por turbo embraiagem, é montada, geralmente, a seguir ao motor e consta de dois rotores (fig. 147):

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

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

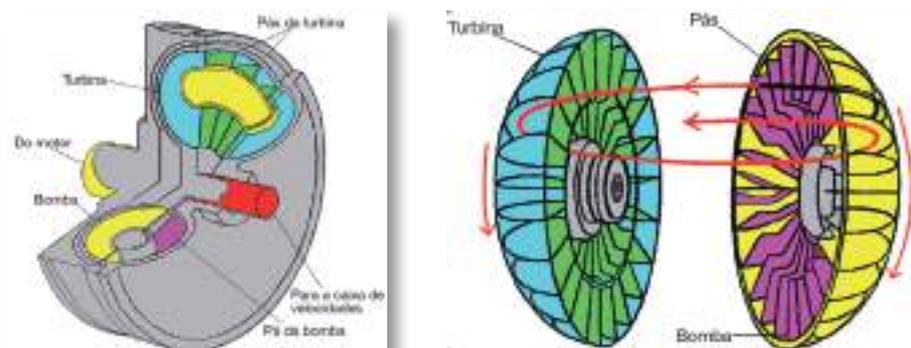


Figura 147 -  
Embraiagem  
hidráulica



A bomba gira sempre que o motor trabalha e impulsiona o óleo, que põe em marcha a turbina; se a resistência desta obrigar a um esforço excessivo fica parada, mas a bomba continua a girar evitando a paragem do motor. A figura 148 - A, B e C, ilustra o seu funcionamento.

**A - “Ralenti”** - a bomba está ligada ao motor e voltada para a turbina, da qual está separada por um pequeno intervalo; à velocidade de “ralenti” a impulsão do óleo é insuficiente para fazer girar a turbina e, portanto, deslocar a máquina;

**B - Regime de baixa e média rotação** - à medida que o motor acelera, a força centrífuga impele o óleo para a turbina, transmitindo algum esforço de rotação, mas ainda há, no conjunto, muita patinagem, pelo que o veio de saída gira mais devagar que o de entrada;

**C - Regime de média e alta rotação** - assim que o motor atinge uma velocidade determinada a impulsão do óleo transmite, praticamente, a totalidade do binário-motor, o que se traduz num efeito de transmissão direta com o veio de saída a rodar a, aproximadamente, 98 % da velocidade do veio do motor.

Estas embraiações reduzem as vibrações ou pancadas bruscas que se transmitem à caixa de velocidades e são, conseqüentemente, mais suaves e permitem a paragem do veículo sem desembraiar.

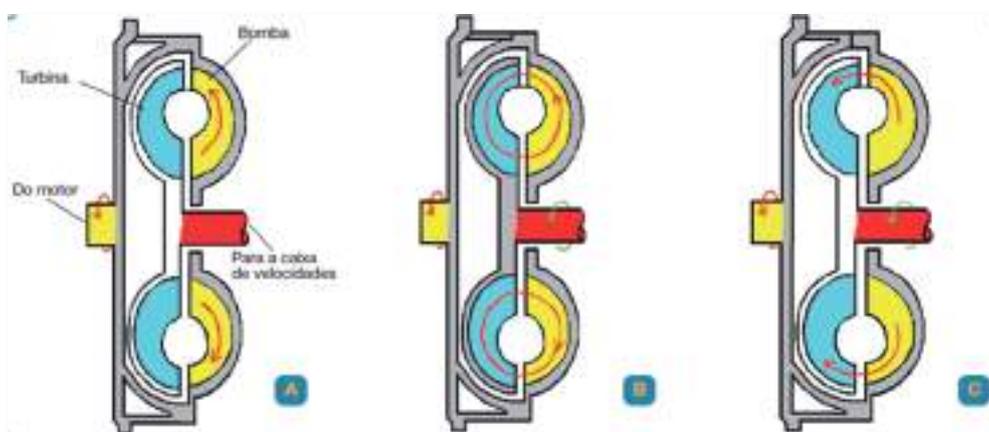


Figura 148 - Funcionamento da embraiagem hidráulica

#### - DE RODA LIVRE

A figura 149 representa, de forma esquemática e muito simples, o princípio de funcionamento desta embraiagem:

- Em **A** o *veio mandante* gira no sentido contrário ao dos ponteiros de um relógio e todo o conjunto o faz solidário com ele; ao deixar de girar, como em **B**, o *veio mandado* continua a girar no sentido em que girava mas independente do ativo, que não arrastará o passivo



enquanto não girar mais depressa do que ele; no caso do veio mandado girar a uma velocidade superior deixa de ser transmitida potência do veio mandante para o mandado.

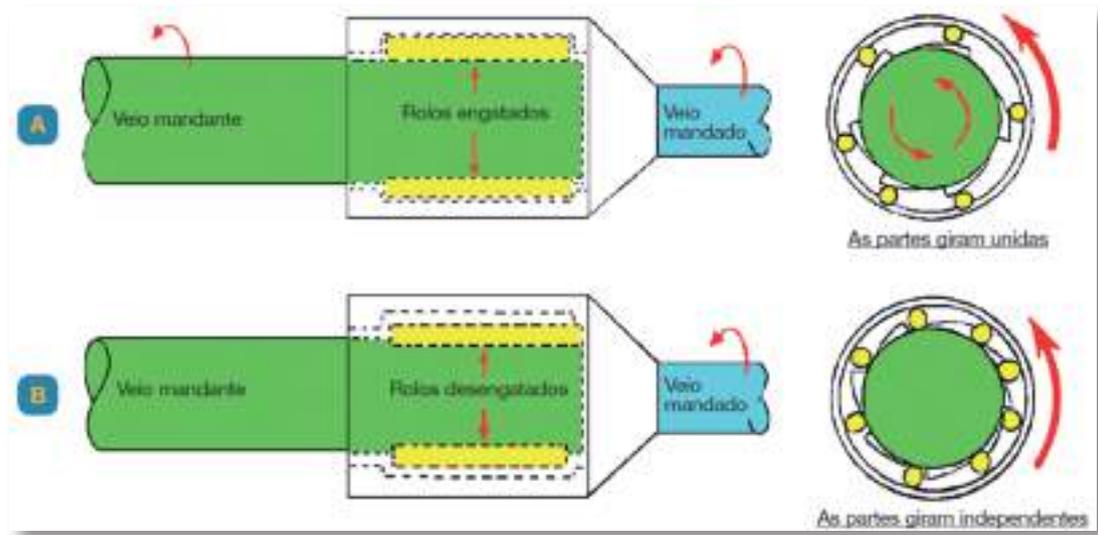


Figura 149 - Embraiagem de roda livre

## 4.2. Caixa de velocidades

A **caixa de velocidades** é um elemento da transmissão que permite obter, à escolha, um certo número de relações de desmultiplicação entre um veio de entrada (veio condutor) e o veio de saída (veio conduzido).

A velocidade de realização dos trabalhos agrícolas é muito variável; assim, o trabalho de sementeira ou acionamento de uma fresa pode oscilar entre 1 a 2 Km/h, a realização de uma lavoura pode variar entre os 4 a 5 Km/h ao passo que a realização de transportes pode ser feita até 25 ou 40 Km/h.

Portanto, para a realização dos diversos trabalhos à velocidade mais adequada é necessário dispor da desmultiplicação mais conveniente.

Só é possível obter, com eficácia, este resultado quando, na caixa, exista um número considerável de relações ou combinações de caixa.

Colocada a seguir à embraiagem, permite obter um determinado número de rotações de desmultiplicação entre o movimento de entrada, vindo do volante do motor pelo **veio primário ou condutor** e a saída pelo **veio secundário ou conduzido**.

As caixas podem ser **mecânicas**, ou **assistidas** por sistema hidráulico. As primeiras são as denominadas **convencionais** e as segundas são as chamadas **automáticas**.



Relativamente ao número de relações possíveis dispõem, geralmente, de 6 a 24 velocidades, ou mais, para a frente e 2, 8 e 12, ou mais, para trás, podendo existir um **inversor de marcha** que permite obter para trás as mesmas combinações de caixa que existem para a frente.

Quanto à velocidade de avanço (de deslocação) situa-se entre alguns metros e quilómetros por hora.

Uma **caixa convencional** consta, fundamentalmente, de (fig. 150):

- **Veio primário** - é o que vem do motor; está diretamente ligado ao disco da embraiagem e ao veio intermediário por uma engrenagem;
- **Veio secundário** - vai diretamente ao diferencial e fica, normalmente, no mesmo alinhamento do primário; é estriado e suporta os carretos móveis;
- **Veio intermédio** - também conhecido por **intermediário**, engrena no veio primário; situa-se paralelamente aos outros dois eixos e estão fixos nele um certo número de carretos, cujo conjunto constitui o trem fixo;
- **Dispositivo de marcha atrás** - conjunto de carretos onde engrena um outro, do veio secundário (o da 1ª);
- **Garfos** - em número de dois ou três, deslizam ao longo dos eixos ou guias dos garfos e terminam em forquilha, servindo para deslocar os carretos móveis a fim de engrenar as velocidades.

Há uma posição da alavanca de velocidades em que nenhum carreto do veio secundário está engrenado com carretos do veio intermédio; é a posição de **ponto morto** (fig. 150) em que não há transmissão de movimento. As *diferentes combinações de caixa* conseguem-se deslocando os carretos do veio secundário e engrenando-os com o carreto correspondente do veio intermédio, tal como se pode ver na figura 151.

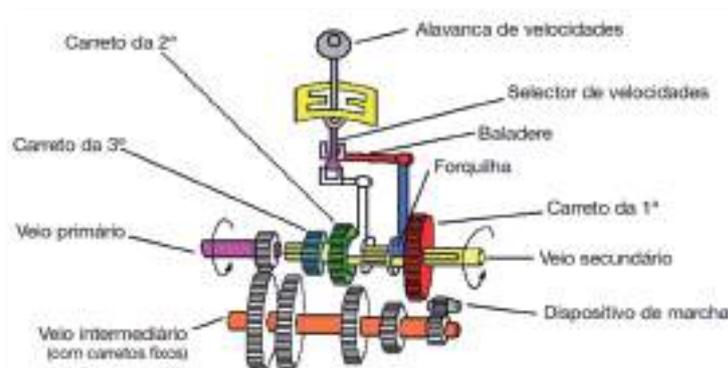
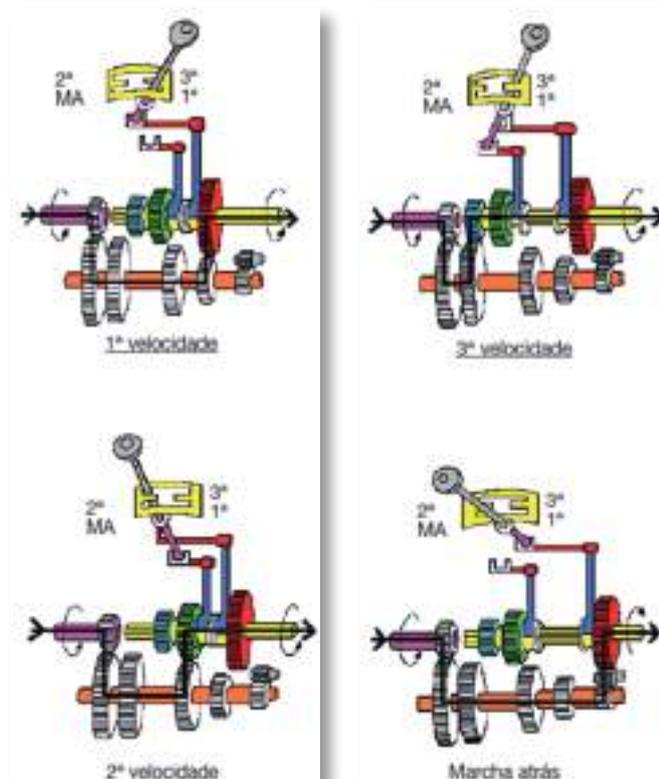


Figura 150 - Constituintes de caixa de velocidades convencional



Figura 151 - diferentes combinações da caixa de velocidades



Para além da caixa descrita, de três velocidades, os tratores podem estar equipados com caixas de 4, 5, 6, ou mais velocidades. Intercalada antes ou depois da caixa propriamente dita há um redutor que, praticamente, não é mais do que um dispositivo mecânico equivalente a uma segunda caixa. Inicialmente começou por ter apenas duas posições denominadas altas e baixas, ou seja, para cada combinação de caixa selecionada há, respetivamente, mais velocidade e menos força, ou mais força e menos velocidade (fig. 152). Isto equivale a que se um trator tiver, por exemplo, 3 velocidades para a frente e uma para trás, obter-se-ão seis para a frente e duas para trás.

As combinações de caixa foram sucessivamente aumentadas para 3, 4, 5 e 6 e passaram a ser denominadas por *grupos* 1, 2, 3, 4, 5 e 6, ou *grupos* A, B, C, D, e E, possibilitando a disponibilidade de maior número de relações de transmissão face às cada vez mais e maiores exigências dos diversificados trabalhos.

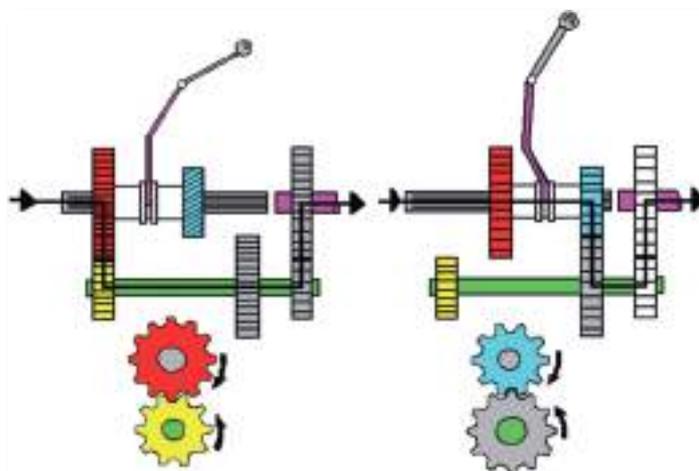


Figura 152 - Altas e baixas



As figuras seguintes mostram a caixa de velocidades e o grupo redutor (fig. 153), bem como a primeira, segunda, terceira e marcha atrás altas, respetivamente, figuras 154, 155, 156 e 157.

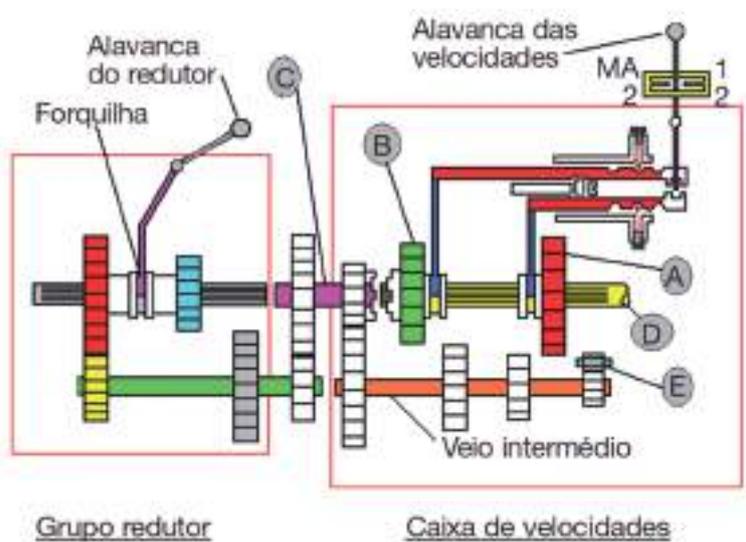


Figura 153: Esquema da Caixa de velocidades  
 A - Carreto da primeira;  
 B - Carreto da segunda;  
 C - Veio primário;  
 D - Veio secundário;  
 E - Engrenagem da marcha atrás

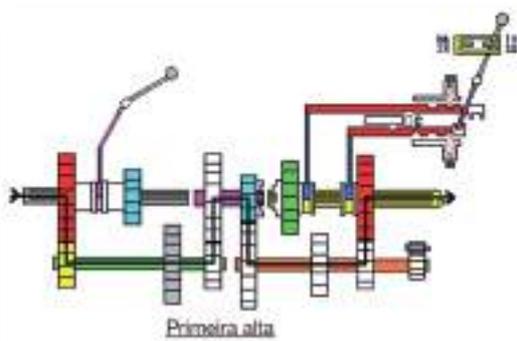


Figura 154 - Caixa com 1ª Alta engrenada

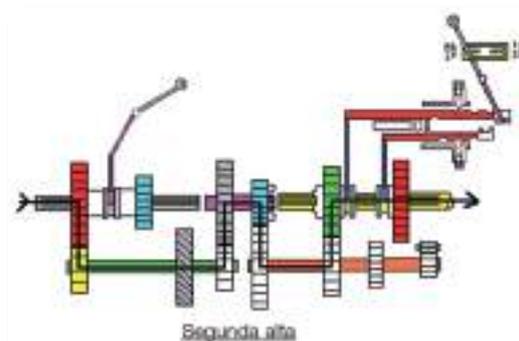


Figura 155 Caixa com 2ª Alta engrenada

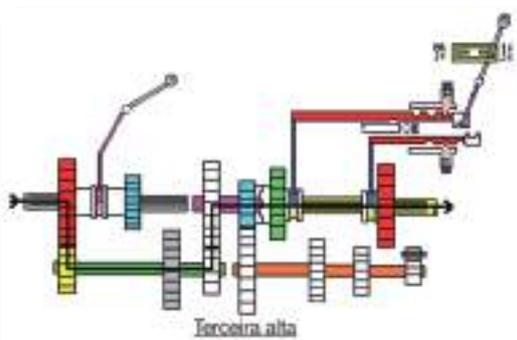


Figura 156 - Caixa com 3ª Alta engrenada

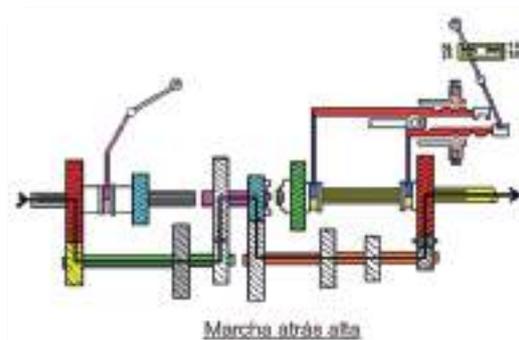


Figura 157 Caixa com Marcha Atrás Alta engrenada



A **caixa sincronizada**, também conhecida como **de carretos permanentemente engrenados** (fig. 158) consta de órgãos algo semelhantes aos de uma caixa convencional tendo, porém, **dispositivos sincronizadores** montados em estrias do veio secundário e carretos com dentes helicoidais sempre engrenados, onde os do veio secundário giram loucos sobre este veio.

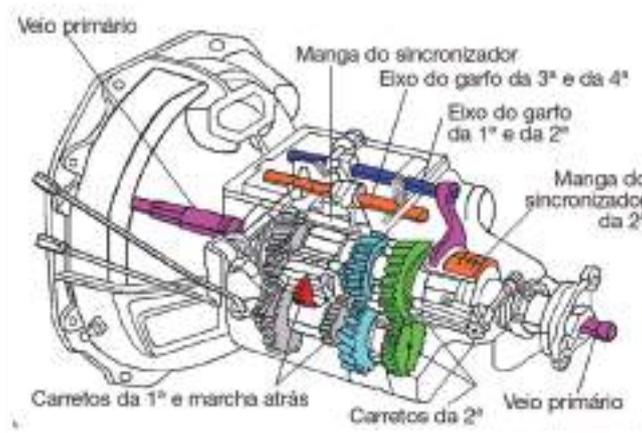


Figura 158 - Caixa sincronizada

Os **dispositivos sincronizadores** (fig. 159) funcionam da seguinte forma: quando se aciona a alavanca do seletor das velocidades faz-se deslocar a **coroa** do sincronizador que, por sua vez, empurra o **cone de sincronismo**, também conhecido por **cone de sincronização fêmea**, de encontro ao **cone de sincronização**, também conhecido por **cone de sincronização macho**, do carreto que se pretende engrenar.

Deste modo os cones funcionam como uma embraiagem cônica e uniformizam o movimento de ambos os carretos. Pela pressão do garfo a coroa vence a ação dos fixadores e os seus dentes vão engatar nos carretos da velocidade escolhida.

Como se pode ver na figura 159, cada grupo sincronizador serve duas velocidades distintas, o que equivale a dizer que uma caixa de quatro velocidades para a frente e uma para trás tem dois grupos sincronizadores, visto que a marcha atrás não é sincronizada. Há **caixas semi-sincronizadas**, que são aquelas em que nem todas as velocidades são sincronizadas.

Neste caso, normalmente, são sincronizadas as duas ou três velocidades mais altas, ou sejam as denominadas *de estrada*.

Atualmente é comum os tratores agrícolas virem equipados com **caixas mecânicas assistidas por sistema hidráulico**, com comando mecânico ou elétrico e podendo, ou não,



ser geridas eletronicamente. Desta forma a caixa fica automatizada, visto que se pode mudar de velocidade sem interromper a transmissão de força, ou mudar em função da carga aplicada e da aceleração, sem intervenção do operador, após se terem selecionado as velocidades adequadas ao trabalho a executar. Esta caixa também é conhecida por **sistema Power Shift**.

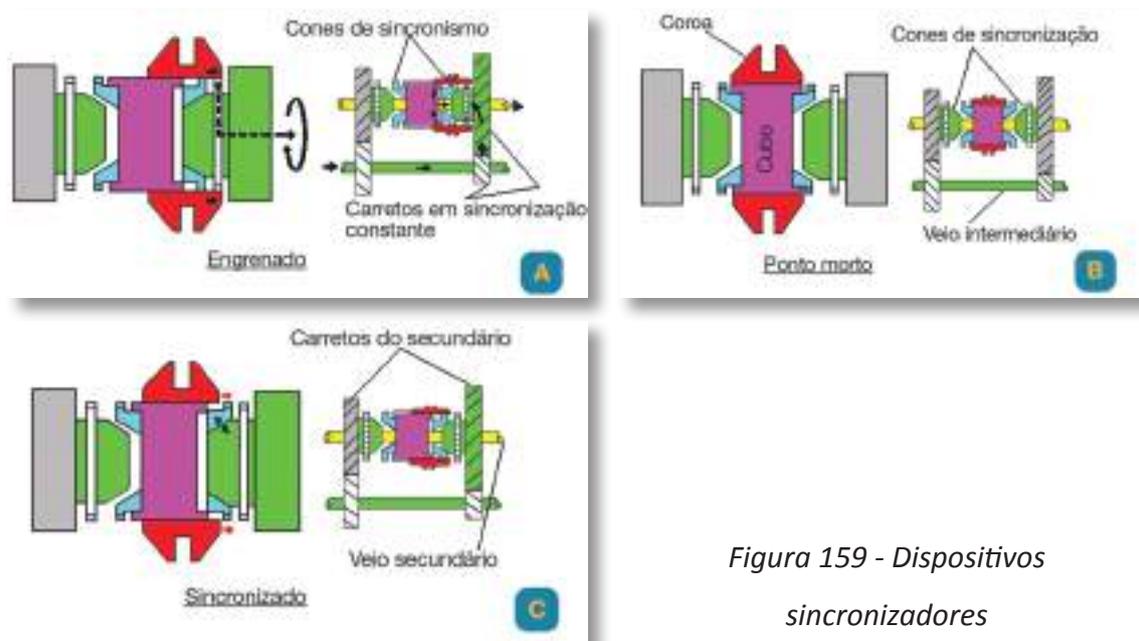


Figura 159 - Dispositivos sincronizadores

Aproveitando a força hidráulica há também a caixa de variação contínua, a transmissão hidráulica e o conversor de binário.

A **caixa assistida hidraulicamente (Power Shift)** caracteriza-se, como se disse, pela possibilidade de mudança de velocidade sem interrupção da transmissão de força. São constituídas, essencialmente, por embraiagens de discos múltiplos de comando hidráulico e por engrenagens para a transmissão da força.

Quando o operador pretende mudar de velocidade atua na embraiagem, que aciona a engrenagem da velocidade pretendida, ou então a transmissão é comandada eletronicamente em que, por exemplo, sensores registam e enviam ao computador de bordo os valores do binário do veio de saída da caixa, a rotação do motor e a posição do acelerador, comandando este a electroválvula correspondente à embraiagem da válvula imediatamente abaixo, ou acima, da que está em serviço. As engrenagens utilizadas nesta caixa são de **trem fixo** (carreto com carreto), ou **epicicloidais**; de cada grupo obtêm-se, normalmente, duas velocidades.

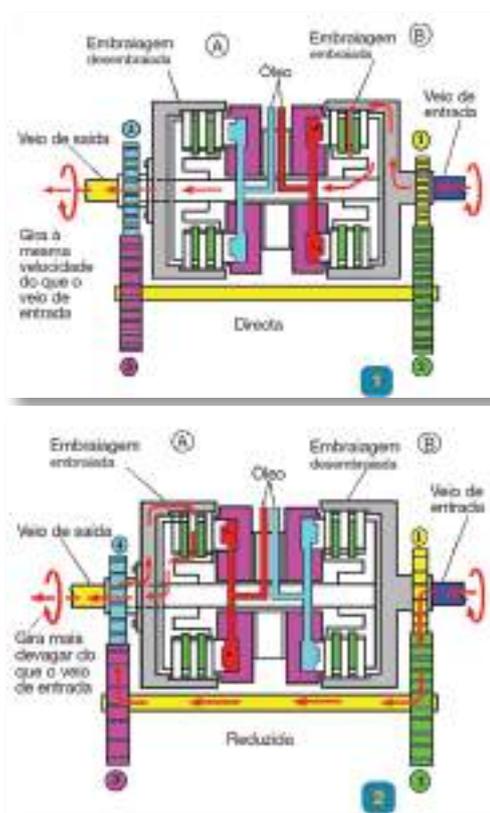


A figura 160 mostra um dos grupos (*trem fixo*) constituído por duas engrenagens permanentemente engrenadas e duas embraiagens de discos múltiplos; sempre que se embraia uma desembra-se a outra.

O **veio de entrada** é solidário com o carreto **1** e com o tambor da embraiagem **B**. O **veio de saída** é solidário com os cubos das duas embraiagens. O carreto **4** é solidário com o tambor da embraiagem **A**.

Na velocidade **direta** (fig. 160 - 1) o movimento entra pelo veio de entrada e passa ao de saída através da embraiagem **B**. Na velocidade **reduzida** (fig. 160 - 2) o movimento passa pelas engrenagens de redução até à embraiagem **A** e desta para o veio de saída.

A figura 161 ilustra o mesmo princípio de funcionamento, mas entre os carretos **1** e **2** foi intercalado outro, o **5**, que permite a inversão de marcha.



A

Figura 160 - Caixa de Velocidades acionada hidraulicamente

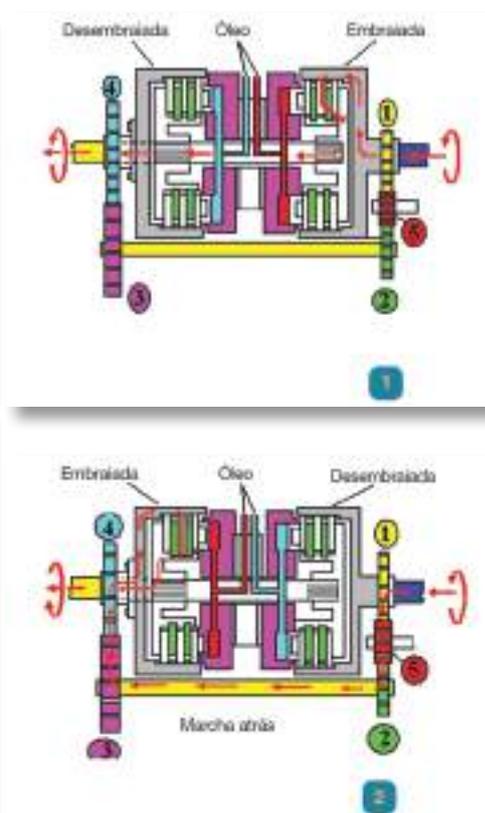


Figura 161 - Inversor acionado hidraulicamente

**caixa de velocidades de trens epicicloidais** é, atualmente, das mais utilizadas.

A **engrenagem epicicloidal** (fig. 162) é constituída por um carreto central denominado **planetário** (também conhecido por **pinhão sol**), onde estão engrenados três, ou mais, carretos chamados **satélites** que, por sua vez, engrenam na **coroa**, que é interiormente dentada.



O *planetário* está montado na extremidade de um veio; a *coroa* apoia-se na estrutura de montagem do conjunto e os *satélites* montam-se num *porta-satélites*, que também termina num veio.

Estas engrenagens são muito aplicadas na transmissão de força, especialmente em *caixas automáticas* devido ao número de razões de transmissão que se podem obter de cada conjunto, bem como em *grupos redutores*, uma vez que a força transmitida é repartida por vários carretos, contribuindo assim para uma menor dimensão e desgaste das engrenagens, comparativamente com qualquer outro tipo. Também não existem forças laterais porque o veio de entrada fica alinhado com o de saída.

Para obter variação de velocidade de saída, em relação à de entrada, um dos elementos, em princípio, deve estar parado.

Se o movimento entrar pelo planetário e a coroa ficar fixa, os satélites tomam o movimento de rotação sobre o seu eixo e de translação sobre a coroa, arrastando o porta-satélites. Desta forma a velocidade de saída do porta-satélites é reduzida em relação à de entrada.

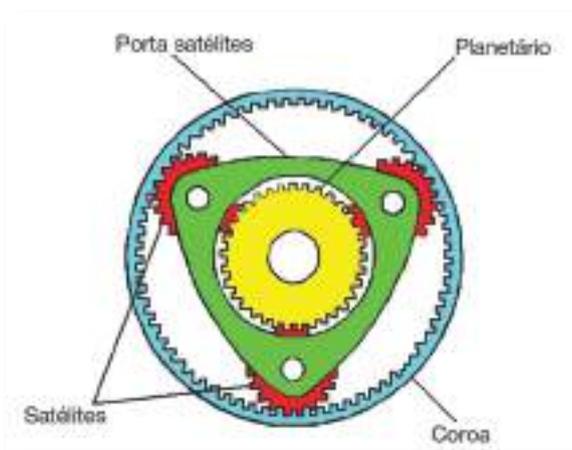


Figura 162 - Engrenagem epicicloidial

Pela mesma lógica, se o movimento entrar pelo veio do porta-satélites e sair pelo planetário, a velocidade aumenta.

Esta engrenagem também permite que o movimento de entrada seja igual ao de saída quando o planetário fica solidário ao porta-satélites e a coroa livre.

Se entre o satélite e o planetário for intercalado um segundo satélite e a coroa ficar fixa, inverte-se o sentido de rotação de saída em relação ao de entrada (fig. 163).



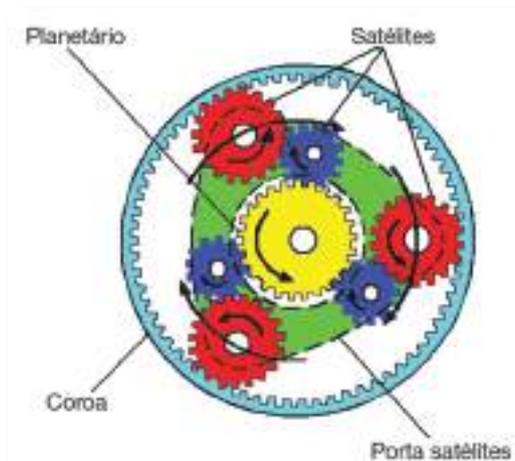


Figura 163 - Sistema planetário e porta-satélites

Também, com apenas um conjunto epicicloidal, se o movimento entrar pelo veio do planetário e sair pelo do porta-satélites, dando mais ou menos rotação à coroa, de forma controlada, a rotação de saída é alterada para mais ou para menos, em função da rotação que é dada à coroa, conseguindo-se uma velocidade progressiva e um número indeterminado de velocidades, quando aplicado numa transmissão de um veículo (caixa de velocidades).

Quando se bloqueiam dois elementos entre si, da mesma engrenagem, o conjunto gira em bloco e o movimento vai direto, como se nada existisse.

Na figura 164 o veio do planetário está solidário com o porta-satélites através da embraiagem 1. A embraiagem 2, que controla a rotação da coroa, está desembrada, deixando-a livre. Assim, todo o conjunto gira em bloco, sendo a velocidade do veio de entrada igual à do de saída.

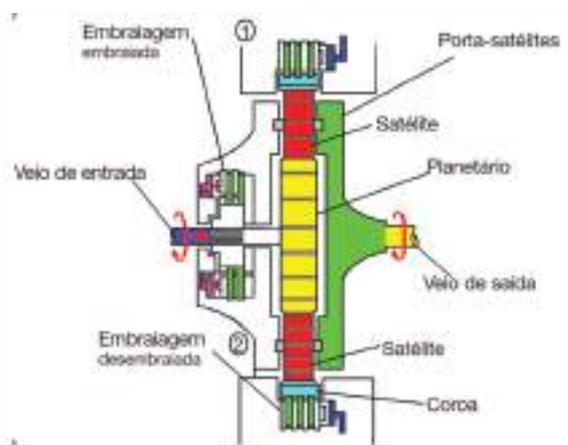


Figura 164 - Veio do planetário solidário com o porta-satélites



Ao contrário, se a embraiagem **1** estiver desembraiada e a **2** embraiada, a coroa fica fixa. Assim, o planetário imprime rotação aos satélites que se deslocam sobre a coroa, arrastando o porta-satélites a uma velocidade mais reduzida do que o planetário. Como tal, o veio de saída gira a uma rotação inferior à do veio de entrada.

Com este sistema de engrenagens pode-se mudar de velocidade, em plena carga, sem interrupção da transmissão de força.

Para a obtenção de várias velocidades a partir de uma caixa, combinam-se dois ou mais sistemas de engrenagens, onde a saída do primeiro sistema é a entrada do segundo.

**Caixa de velocidades contínua** - concebida essencialmente para tratores agrícolas consta, essencialmente, de *uma engrenagem epicicloidal simples, um grupo hidráulico* (constituído por motor e bomba) e *uma engrenagem seletora de gamas de velocidade*, normalmente com duas posições.

Os elementos da engrenagem epicicloidal estão livres; o movimento vindo do motor entra pelo porta-satélites, sai pelo planetário e a coroa aciona a bomba que, por sua vez, envia óleo para o motor (fig. 165) (tanto a bomba como o motor têm débito variável).

A rotação da coroa é controlada pelo caudal de óleo entre a bomba e o motor hidráulico. Este sistema permite velocidades de deslocação do trator que vão de algumas dezenas de metros/hora, até cerca de 50 Km/hora, sendo a variação progressiva.

No arranque, ou a baixa velocidade, se a bomba e o motor estão no caudal máximo permite uma rotação elevada da coroa. Desta forma o planetário reduz a velocidade e a maior parte da potência é transmitida hidraulicamente.

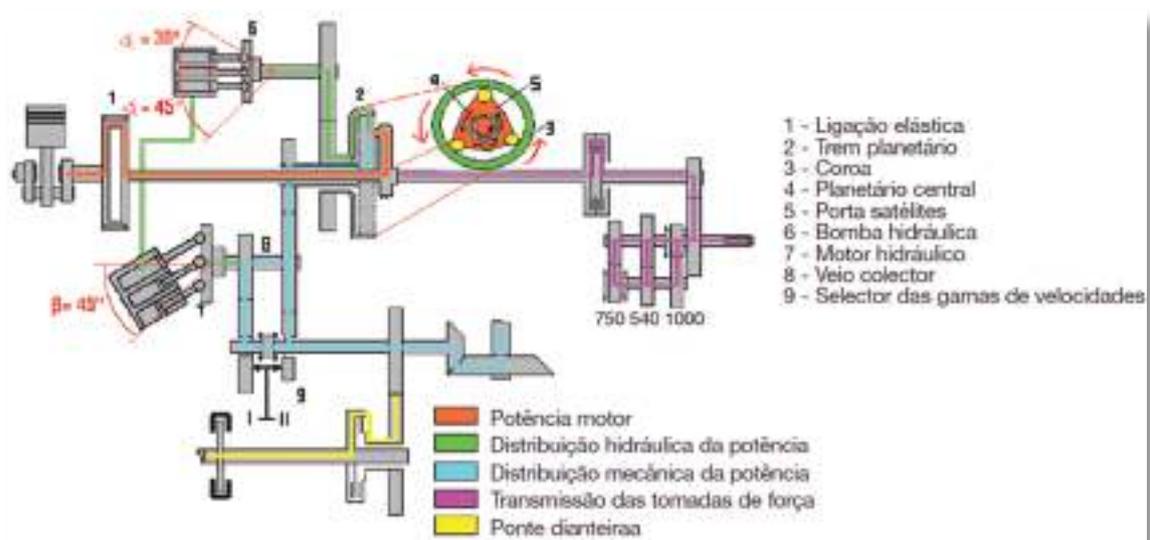


Figura 165 - Caixa de velocidades contínua



A redução do caudal de óleo entre bomba e motor vai reduzindo a velocidade da coroa, aumentando a velocidade de saída para as rodas. Se não houver caudal (entre a bomba e o motor) a coroa fica parada, passando a velocidade e a potência a serem transmitidas mecanicamente, atingindo o trator a máxima velocidade de deslocação.

Na figura 166 A vê-se a bomba e o motor numa posição intermédia em relação ao ângulo de trabalho de  $45^\circ$ ; desta forma a maior percentagem da potência transmite-se hidráulicamente e a restante pela parte mecânica. Nesta posição a velocidade de avanço é de, aproximadamente, 8 Km/hora.



Figura 166 - Posição da bomba e do motor

Na figura 166 B a bomba está com um determinado ângulo mas o motor não; nesta situação não há circulação de óleo entre os dois elementos, pelo que a coroa não gira; como tal a potência é transmitida na totalidade mecanicamente.

O ângulo inverso até  $30^\circ$ , que o prato oscilante do motor faz, permite inverter o sentido da corrente do óleo enviado à bomba, obrigando esta a girar em sentido contrário, conseguindo-se assim a marcha atrás, também com variação de velocidade contínua.

Na figura 165 ainda se pode ver a transmissão das tomadas de força, acionadas diretamente a partir do motor do trator.

Até aqui falámos das caixas mais utilizadas nos tratores agrícolas. No entanto, existem outros equipamentos com transmissão hidráulica tais como, por exemplo, ceifeiras debulhadoras e colhedoras de tomate. **Esta transmissão hidráulica** baseia-se na possibilidade de transmitir força e movimento através de um líquido pela variação do caudal e pressão. Há dois tipos fundamentais de transmissão hidráulica: **hidrodinâmica** e **hidrostática**.



A *hidrodinâmica* consta, principalmente, de uma bomba acionada pelo motor do veículo, que dirige um jacto de líquido (óleo) contra as alhetas de uma turbina, fazendo-a girar. Emprega líquidos a grande velocidade, mas a baixas pressões. *É pouco utilizada em maquinaria agrícola.*

A **transmissão hidrostática** é composta por uma bomba acionada pelo motor do veículo, um motor hidráulico, tubagens, comandos e rodas. *O líquido circula a baixa velocidade, mas a pressões elevadas.* A bomba e o motor hidráulico são de êmbolos axiais, podendo ser de débito fixo, ou variável.

A hidrostática aproveita a propriedade dos líquidos serem incompressíveis. A figura 167 ilustra este princípio: *dois cilindros*, cada um com o seu êmbolo, *um tubo de união* e *óleo* a encher os cilindros e o tubo; ao aplicar uma força ao êmbolo da esquerda, esta transmite-se ao da direita com o mesmo valor, através do óleo que não se comprime (é incompressível). Uma vez terminada essa força o óleo fica em repouso.

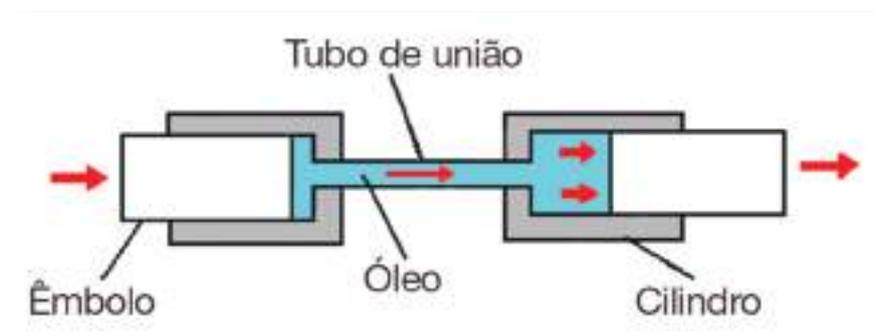


Figura 167 - Transmissão hidrostática

Nesta transmissão os êmbolos da bomba transformam a energia mecânica em energia hidráulica, enquanto os êmbolos do motor hidráulico convertem a energia hidráulica em mecânica.

Tanto a bomba como o motor hidráulico são constituídos por um *bloco circular* onde, axialmente, estão cavados os *cilindros*. Os *êmbolos*, montados nos cilindros, ficam apoiados num *prato oscilante* que, ao girar, provoca movimento de vai e vem. Este prato pode ser de ângulo fixo e a bomba, ou motor, é de caudal constante, ou de ângulo variável, sendo o caudal também variável.

Quanto mais inclinado estiver o prato maior é o curso dos êmbolos, sendo também maior o volume e a pressão do óleo bombeado.



Na figura 168 está representada uma *bomba hidráulica de caudal variável* que aciona um *motor hidráulico de caudal constante*. O prato oscilante do motor tem uma inclinação fixa, pelo que o curso dos êmbolos é sempre igual. Desta forma a bomba envia um determinado caudal de óleo a uma determinada pressão, que faz com que o motor gire a uma determinada velocidade. Através do prato oscilante da bomba pode-se aumentar o caudal, pelo que aumenta a pressão e a velocidade do motor; ao reduzir o caudal baixa a pressão e velocidade do motor.

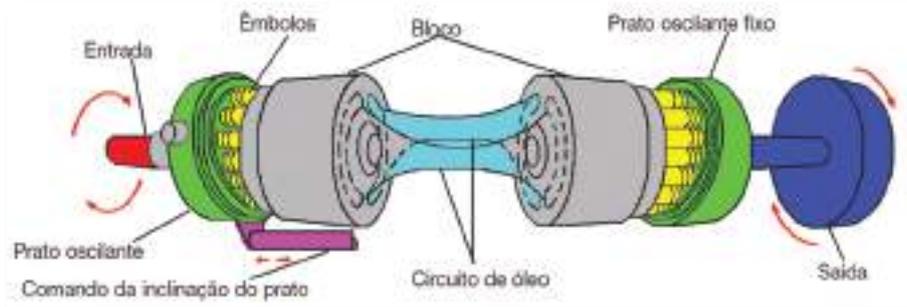


Figura 168 - Bomba hidráulica de caudal variável

Há três fatores que condicionam o funcionamento da transmissão hidrostática:

- *O caudal de óleo* - determina a velocidade;
- *A direção em que circula o óleo* - determina o sentido da rotação;
- *A pressão do óleo* - determina a potência transmitida.

Cada um destes fatores pode variar de uma maneira contínua, o que permite obter, a partir da transmissão hidrostática, uma gama “infinita” de velocidades e binários motor. A bomba e o motor hidráulico formam, até certo ponto, um circuito fechado, uma vez que o óleo que retorna do motor volta à bomba em vez de ir para o depósito. No circuito do óleo (fig. 169) é integrada uma bomba de carga para garantir uma alimentação constante à bomba principal, evitando problemas de absorção.

Como atrás foi dito, as bombas e os motores hidráulicos podem ser de caudal fixo ou variável; como tal podem obter-se, entre bomba e motor, quatro combinações diferentes:

1. Bomba e motor de caudal fixo;
2. Bomba de caudal variável e motor de caudal fixo;
3. Bomba de caudal fixo e motor de caudal variável;
4. Bomba e motor de caudal variável.



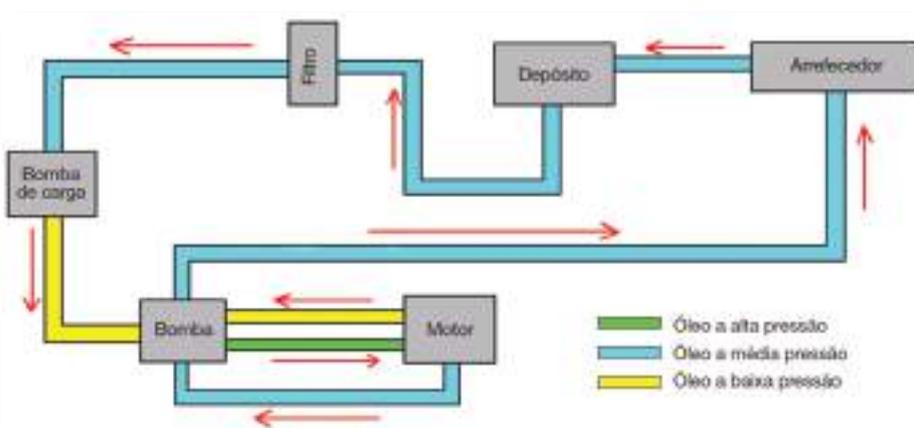


Figura 169  
- Circuito de  
óleo

Para inverter o sentido de rotação com uma transmissão hidrostática, a bomba ou o motor tem de ser de caudal variável e permitir que o prato oscilante inverta o seu ângulo de inclinação (fig. 170).

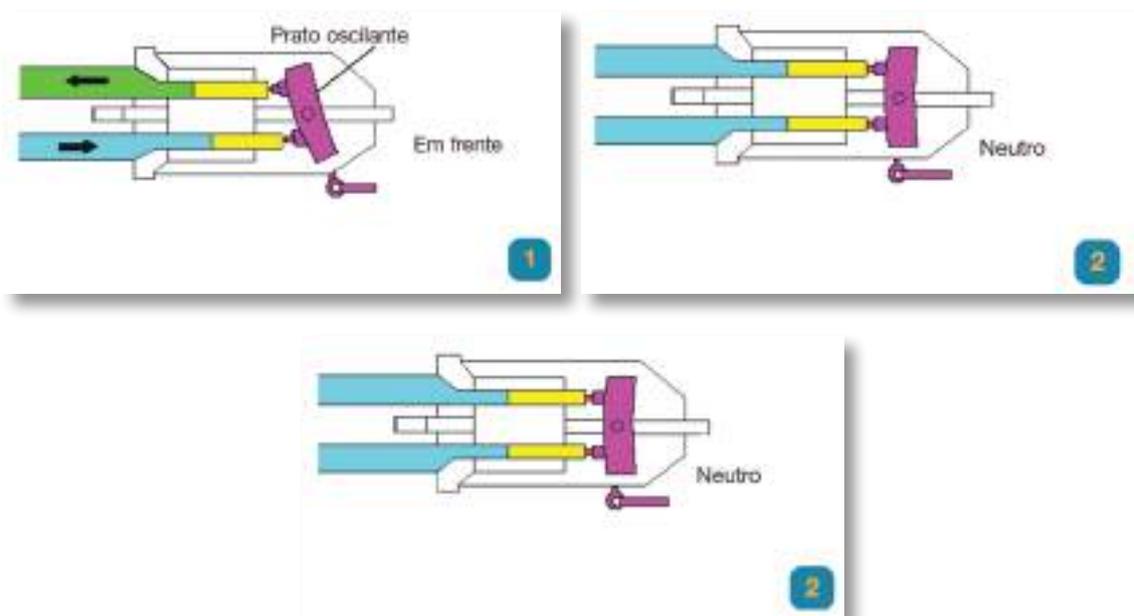


Figura 170 - Inversão do sentido de rotação com uma transmissão hidráulica

Na **posição 1** o prato tem uma determinada inclinação e o óleo é bombeado de forma a fazer girar as rodas motrizes em frente.

Na **posição 2** o prato fica na vertical e a bomba ou o motor não trabalham; o óleo não circula e as rodas motrizes ficam paradas - neutro ou ponto morto.

Na **posição 3** o prato é inclinado para a posição oposta à primeira e o óleo é bombeado na direção inversa, fazendo as rodas motrizes girar para trás.



**Conversor de binário** - por enquanto não é utilizado nos tratores agrícolas, pelo que a ele nos referiremos muito sucintamente.

É uma transmissão hidráulica automática que transforma a energia do motor em energia hidráulica, permitindo variar a velocidade de forma contínua e sem interrupção da transmissão da potência.

Também atua como embraiagem, embraiando e desembraindo o motor da transmissão. O funcionamento é semelhante ao da embraiagem hidráulica. Resumidamente, compõe-se de uma turbina ligada ao veio do motor da máquina, denominada *bomba* e uma segunda turbina que recebe o impulso hidráulico daquela. No centro da turbina bomba há uma outra, mais pequena, chamada *estator*, que pode ter, do lado da transmissão, uma outra turbina para maior aproveitamento da força do óleo projetado. Todo este conjunto está montado num compartimento com óleo, à semelhança da embraiagem hidráulica.

A variação da velocidade e do binário é feita através do controlo de *duas correntes de óleo* nas turbinas (fig. 171): uma, chamada **corrente de turbilhão** provocada pela força centrífuga entre as turbinas e outra, **rotativa**, que se estabelece em volta das referidas turbinas, tendo sempre em conta o valor da aceleração do motor da máquina.

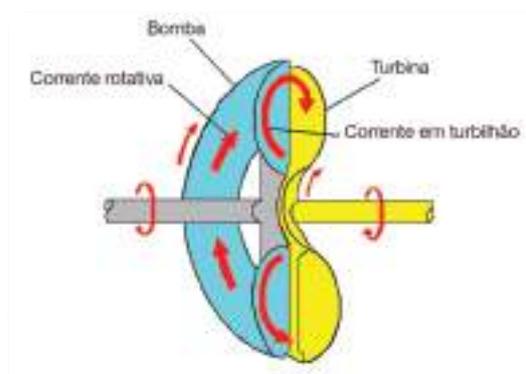


Figura 171 - Corrente de turbilhão e rotativa

A marcha atrás é conseguida através de um inversor, com comando hidráulico.

Todas as caixas de velocidades funcionam com óleo, o qual **deve ser substituído anualmente, ou quando o manual de instruções o determinar.**

### 4.3. Diferencial

As rodas motrizes de um trator agrícola, como de todos os veículos, giram a velocidades diferentes, quando em viragem.

Na figura 172, a roda **A**, ao descrever a curva, percorre uma distância maior e por isso dá mais voltas do que a **B**; se o trator se deslocar em linha reta, ambas giram à



mesma velocidade. Isto é possível graças ao que vulgarmente se designa por diferencial e que é o conjunto de dois elementos: - um **par cónico** e o **diferencial propriamente dito**.

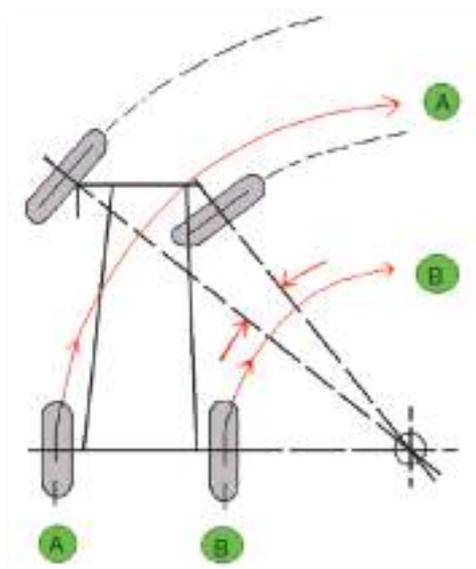


Figura 172 - Trajetórias das rodas do trator

O **par cónico**, composto por um **pinhão de ataque** montado na extremidade do veio secundário e uma **roda de coroa**, ambos com dentes cónicos helicoidais, transforma o movimento de rotação longitudinal que vem do motor em movimento transversal para os **semieixos** (fig. 173).

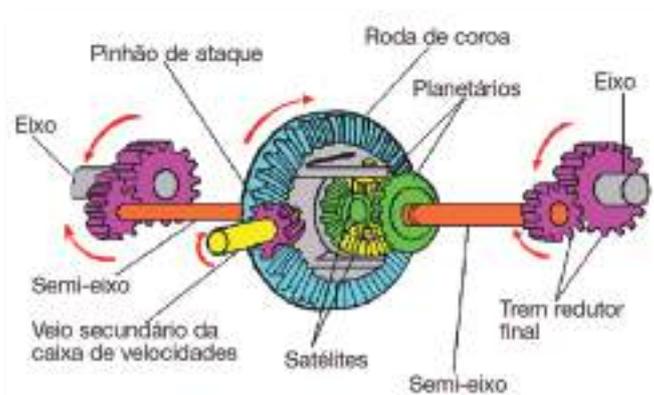


Figura 173 - Par cónico

O **diferencial propriamente dito** (fig. 174) é constituído por *dois carretos cónicos*, cada um solidário com o respetivo semieixo, designados por **planetários**, dois ou quatro carretos, também cónicos, com o mesmo passo (de dente) e engrenados nos anteriores, chamados **satélites**, que giram loucos sobre eixos montados na *caixa do diferencial* solidária com a **roda de coroa**. É o elemento que permite às rodas motrizes girarem à mesma velocidade quando o trator se desloca em linha reta, ou a velocidades diferentes quando descreve uma curva, com a particularidade de repartir a força transmitida pelo motor, independentemente da sua velocidade de rotação.



A força do motor aplica-se à *roda de coroa* por meio de um *pinhão* que a ataca e que se chama, por isso, **pinhão de ataque**. Os *satélites* e os *planetários* giram com a roda de coroa como um conjunto único.

Cada semieixo gira com o seu planetário.

Normalmente e quando a marcha se faz em linha reta, o diferencial girando a uma certa velocidade, os satélites não têm movimento em torno dos seus eixos, atuando como cunhas e, portanto, os planetários rodam à mesma velocidade que a roda de coroa (fig. 174 - A).

Em viragem cada roda gira a uma velocidade diferente (a de dentro menos e a de fora mais); numa curva muito apertada a única que continua a girar é a exterior. Vejamos a figura 174 - B:- o motor transmite movimento à roda de coroa, por intermédio do pinhão de ataque, arrastando os satélites; portanto e por estar parado o semieixo direito, eles (satélites) têm que girar sobre o seu eixo obrigados pelo planetário direito, que fica parado.

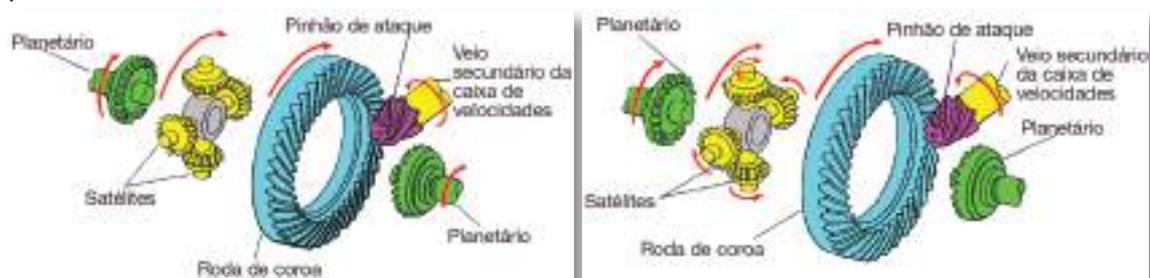


Figura 174 - Funcionamento do diferencial em linha reta (A) e em curva (B)

Como os satélites estão engrenados nos planetários, obrigam o esquerdo a girar, em virtude da força transmitida aos satélites pela roda de coroa. Enquanto a roda de coroa dá uma volta completa o planetário esquerdo dá duas: - uma com a roda de coroa e outra que o obriga a dar os satélites, obrigados a girar pelo planetário direito que está imóvel.

Daqui resulta que, quando a resistência encontrada pelas rodas motrizes é desigual gira mais depressa a que encontra menor resistência. No entanto, cada roda desenvolve a força de tração que lhe corresponde, embora a velocidade diferente.

Os tratores de rasto contínuo ou de lagartas, não estão equipados, geralmente, com diferencial. Para fazerem curvas usam embraiagens montadas nos semieixos que desligam momentaneamente o movimento desse semieixo e respetivo rasto.



O diferencial é fundamental em qualquer transmissão mecânica, mas em determinadas situações torna-se inconveniente, nomeadamente quando uma roda está em local firme e a outra em terreno mais frouxo, começando esta última a patinar. Para evitar tal inconveniente existe a chamada **blocagem do diferencial**, normalmente designada por **bloqueio**, que anula todo o mecanismo descrito, obrigando as duas rodas a dar o mesmo número de voltas. O bloqueio do diferencial consiste na solidarização de um dos semieixos com a caixa do diferencial, ou seja com a estrutura da roda de coroa, impedindo assim a rotação dos satélites sobre o seu eixo (figs. 175 e 176).

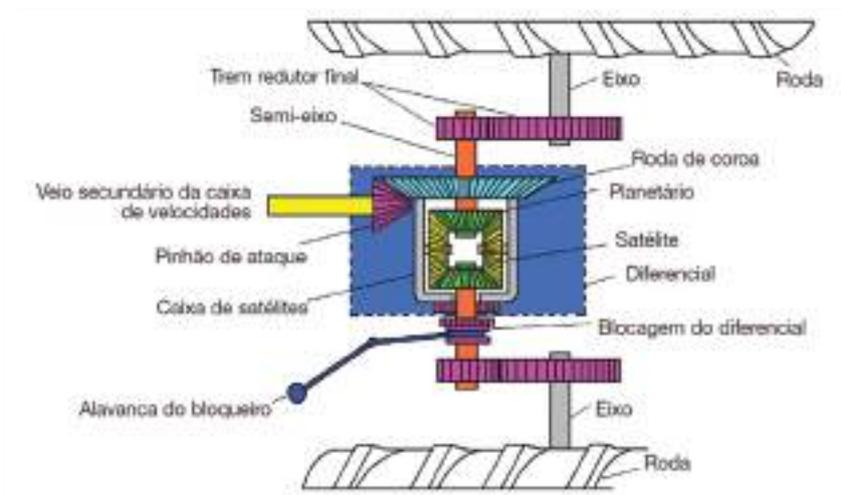


Figura 175 - Blocagem do diferencial

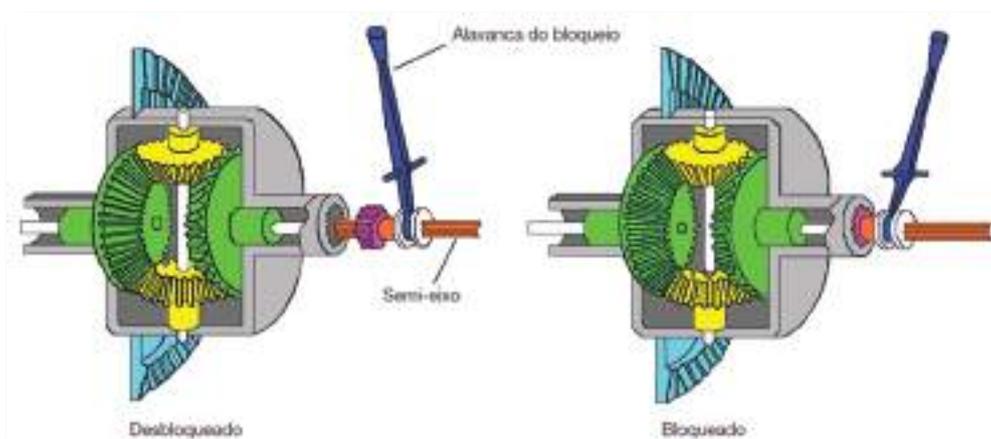


Figura 176 - Blocagem do diferencial

O bloqueio nunca deve ser acionado em curvas, ou em andamento no caso de sistema mecânico. Normalmente só fica ativado quando o pedal ou a alavanca de acionamento estão a ser pressionados, voltando à posição de desligado por ação de uma mola.



A figura 177 A, B e C ilustra um trator numa situação em que é vantajoso o uso do bloqueio.

Há, para o diferencial, três tipos principais de bloqueio:

**1 - Mecânicos** - ativam o sistema mecanicamente através de um pedal ou alavanca, solidarizando um semieixo com a estrutura da roda de coroa, obrigando as duas rodas a girar com o mesmo número de voltas;

**2 - Automáticos** - de funcionamento mecânico, praticamente não são utilizados nos agrícolas. O diferencial está normalmente bloqueado, desbloqueando-se apenas nas curvas. O mecanismo substitui os planetários e os satélites propriamente ditos.

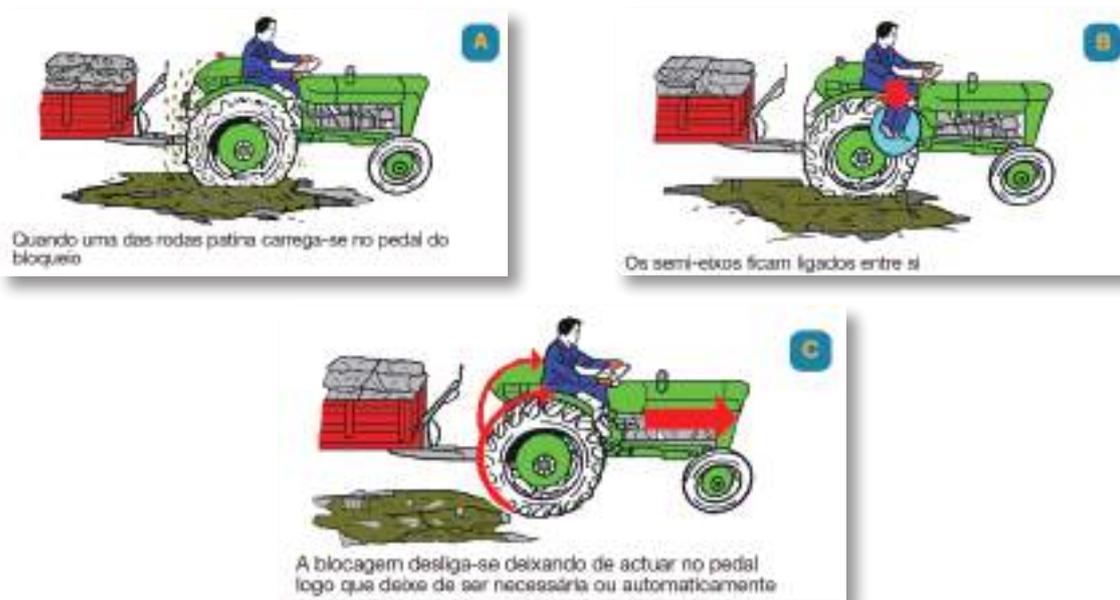


Figura 177 - Uso do bloqueio

**3 - Hidráulicos** - são bastante utilizados nos tratores agrícolas pelo facto de serem ativados em andamento e em plena carga.

O mecanismo de bloqueio mecânico é substituído por uma embraiagem de discos múltiplos, intercalada entre o semieixo e a estrutura da roda de coroa (fig. 178).

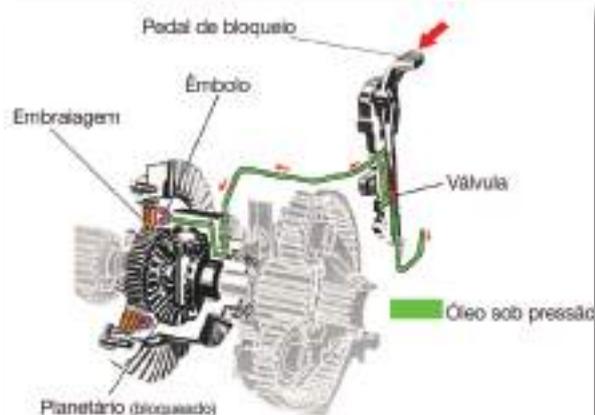


Figura 178 - Mecanismo de bloqueio mecânico



Ao pisar o *pedal do bloqueio* abre-se a *válvula*, que deixa passar óleo sob pressão até à embraiagem. O *êmbolo* comprime os *discos*, tornando solidária a estrutura da roda de coroa com o semieixo. O pedal de comando pode estar articulado com os pedais dos travões, para que o diferencial se desbloqueie sempre que se trava o trator.

Este sistema de bloqueio pode ser comandado automaticamente a partir de dados fornecidos por **sensores** a um processador de bordo, em função do trabalho.

Em trabalho de campo as rodas do trator ficam sujeitas a cargas diferentes, sendo a pressão da roda sobre o solo alterada, principalmente ao nível da ponte dianteira quando o trator é de tração às quatro rodas. Por exemplo, em trabalhos de lavoura as rodas que se encontram dentro do rego estão sujeitas a uma carga maior do que as outras, que giram sobre o solo não mobilizado, estando estas sujeitas a uma patinagem diferente. Para atenuar este problema recorre-se ao bloqueio do diferencial, tanto traseiro como dianteiro.

Este bloqueio pode obter-se através do *comando mecânico* acionado pelo operador, com os consequentes riscos de avaria se o não desligar nas curvas, apesar dos sistemas de segurança instalados nalguns tratores para colmatar tais situações.

Nos tratores com microprocessadores instalados e com comandos eletrónicos, recorre-se aos **diferenciais autobloqueantes**, ou ao **engrenamento automático controlado**, também conhecido por **bloqueio automático**.

No primeiro caso o funcionamento é semelhante ao já descrito; têm uma embraiagem de discos múltiplos em banho de óleo que, uma vez ativada, bloqueia o diferencial através de sinais elétricos emitidos por sensores que emitem um sinal quando o ângulo de viragem das rodas diretrizes ou a velocidade de avanço é superior a determinado valor. O microprocessador comanda electroválvulas que desativam o bloqueio quando aquele for superior a 14º, ou a velocidade ultrapassar 15 Km/hora<sup>3</sup>.

Há tratores que, pelo mesmo processo, desativam o bloqueio quando se levantam os equipamentos montados nos três pontos do sistema hidráulico, voltando a ativá-lo quando se baixam.

O **bloqueio automático controlado** é constituído, não por um diferencial propriamente dito, mas por duas engrenagens laterais que, quando em contacto, tornam solidários os dois semieixos, permitindo trajetos em linha reta. Em curva, ou em situações de

---

<sup>3</sup> Os valores indicados podem ser diferentes, pois são definidos pelo fabricante.



aderência diferente entre as rodas, os discos do semieixo que roda mais depressa afastam-se permitindo rotação diferente.

Controlando a pressão sobre os discos das embraiagens, o referido afastamento pode efetuar-se duma maneira progressiva e dentro de parâmetros pré-definidos e medidos por sensores.

Assim, por exemplo, mantém-se o bloqueio dos semieixos até um ângulo de viragem de 12º ou até uma velocidade de 16 Km/hora, sendo desbloqueado acima destes valores.

Todo o conjunto do diferencial está implantado no interior de um cárter que contém óleo lubrificante, o qual deve ser **mudado anualmente**, ou **às horas indicadas pelo fabricante** e que vêm indicadas no manual de instruções. No entanto, o seu nível deve ser **verificado semanalmente**.

Na maioria dos tratores, este óleo é o mesmo da caixa de velocidades, pois os cárteres são comuns.

## 4.4. Redutores finais

Os semieixos são os transmissores do movimento do diferencial para as rodas.

Apesar de na caixa de velocidades e diferencial se reduzir o elevado regime de rotações do motor, no trator é necessário reduzi-lo ainda mais devido ao grande tamanho das rodas motrizes e à relativamente pequena velocidade de avanço. Isto consegue-se por intermédio do **reductor final** também designado por **comando final**, constituído por trens de engrenagens, *simples* ou *epicicloidalis*, instalados imediatamente a seguir ao diferencial e recebendo movimento direto deste (figs. 179 e 181), ou no extremo do semieixo, junto à roda (fig. 180).

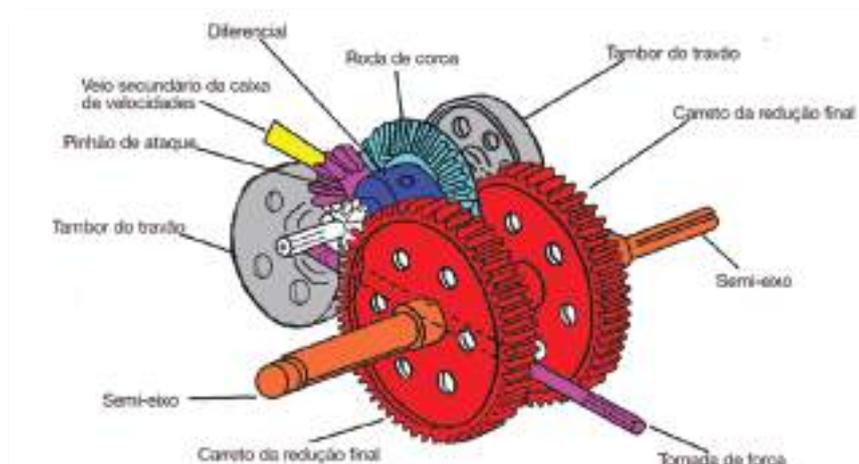


Figura 179 -  
Redutor final



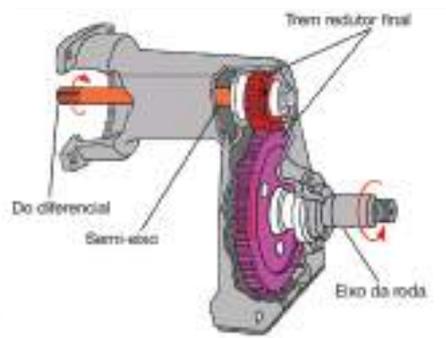


Figura 180 - Redutor final em cascata

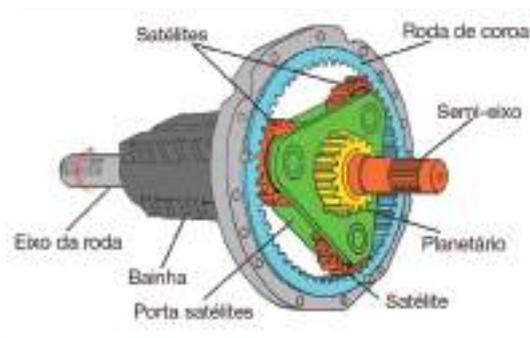


Figura 181 - Redutor final epicicloidial

Ao conjunto do diferencial, semieixos e redutor final dá-se o nome de **ponte traseira**, designando-se por **bainha** a cobertura destes órgãos, normalmente em aço ou ferro fundido.

Quando os redutores finais ficam ao lado do diferencial as engrenagens estão alojadas na mesma caixa, o que é vantajoso; pelo contrário, o semieixo tem que obedecer a uma construção mais robusta para suportar um maior binário. Pela mesma lógica, quando fica do lado da roda tem que ter uma caixa própria para as respetivas engrenagens, sendo o semieixo de uma construção menos robusta.

Nos redutores finais de engrenagens simples em cascata (carreto pequeno centrado com o diferencial e carreto grande centrado com a roda) há situações de montagem que permitem alterar a altura livre inferior do trator ou desafoço da ponte traseira (fig. 180) o que, em determinadas situações de trabalho, é vantajoso. No entanto, os construtores estão cada vez mais a optar pelas engrenagens epicicloidais por constituírem um conjunto mais compacto e com menos desgaste, por a força transmitida ser repartida por vários pares de engrenagens.

A **lubrificação** é assegurada pelo óleo do diferencial, quando a redução final fica junto deste. Quando fica junto à roda tem um compartimento próprio, com os respetivos bujões de entrada, de nível e de saída, sendo o óleo utilizado o mesmo que se utiliza na caixa de velocidades e diferencial, com os mesmos cuidados de manutenção referidos nas notas técnicas correspondentes.



## 4.5. Rodas

A **roda** é uma peça circular destinada a mover-se em volta do seu eixo e serve para estabelecer contacto entre o veículo e o solo; além de o suportar garante a sua propulsão e direção, bem como o desenvolvimento de esforços de tração.

É constituída essencialmente por:

- **Prato (fig. 182)** - também conhecido por *disco*, é uma chapa de aço de superfície cónica ou em forma de calote esférica que, normalmente, se fixa por meio de pernos e porcas às falanges das rodas motrizes, aos cubos nas diretrizes ou aos tambores dos travões nos tratores mais pequenos e nos reboques;



Figura 182 - Prato ou disco

- **Jante** - também conhecida por *aro*, é a parte periférica onde se monta o pneu e é, por vezes, amovível. Pode ter vários formatos, tal como se exemplifica na figura 183;
- **Pneu** - também denominado por pneumático, é um invólucro deformável e elástico contendo ar sob pressão no interior da câmara-de-ar, ou no seu próprio interior no caso de pneu sem câmara, instalado na jante e serve de intermediário entre a roda e o solo.

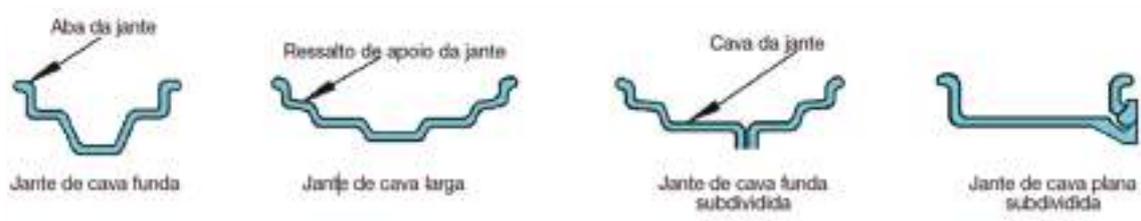


Figura 183 - Jantes

Há dois tipos principais de rodas:

- **Diretrizes** - permitem, por ação do volante da direção, a orientação do veículo; podem ser simultaneamente motrizes;



- **Motrizes** - asseguram a propulsão do veículo. Há casos em que também são diretrizes.

Com a finalidade dos tratores se adaptarem às alfaias, ou às linhas de cultura, a via ou bitola traseira é variável, isto é, pode-se alargar ou estreitar, tal como a dianteira.

Há tratores em que a variação é possível em duas ou quatro posições, enquanto outros a conseguem em oito (fig. 184) e doze, havendo também sistemas de **corrediça helicoidal** (fig. 185) que permitem, dentro da sua amplitude e pontos de fixação, variações diversas.

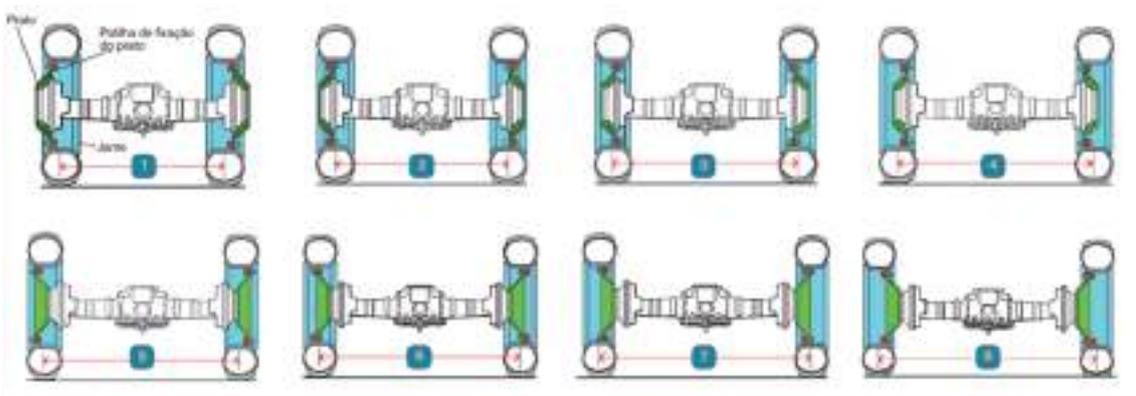


Figura 184 - Bitola traseira

Existem também rodas de suporte, cuja finalidade é a de suportar uma carga, tais como as dos reboques, enfardadeiras, etc.

Ainda podem ser **simples** quando existe apenas uma na extremidade do eixo e **duplas ou gémeas** quando, de cada lado, há duas.

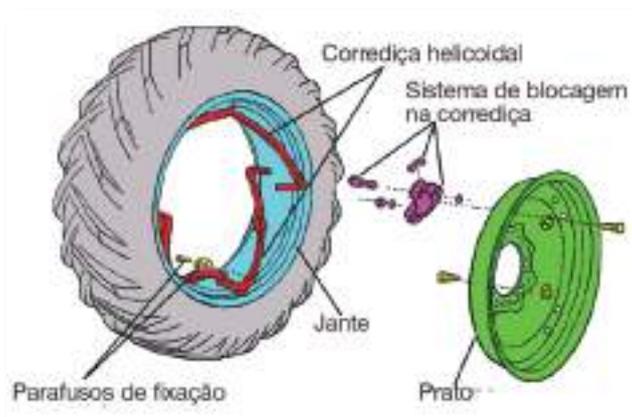


Figura 185 - Corrediça Helicoidal



Há também **rodas metálicas**, adaptadas aos tratores de pneu (fig. 186 - A, B, C e D). Permitem efetuar trabalhos em terrenos encharcados, especialmente na orizicultura, aplicação de desinfetantes e fertilizantes nos tomates e cortes de mato, entre outros.

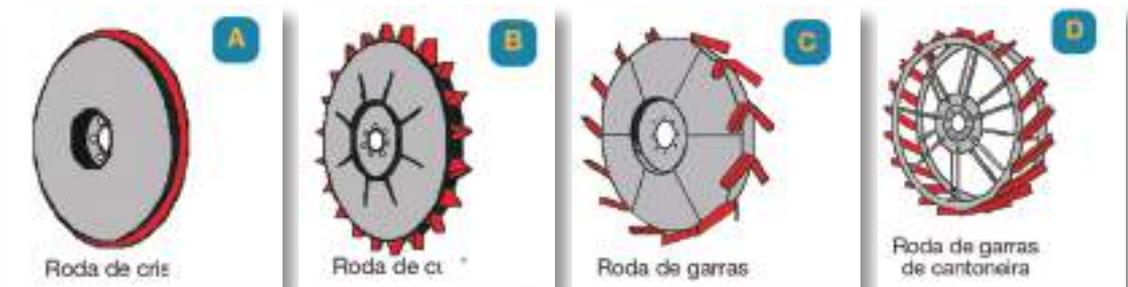


Figura 186 - Tipos de rodas metálicas

## O PNEU - TIPOS E CONSTITUIÇÃO

O **pneu**, também denominado **pneumático**, tantas vezes ignorado, desprezado e até submetido a maus tratos, é um órgão fundamental das máquinas agrícolas.

É o único contacto entre elas e o solo, atua como mola pneumática ou almofada que lhe amortece os embates e participa ativamente em todas as manobras essenciais, tais como travagens e estabilidade nas curvas.

O que pede este invólucro deformável em troca de tanto que oferece? - Apenas um pouco de ar de vez em quando e atenção no dia-a-dia.

Desde que em finais do século XIX, mais precisamente em 1888, o doutor John Boyd Dunlop teve a ideia de substituir os aros metálicos dos carros de então por elementos em borracha, o pneu percorreu um longo caminho até chegar ao radial “tubeless” e “souplesse” dos nossos dias.

É uma das partes mais importantes da roda e tem, como utilização agrícola, as seguintes características principais:

- **Flutuação** - evita o afundamento em terrenos pouco compactos e soltos, mediante a diminuição da pressão de contacto sobre o solo;
- **Tração** - característica que está intimamente ligada ao desenho;
- **Aderência** - o solo onde trabalha e a carga que lhe é transmitida, bem como a forma e direção do desenho e o número de garras tem uma influência importantíssima.



Além do exposto, a aderência reduz-se notavelmente quando entre o rasto e o solo se encontram substâncias como água, óleo, massa, etc.

De uma maneira geral, quase todos os pneus se podem agrupar consoante as suas características especiais e o seu campo de utilização. Assim temos:

| Grupo de pneus  | Características especiais                     | Campo de utilização                                  | Tipo de jante              |
|---|---|--|----------------------------|
| Baixa pressão<br>1,0 a 2,5 bar  | Corte transversal grande; pouca pressão de ar | Veículos de marcha; motociclos; tratores com reboque | De cava funda              |
| Média pressão<br>2,5 a 5,0 bar  | Grande corte transversal                      | Roda trator; reboques agrícolas; camiões             | De cava funda              |
| Alta pressão<br>+ de 5 bar  | Pequeno corte transversal                     | Camiões pesados; reboques                            | De cava funda subdividida  |
| Especiais para tratores e máquinas agrícolas; rodas traseiras;<br>1,0 a 2,5 bar | Grande corte transversal                      | Tratores e máquinas automotrizes                     | De cava larga              |
| Para máquinas rebocadas   | Corte transversal                             | Motocultivadores                                     | De cava funda e cava larga |
| Reboques agrícolas  |   | Reboques agrícolas; ferto-irrigadores                | Cava funda subdividida     |

**Constituição (fig. 187)** - um pneu compõe-se essencialmente de:

- **Talões** - são as suas fundações; seguram-no à jante e servem também de fixação.
- **Telas** - também denominadas por **lonas**, são camadas de cordões sobrepostos em nylon ou aço revestido, de ambos os lados, por uma fina camada de borracha. Dão-lhe uma certa resistência, a qual depende do tipo de material usado nos cordões.



Aquilo a que vulgarmente se chama número de lonas e geralmente se designa por “**ply rating**” ou **PR**, não corresponde necessariamente ao número de camadas de cordões, mas sim à sua resistência, comparativamente à unidade;

- **Distribuidor** - é constituído por diversas camadas de cordões colocados por cima das lonas, entre o piso e a carcaça. Distribui os choques e impede a penetração de objetos afiados na carcaça;
- **Carcaça** - é a estrutura do pneu e é formada pelas telas, talões e revestimento interno, o qual desempenha o papel de vedação do lado de dentro da carcaça, sendo bastante importante nos pneus sem câmara;

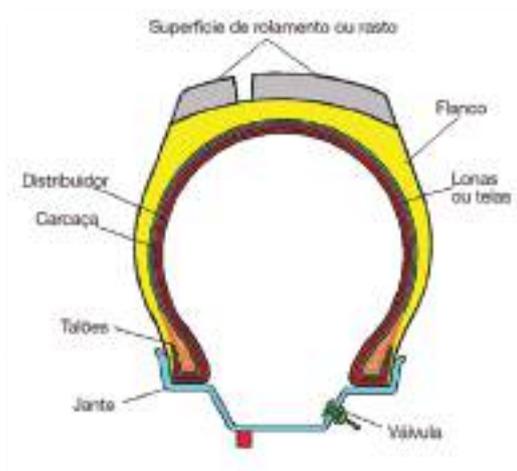


Figura 187 - Constituição de um pneu

- **Superfície de rolamento** - também designada por **rasto**, é formada por **sub-rasto**, que reveste a carcaça dando-lhe maior proteção que pode ser reforçada com arame entrelaçado e pelo **rasto final**, de borracha mais dura, colocado diretamente sobre o sub-rasto, formando a parte exterior que contacta com o solo e dá ao pneu capacidade de tração e desgaste;
- **Flancos** - também chamados **costados**, são formados por uma fina camada de borracha que é a continuação do rasto, que se prolonga até aos talões.

Há **pneus convencionais**, também denominados por **diagonais** (fig. 188 - A), que são constituídos por um conjunto de telas sobrepostas e cruzadas formando ângulos de 30 a 45 graus em relação ao plano médio do pneu, em que a tela exterior não chega aos talões.

A superfície de rolamento está solidária com os flancos, por isso, quando o pneu rola, todas as flexões lhe são transmitidas, o que lhe origina deformações.

Pelo atrito com o solo também as telas da carcaça têm tendência a afastarem-se umas das outras ocasionando um desgaste mais rápido.



Nos **pneus radiais** (fig. 188 - B) as telas são sobrepostas sem se cruzarem, os fios ficam dispostos em arcos paralelos entre si e perpendiculares ao plano médio do pneu.

Neste caso as flexões do flanco não se transmitem à superfície de rolamento, pelo que as deformações são menores, tal como o atrito, com a vantagem de haver mais aderência, maior estabilidade e conforto e diminuição do aquecimento, portanto, melhor rendimento.

Como inconvenientes há maior sensibilidade a choques e são submetidos a torções exageradas, principalmente em tratores de grande potência quando desenvolvem elevados esforços de tração.

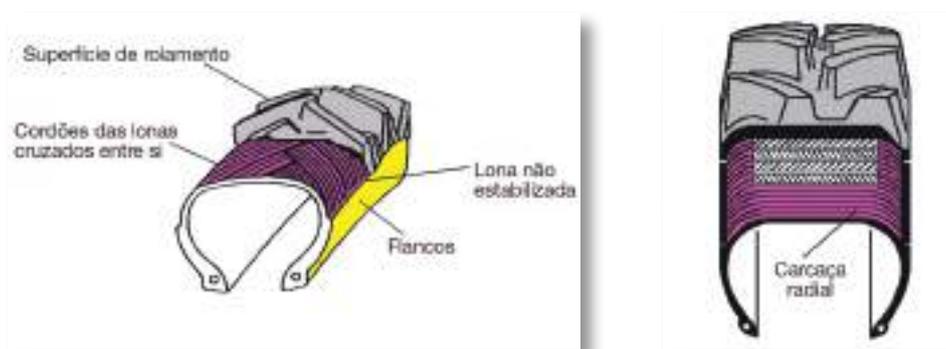


Figura 188 - Pneus convencionais ou diagonais (A) e radiais (B)

### REFERÊNCIAS DOS PNEUS

Na denominação de um pneu são, principalmente, 3 os termos que intervêm (figs. 189 e 190):

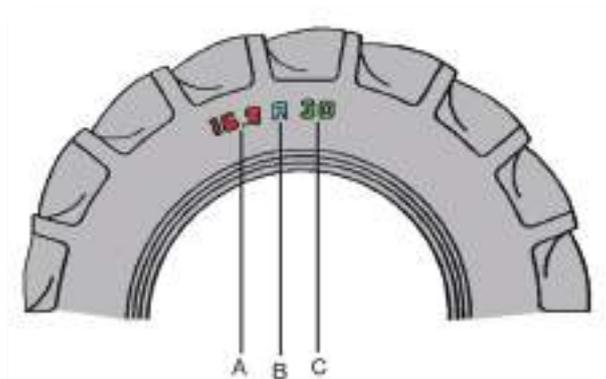


Figura 189:

A - Largura do pneu (em polegadas);

B - Construção do pneu (radial no exemplo da figura 188-B);

C - Diâmetro da jante ou diâmetro entre talões (em polegadas)



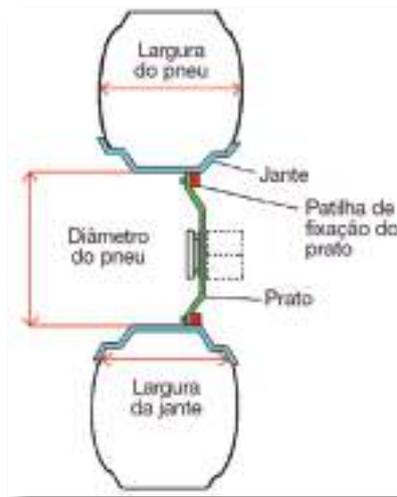


Figura 190 - Termos que definem um pneu

Um exemplo: - um pneu 15.0 - 30 6 quer dizer que a largura do pneu é de 15", o diâmetro da jante onde é montado é 30" e o número 6 corresponde ao PR (Ply rating), isto é, o equivalente a 6 telas. O valor das medidas também pode vir expresso em milímetros.

Há denominações mais completas onde aparecem referências suplementares, com bastante interesse na utilização prática do pneu, tal como o exemplo seguinte de um para trator agrícola:

**480 R 38 130 A 8 T L**

**480** - Largura do pneu (em milímetros);

**R** - Tipo de construção (radial);

**38** - Diâmetro da jante (em polegadas);

**130** - Índice de carga (suporta até 1900 Kg);

**A 8** - Índice de velocidade do pneu agrícola (até 40 Km/hora);

**T L** - Tubeless (pneu sem câmara de ar).

Exemplo de um pneu para automóvel ligeiro:

**195 / 60 R 15 88 H DOT 164 TL**

**195** - Largura do pneu (em milímetros);

**60** - Série ou perfil do pneu (relação percentual entre a altura e a largura);

**R** - Tipo de construção (radial);

**15** - Diâmetro da jante (em polegadas);

**88** - Índice de carga (560 Kg);



**H** - Índice de velocidade (210 Km/hora);

**DOT 164** - Data de fabrico (16ª semana de 2004);

**TL** - Tubeless (pneu sem câmara de ar).

Por vezes outras características vêm indicadas, tais como:

- **PR** - “Ply rating” ou índice de resistência;
  - **TT** - Caracteriza pneus com câmara-de-ar;
  - **TL** - Tubeless - caracteriza pneus que podem circular sem câmara-de-ar;
  - **AS** - Caracteriza os pneus das rodas motrizes;
  - **S, H ou V** - Caracteriza os pneus com autorização para determinados grupos de velocidades;
  - **AS - Front** - Caracteriza os pneus para tratores e outras máquinas de trabalho automático;
  - **AW** - Caracteriza pneus para veículos agrícolas de transporte;
  - **AM** - Caracteriza pneus agrários;
  - **EM** - Caracteriza pneus para máquinas de movimentação de terras e veículos específicos semelhantes;
  - **IMPLEMENT** - É a referência internacional dos pneus para máquinas de trabalho e reboques agrícolas;
  - **M + S (Lama + Neve)** - Caracteriza pneus com qualidades de Inverno.
- \*- Pressão de enchimento 1,6 bar
- \*\*- “ “ “ 2,35 “
- \*\*\*- “ “ “ 3,2 “

## SUPERFÍCIES DE ROLAMENTO E PERFIS

A superfície de rolamento do pneu é constituída por uma mistura de borracha resistente ao desgaste. A aderência ao solo depende do tipo de rasto, bem como do tipo da própria borracha; resumindo: da constituição da borracha e do pneu.

Os pneus têm, além de um perfil característico, uma constituição geral específica; para trabalhos agrícolas deve ter o perfil correspondente às respetivas exigências.

- **Pneus agrários (fig. 191)** - necessitam de um perfil que transmita a força de travagem e de tração e que se comportem bem em trabalhos de encosta.



- **Perfis transversais** - também denominados **oblíquos** (de 45º a 20º) (fig. 191 - 1 e 2) - os sulcos juntos servem para a transmissão das forças de tração e travagem, em rodas motrizes.
- **Perfis longos (fig. 191 - 3)** - mostram uma boa configuração do rodado, nas rodas diretrizes.

Nos trabalhos agrícolas com pneus motrizes o mais importante é a existência de um determinado número de **garras** (fig. 191 - 1 e 2).

Os pneus motrizes em que os dois ramos do **V** não se ligam no vértice, denominam-se pneus com **perfil de centro aberto**.

Quando o funcionamento em estrada é grande deve existir mais borracha na superfície de rolamento, para que a área de contacto seja maior (fig. 191 - 1, 2 e 3).

Em terrenos húmidos é muito importante a **capacidade de limpeza**, também conhecida por **autodesatascamento**, que é feita através do próprio perfil do pneu; nos das rodas motrizes e para se conseguir uma boa limpeza, as garras devem ser curvas, ou em forma de fuso, com aberturas, para facilitar a expulsão da terra e conservar o rasto limpo.

Quanto menor for o ângulo das garras maior será a expulsão e menor a aderência.

A figura 191 - 4 e 5 mostra dois pneus para reboque, a 191 - 6 para máquinas de recolha e a 191 - 7 para semeadores, por exemplo. Para veículos de estrada é natural a necessidade de mais borracha na superfície de rolamento pois, quando chove, por exemplo, há necessidade que a água saia de debaixo dela.

Há pneus especiais para lama e neve (M + S) que têm um grande perfil, ou fazem até um remoinho perfil - bloco.



*Figura 191 - Perfis dos pneus*



## ÍNDICES DE VELOCIDADE E DE CARGA

Ao preparar um trabalho relativo a uma normalização para os pneus, têm sido fixadas, apesar de muitas dificuldades em relação à sua caracterização, determinadas características para as *velocidades máximas* e *capacidade de transporte* ou, respetivamente, **índice de velocidade** e **índice de carga**.

## DESGASTES E DANIFICAÇÕES

As causas mais correntes da incorreta utilização dos pneus podem, muitas vezes, atribuir-se a ignorância e/ou negligência. Apesar das normas para a sua correta utilização serem largamente divulgadas pelos fabricantes e não só, há ainda quem as desconheça. Há também os que as conhecem mas põem em dúvida a necessidade de as seguir.

Inúmeros pneus rolam com pressões inadequadas mercê do desconhecimento das cargas que suportam; **pneus com pressões insuficientes** (fig. 192 - A) sofrem de formas diferentes, dado que diminuem a resistência dos flancos aos cortes bem como o raio de rodagem e, portanto, a velocidade de avanço; provoca um desgaste irregular do piso. Pela excessiva flexão fatigam-se as telas e produz-se a sua rotura, para além do aumento do consumo de combustível.

Se, pelo contrário, houver **excesso de pressão** (fig. 192 - B) acelera-se o desgaste do piso porque não há um contacto uniforme com o solo contacto esse que se faz apenas no centro. Face a um esforço excessivo as garras são prejudicadas, os talões afetados, a carcaça deforma-se por uma dilatação excessiva e favorece-se a abertura de gretas. A possibilidade de rotura do rasto aumenta pelas tensões criadas no interior, na sua união com a carcaça.

Podem produzir-se rebentamentos quando dão pancadas contra obstáculos baixos ou salientes e muito pronunciados; as capas interiores ficam danificadas, sem que de fora se veja esta anomalia. Como o pneu continua a rolar a avaria vai aumentando porque se produz uma fricção no interior, provocando o rebentamento.

Também se podem dar roturas em forma de espas ou cruz. Aparecem quando há um impacto muito forte sobre o pneu ou a pressão de ar interior é muito grande. Em ambos os casos os flancos, por estarem demasiado tensos, não podem fletir o suficiente, cedendo então as telas, produzindo-se assim a rotura das mesmas com as referidas formas em espas ou cruz. Para além do exposto danifica-se a suspensão da máquina,



se a houver, ao aumentar a rigidez e facilitar a trepidação acompanhada dum perda de tração e de **um** aumento considerável do consumo de combustível.

A figura 192 - C mostra a área de assentamento de um **pneu com a pressão correta**.

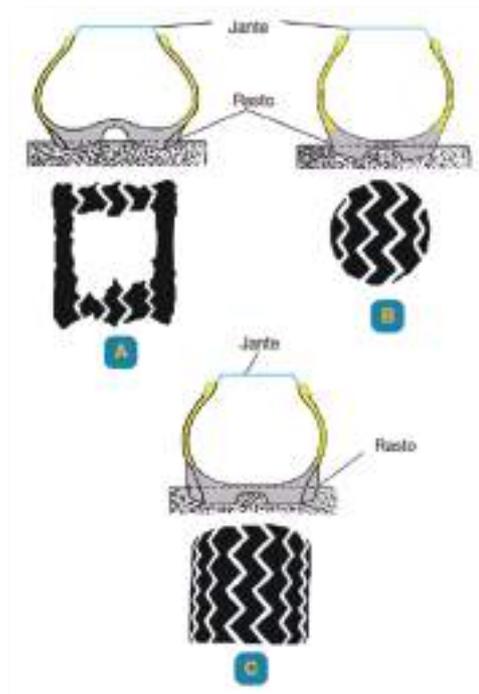


Figura 192 - Efeito da pressão do ar nos pneus

Além da pressão há ainda outros fatores que influem no desgaste prematuro do piso; numa máquina mecanicamente correta e em condições normais de utilização, o desgaste deve-se aos movimentos parciais de deslizamento que adquire nas distintas zonas da superfície de contacto da roda com o solo. Assim, com escorregamentos, por exemplo, é de esperar que o piso se desgaste irregularmente. Por outro lado, quando se dão voltas travando uma das rodas posteriores há um desgaste excessivo nas garras.

Quando se fazem *arranques bruscos*, ou o pneu se encontra em contacto com *óleos e massas*, também se produzem desgastes excessivos.

Os *raios solares* também danificam a borracha ressequindo-a (fig. 193).

Se está previsto um *largo período de inatividade* das máquinas é aconselhável suspendê-las sobre cepos, ou preguiças, em local fechado e reduzindo a pressão dos pneus, bem como pintá-los com verniz de proteção.

Muitos dos produtos químicos usados na agricultura atacam os pneus, por isso devem ser *lavados após um trabalho de adubação ou tratamento fitossanitário*, por exemplo.

Quando se dá um pequeno *corte* num pneu deve vulcanizar-se o mais depressa possível, evitando assim, no golpe, o alojamento de poeiras e outras partículas que podem originar problemas mais graves pela contínua flexão a que se encontra submetido. Os "lábios" do golpe vão-se dilatando, originando desfiamentos e separações entre as lonas, avaria que já é de difícil e por vezes impossível reparação.



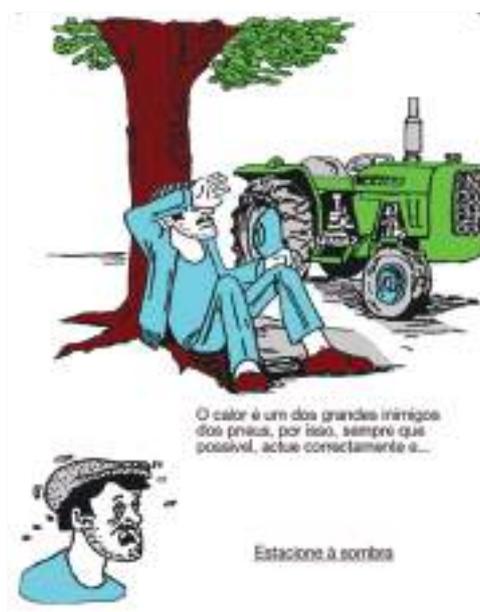


Figura 193 - O calor e os pneus

## LASTRAGEM

Lastrar um trator não é mais do que colocar um ou mais pesos extra a fim de lhe aumentar a aderência e melhorar o equilíbrio do conjunto. Isto permite:

1. Aumentar a força de tração, visto que o peso suplementar ajuda à penetração das garras no solo;
2. A marcha com mais suavidade e menos saltos, sendo o arrasto mais uniforme e sem sacudidas;
3. Diminuir a patinagem.

Cada vez mais os fabricantes apresentam no mercado tratores com menos peso e mais potência, o que diminui a relação peso/potência. Como o **coeficiente de tração** de um trator é dado pela relação entre a força de tração que ele desenvolve e o seu peso, esta variável é muito importante. Com a lastragem pretende-se atingir uma relação cujo valor, durante o trabalho de campo, se situe entre 0,6 a 0,8.

A lastragem pode fazer-se de duas formas diferentes:

1. **Aplicações de contrapesos (fig. 194)** - normalmente são em ferro fundido e aplicam-se nas rodas dianteiras e traseiras, ou à frente do “chassis”; é o melhor processo visto que garante a estabilidade longitudinal do conjunto trator-alfaia;



**2. Aplicação de água** - para além de se conseguir o mesmo objetivo da aplicação de pesos, trata-se de um processo barato. No entanto *tem alguns inconvenientes*, tais como:

- 2.1.** É, como todos os outros, um peso instável que dificulta a circulação devido à inércia;
- 2.2.** Em climas frios a água pode congelar, pelo que se deve proteger com um anticongelante, ou com cloreto de cálcio, para baixar o ponto de congelação.

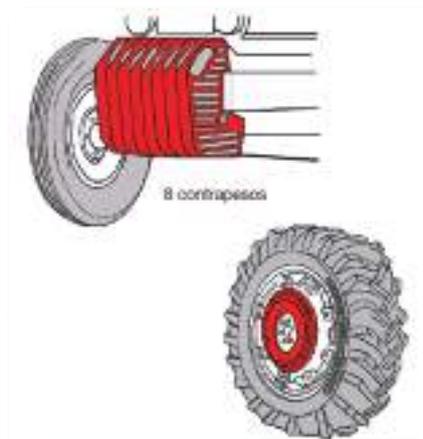


Figura 194 - Aplicação de contrapesos

A maior parte dos anticongelantes utilizados nos radiadores não podem ser usados nos pneus porque atacam a borracha, assim como o cloreto de cálcio corrói os metais pelo que não pode ser colocado nos radiadores.

*As operações a realizar para meter água nos pneus são as seguintes:*

1. Levantar as rodas do veículo e rodá-las até que a válvula fique na posição superior;
2. Tirar o interior da válvula (fig. 195);
3. Introduzir a água no pneu aplicando um tubo vulgar de borracha (fig. 195) sobre o corpo da válvula e abrir a torneira de passagem da água;
4. Durante o enchimento interromper, de vez em quando, a passagem da água retirando o tubo de borracha para permitir a saída do ar;
5. Suspender a introdução da água quando comece a sair pela válvula, ou seja quando o nível alcança a altura máxima da jante. O enchimento realizado corresponde, aproximadamente, a 75 %; para limitá-lo girar a roda de forma a



- que a posição da válvula regule a quantidade que se quiser introduzir;
6. Voltar a introduzir o interior da válvula e continuar o enchimento com ar, até à pressão correta.

A operação de enchimento descrita pode fazer-se com aparelho próprio para o efeito, denominado **hidroinsuflador**, ou **válvula ar/água** (fig. 196).

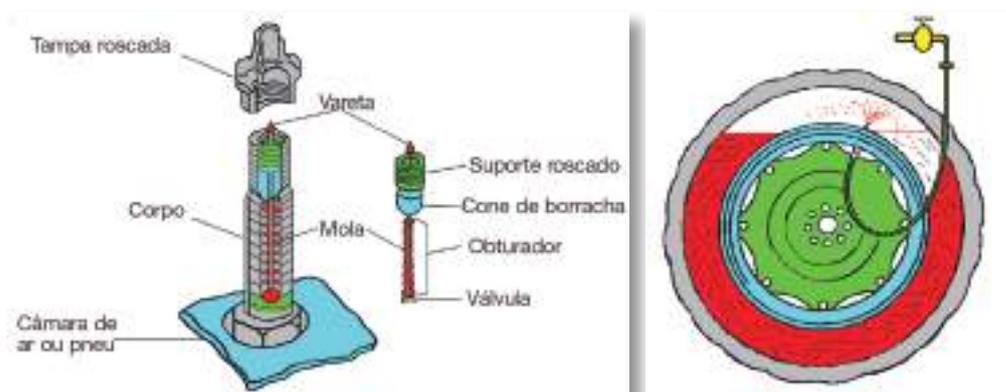


Figura 195 - Operações para meter água nos pneus



Figura 196 - Hidroinsuflador

A lastragem do trator deve ser feita em função dos trabalhos a efetuar. **Lastro em excesso** aumenta o peso do trator e conseqüentemente leva à perda de potência, compactação do solo, maior consumo de combustível e sobrecarga dos pneus e da transmissão.

**Falta de lastro** provoca patinagem excessiva, pelo que há uma perda de potência, aumento do desgaste dos pneus e maior consumo de combustível.

Para que os pneus realizem o maior número possível de horas e em boas condições, há que:



## **Diariamente:**

- Verificar se há fugas de ar;
- Ver se há golpes. Em caso afirmativo mandar vulcanizar o mais rapidamente possível; de outra forma o golpe vai aumentando e traça as lonas, não havendo então qualquer solução;

## **Semanalmente:**

- Verificar a pressão e corrigir, se necessário.

Sempre que os pneus tenham água a verificação da pressão deve ser feita com a válvula na posição superior, caso contrário danifica-se o manómetro.

## ***Para além do referido:***

- Lavá-los após trabalho com fitofármacos e/ou fertilizantes;
- Não os deixar, nunca, em contacto com combustíveis e/ou lubrificantes;
- Se tiver que imobilizar a máquina por um período longo elevá-la, sobre cepos ou preguiças, em local escurecido e esvaziar ligeiramente os pneus e pintá-los com verniz próprio para o efeito.

## ***4.6. Travões - comando de acionamento e órgãos de travagem***

**Travões** propriamente ditos são dispositivos que consistem na aplicação de uma superfície fixa contra outra móvel. Nos tratores de rodas os travões equipam, geralmente, as rodas motrizes, podendo ser acionados individualmente (independentes) ou em conjunto.

Destinam-se a:

- a. Diminuir a velocidade de marcha do veículo, ou detê-la quando necessário;
- b. Evitar que o veículo, quando parado, se ponha em andamento por si só;
- c. Possibilitar a marcha em voltas muito apertadas, acionando o travão a uma só roda, sempre que as condições do solo sejam desfavoráveis.

Os tratores de rodas dispõem de **travões de serviço**, acionados por pedais independentes e de **estacionamento**, acionados por uma alavanca (fig. 197).



Os de serviço, em estrada, devem bloquear-se em conjunto, por intermédio de uma **patilha** a fim de tornar possível a travagem das duas rodas em simultâneo. Neste caso, se travássemos uma só roda o trator tenderia a atravessar-se e o acidente poderia surgir; a lei vigente não permite a circulação em estrada com a patilha desligada.

Ao iniciar-se o trabalho de campo a patilha deve ser desligada, a fim de permitir a atuação individual de cada travão à sua respectiva roda, facilitando o raio de viragem e reduzindo o tempo gasto nas mesmas, principalmente nos tratores de tração simples.

Sendo a velocidade do trator reduzida, o acionamento do travão, em caso de emergência, deve imobilizá-lo o mais rapidamente possível e a eficácia de travagem deverá ser:

- Até 25 Km/hora = 1,5 metros por segundo;
- Acima de 25 Km/hora = 2,5 metros por segundo.

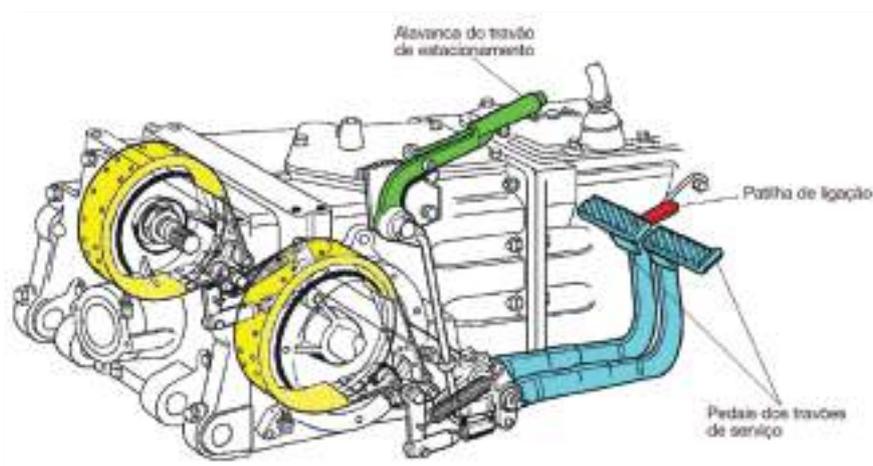


Figura 197 - Travões de serviço e de estacionamento

Conclui-se, portanto, que a redução de andamento dos veículos, desde a velocidade máxima até à imobilização, deve ser, em média e aproximadamente de 1,5 ou 2,5 metros por segundo.

Para calcular a distância necessária para parar um trator a determinada velocidade, há que ter em conta dois fatores principais: a **distância de reação** e a **distância de travagem**. A primeira tem a ver com o tempo de reação do operador, que medeia entre a percepção do perigo e o momento de atuação; em situações normais é de cerca de 1 segundo, consoante a idade e o grau de atenção.

A **distância de travagem** é o espaço que o trator percorre desde o momento em que o operador pisa o pedal para travar e aquele em que ele pára.



Varia com a velocidade, a eficácia dos travões, o estado dos pneus e do pavimento e o peso transportado.

No quadro seguinte e a título de exemplo, indicam-se as distâncias necessárias para algumas velocidades, considerando uma pronta reacção do operador num segundo.

| Velocidade (Km/h) | Distância de reacção (metros) | Distância de travagem ( $V^2/100$ ) | Distância de Paragem (metros) |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| 20                | 5,55                          | 4                                   | 10                            |
| 25                | 6,94                          | 6,25                                | 13,5                          |
| 30                | 8,33                          | 9                                   | 17,5                          |
| 35                | 9,72                          | 12,25                               | 22                            |
| 40                | 11,11                         | 16                                  | 27,5                          |
| 45                | 12,5                          | 20,25                               | 33                            |
| 50                | 13,88                         | 25                                  | 39                            |

Os travões devem ser “leves” e funcionar eficientemente, sempre que necessário.

*Não se devem efetuar reparações ligeiras nos órgãos de travagem tais como, por exemplo, desempenagens ou soldaduras. **Órgãos em mau estado de funcionamento devem ser imediatamente substituídos.***

Quanto ao **comando de acionamento** os travões classificam-se em:

- **Travão mecânico (fig. 198 - A)** - também denominado **travão de comando mecânico**, caracteriza-se pelo movimento, desde a alavanca de mão no de estacionamento ou dos pedais nos de serviço, até aos **órgãos de travagem** -*maxilas, discos ou cintas* - ser totalmente mecânico e atuar através de tirantes, ou cabos de aço.
- **Travão de comando hidráulico direto (fig. 198 - B)** - também denominado **travão hidrodinâmico**, o acionamento dos órgãos de travagem é provocado pela ação de dois êmbolos que se deslocam dentro de um pequeno cilindro. Ao fazer pressão no pedal aciona-se a bomba de óleo e este é enviado para um pequeno cilindro onde se deslocam dois êmbolos em posição contrária, forçando assim as maxilas a encostarem-se ao tambor. O óleo é especial a fim de não atacar as superfícies de contacto, especialmente as borrachas.



Os óleos para travões são especificados pela sigla “DOT”, (Department of Transportation).

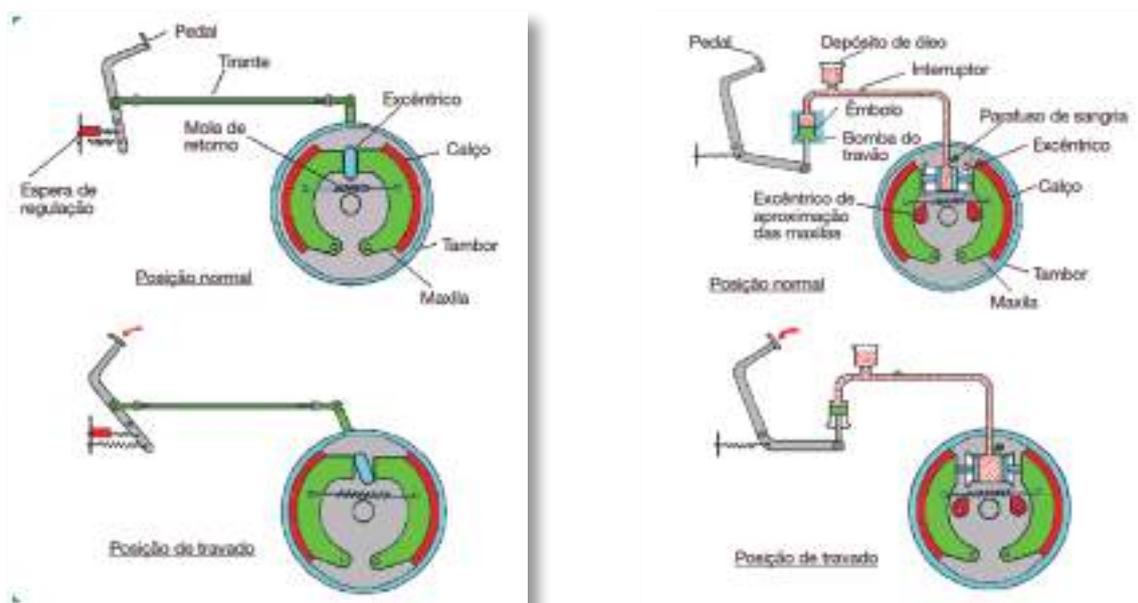


Figura 198 - Travão mecânico (A)

e de comando hidráulico (B)

- **Travão de comando pneumático (fig. 199)** - também denominado a **ar comprimido**, o acionamento dos órgãos de travagem está dependente de **ar comprimido**, pelo que existe um compressor de ar, um ou mais depósitos de ar comprimido, um regulador de pressão, uma válvula de acionamento, um cilindro de travagem para cada roda ou um de maior capacidade para as duas, um descarregador, uma válvula de segurança e outra de retenção e tubagem de ligação.

Funciona da seguinte forma:

Fortes molas obrigam as maxilas a exercer pressão de encontro aos tambores, pelo que todas as rodas estão travadas por ação das referidas molas.

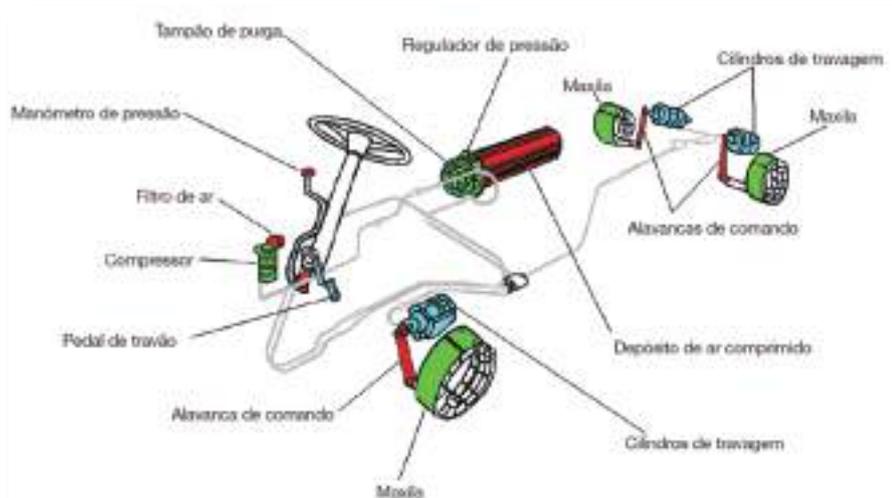


Figura 199  
- Travão de  
comando  
pneumático



O motor aciona um *compressor*, que aspira o ar através do filtro e envia-o para o *depósito de ar comprimido*. Daqui, através de um comando, o ar vai, sob pressão, para a *tubagem* e *cilindros de travagem*, atuando estes nas alavancas de comando, a fim de contrariar o efeito das molas ficando, desta forma, as rodas destravadas.

Ao carregar no pedal a *válvula de acionamento* abre-se, mais ou menos, em função do percurso do pedal, deixando passar mais ou menos ar da tubagem e cilindros de travagem para o exterior. Desta forma a pressão no circuito baixa, permitindo que as molas exerçam mais ou menos pressão sobre as maxilas, conseguindo-se assim o efeito de travagem das rodas.

Quando se retira o pé do pedal, o ar comprimido acumulado no depósito é libertado para a tubagem e cilindros de travagem, é repostado o valor da pressão inicial, as molas das maxilas voltam a comprimir-se e as rodas voltam à posição de destravadas.

- **Travão elétrico** - através de uma resistência elétrica (“reastor”) fornece-se mais ou menos intensidade de corrente aos eletroímans.

Os comandos de acionamento mais utilizados nos tratores agrícolas são os mecânicos e os hidráulicos.

Quanto à **composição dos órgãos de travagem**, os travões podem ser de maxilas, de discos, de cintas, elétricos e de “montanha”.

- **De maxilas (fig. 198 - A)** - um **excêntrico** situado entre as extremidades das maxilas obriga-as a afastarem-se uma da outra e a apertarem-se de encontro às paredes internas dos tambores. Quando o travão deixa de ser acionado, uma **mola de chamada**, também denominada por **mola de retorno**, leva as maxilas à posição inicial.

Se o comando de acionamento for hidráulico, o funcionamento é como se esquematiza na figura 198 - B.

- **De discos** - podem ser de *disco lateral*, ou *circulares*. Atuam com *pastilhas de travão* que são levadas a atuar, por intermédio do pedal, sobre um **disco** que gira com a roda, ou com o eixo da caixa de velocidades.

Os **de disco lateral** (fig. 200) são assim designados porque os calços do travão (pastilhas) atuam sobre ambos os lados do disco. Os calços são cravados ou colados sobre os apoios



do travão e acionados através de *hastes* ou *cabos* de forma a apertarem o disco em forma de tenaz. Podem ser constituídos por mais que um disco.

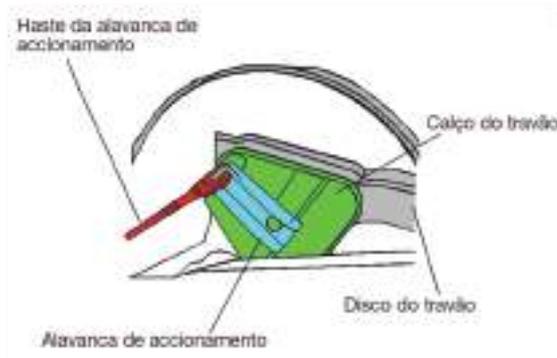


Figura 200 - Travões de disco lateral

Os **de disco circular (de discos múltiplos)** (fig. 201) têm, como mecanismo de propulsão, discos de travão circulares que estão forrados com calços especiais em ambos os lados.

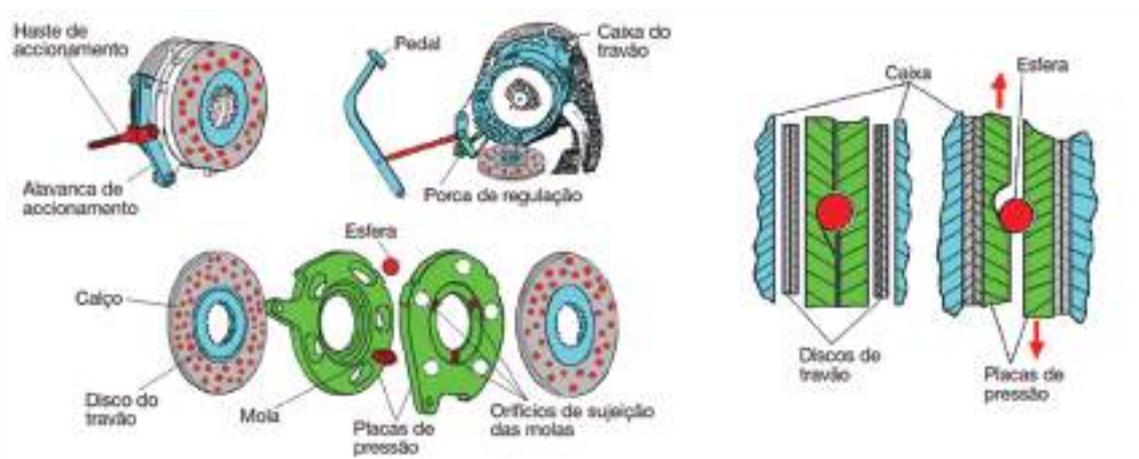


Figura 201 - Travões de disco circular ou de discos múltiplos

Cada conjunto de dois discos atua dentro de uma caixa e entre eles estão colocadas, uma contra a outra, duas placas de pressão acionadas pelas hastes da alavanca e estão seguras por meio de molas.

Entre as placas de pressão estão esferas de aço, dentro de uma ranhura em plano inclinado. Ao acionar o pedal, através das hastes da alavanca, as placas deslocam-se em sentido oposto, obrigando as esferas a desalojarem-se do seu compartimento e desfasarem-se sobre os planos inclinados, forçando as placas a exercerem pressão sobre os discos que, deste modo, ficam sujeitos a uma determinada fricção entre as placas e a caixa.



- **De cinta (fig. 202)** - usam-se, principalmente, como travões de estacionamento.

Uma cinta de aço flexível, equipada com um calço de travão, tem uma extremidade fixa à caixa; a cinta é conduzida à volta do tambor e a outra extremidade está ligada à haste, com possibilidade de regulação. No percurso do travão a cinta é puxada para o tambor, que deve ficar bloqueado. Uma mola de retorno tira a cinta do tambor, uma vez o travão solto.

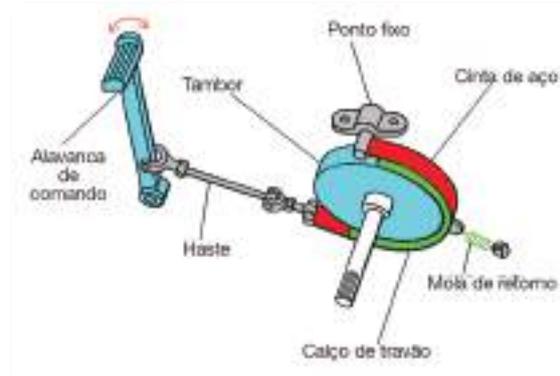


Figura 202 - Travões de cinta

Nos tratores agrícolas os mais vulgarmente utilizados são os de discos múltiplos em banho de óleo, podendo também serem secos.

Nos tratores de baixa potência e em motocultivadores, os travões podem ser de maxilas e tambores.

## ÓRGÃOS AUXILIARES

Os travões podem ter **órgãos auxiliares de travagem**; trata-se da *servo-tração* e do *servo-freio*, embora este último não seja utilizado nos tratores agrícolas.

São dispositivos que permitem aos condutores dos veículos efetuar travagens mais eficientes e com menor esforço. É sabido que o efeito da travagem é tanto maior:

- Quanto maior for a força do pé no pedal;
- Quanto maior for a superfície de fricção entre o tambor e os calços;
- Quanto mais limpas estiverem as superfícies de fricção.

**Servo-travão** (fig. 203 - B) - tal como no travão de maxilas de efeito simples (fig. 203 - A), elas são pressionadas da mesma forma através de excêntricos contra o tambor e este tenta arrastá-las consigo, só que aqui não possuem pontos fixos de rotação no apoio, pois estão flutuantes. Daqui resulta um arrastamento das maxilas na direção da rotação do tambor. Em substituição dos pontos fixos existe um torniquete e um mecanismo de engate com a maxila que desce e a que sobe. Através deste apoio, flutuante, é possível



uma transmissão da pressão para a maxila que sobe. Esta disposição conduz a um forte reforço da força de travagem. Neste tipo de travão o calço que sobe é mais comprido do que o que desce.

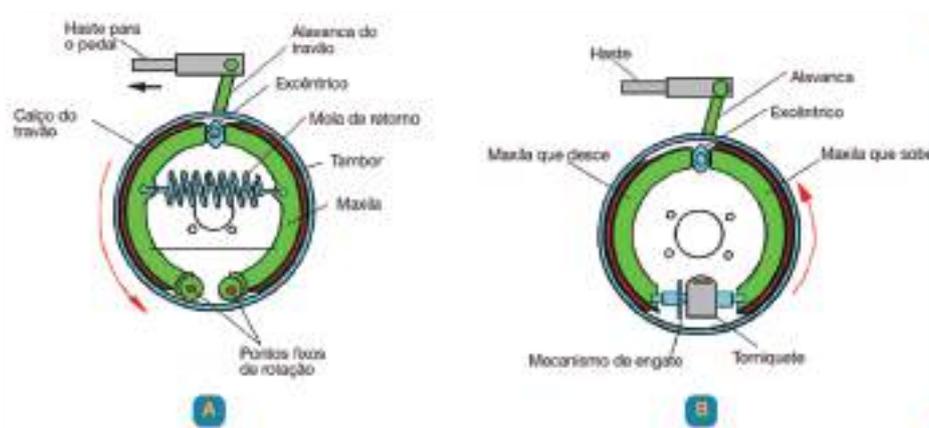


Figura 203 - Servo-travão

Há servo-travões com torniquetes móveis, onde não há possibilidade de reajuste das uniões.

Com o uso os calços vão-se desgastando e aumentando, portanto, a distância entre eles e o tambor, aumentando também o curso do pedal para se efetivar uma boa travagem. Na maioria dos servo-travões existe um *parafuso de regulação* ligado ao apoio flutuante que permite a afinação das maxilas; acionando-o, num sentido ou no outro, faz com que elas se afastem ou aproximem do tambor. Na figura 204 vê-se um caso em que, sem desmontar nada, é possível a afinação com uma chave de fendas.

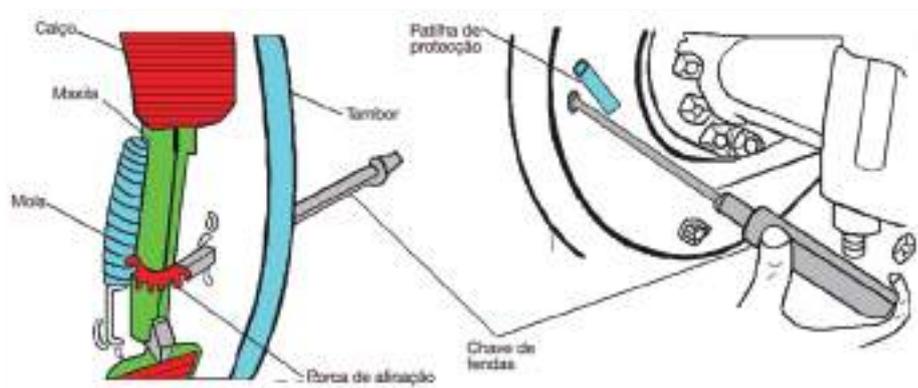


Figura 204 - Utilização do parafuso de regulação

Há travões com maxilas duplas para um só tambor; neste caso cada maxila tem um parafuso de regulação.



Esta afinação faz-se, sempre que necessário, com as rodas elevadas (no ar) e procede-se da seguinte forma: atua-se na porca de afinação até que se dê o bloqueio da roda e, em seguida, vai-se afrouxando até ela ficar livre. Procede-se de igual forma na outra roda.

**Cuidados de manutenção** - no funcionamento dos travões o operador tem grande responsabilidade, pois dele depende não só a sua própria segurança como a de terceiros, para além do próprio veículo, portanto:

- Periodicamente certifique-se, por meio de teste, se eles funcionam bem;
- Lave a máquina, de preferência, só depois de todas as janelas ou orifícios que comuniquem com os calços estarem tapados;
- Sempre que se aperceba da existência de humidade nos calços percorra uma pequena distância pressionando levemente o pedal, para que a água existente se vá evaporando;
- Se os calços contactarem com óleo ou gordura devem ser substituídos, dado que perdem grande capacidade de travagem;
- Travões de comando hidráulico devem, sempre que necessário, ser sangrados;
- Nunca carregar no pedal com força excessiva de modo a que as rodas bloqueiem, a não ser numa emergência, pois o impulso da máquina e o que estiver atrelado pressiona-a de tal forma que a pode desviar do sentido da marcha e originar um acidente.
- Semanalmente, verificar a folga dos pedais e, se necessário, afiná-los. O manual de instruções indica qual é a folga correta.

Para se proceder à afinação referida atua-se na mola de retorno do pedal, ou noutro local conforme as marcas e/ou modelos, de forma que a referida folga seja a mesma, nos dois pedais, a fim de que, em travagem dos dois, ela se processe por igual e sem perigo de acidentes, travando primeiro um do que o outro.

Na figura 205, por exemplo, para se proceder à afinação baixa-se o pedal num percurso igual à folga; mantém-se nesta posição com a espera de regulação e atua-se na porca A, que encurta ou alonga o tirante até que as maxilas comecem a travar.



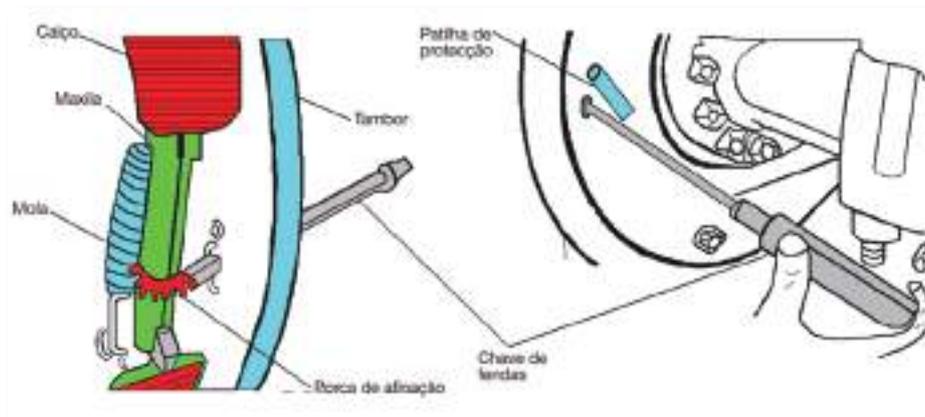


Figura 205 - Como proceder à afinação

Este sistema tem como grande inconveniente o facto de não se poder atuar no afastamento entre maxilas; com o desgaste o excêntrico não as afasta o suficiente para travarem.

#### 4.1. Direção

Nos tratores, como em outros veículos, o **comando da direção** permite mudar a direção de marcha do veículo; realiza-se mediante a orientação das rodas, que são diretrizes e pode ser:

- **Manual (mecânico)** - as partes fundamentais que compõem esta direção, algumas visíveis na figura 206, são: volante, coluna, caixa, pendural ou dedo, barras de comando (longitudinal e transversal), alavanca de ligação, eixo dianteiro, bielas, mangas de eixo, cavilhões, cubos e rodas diretrizes.

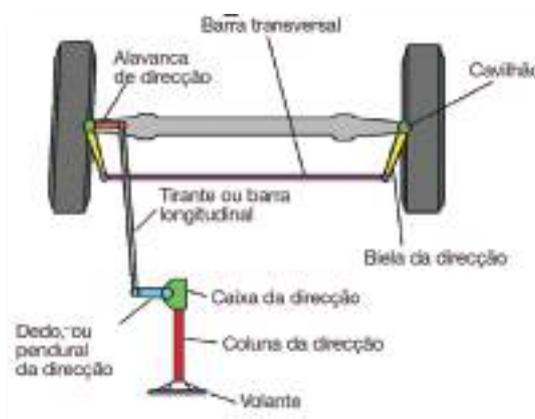


Figura 206 - Comando de direção manual



O condutor atua no **volante**, o qual é solidário com a **coluna** que transmite movimento à **caixa**, na qual está o chamado **mecanismo redutor**, que pode ser de vários tipos e se encontra encerrado num compartimento estanque e abastecido de óleo de viscosidade adequada.

Trata-se de uma engrenagem desmultiplicadora destinada a reduzir o esforço do condutor sobre o volante e amortecer os choques que as rodas lhe podem transmitir.

A **caixa da direção** pode ser:

**1 - De parafuso sem-fim e roda dentada (fig. 207-A)** - existe um parafuso sem-fim na extremidade da coluna, que engrena numa roda dentada ligada ao pendural da direção;

**2 - De parafuso sem-fim e porca (fig. 207-B)** - o parafuso sem-fim tem uma porca montada nele, a qual se desloca ao longo da coluna e cujo movimento é transmitido ao pendural;

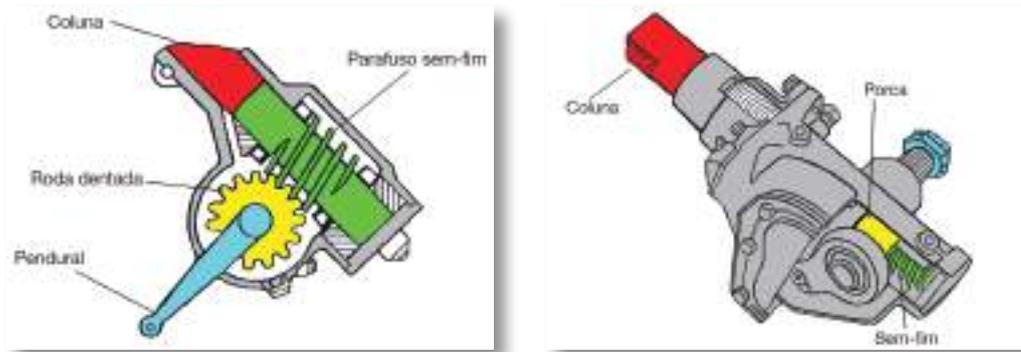


Figura 207 - Caixa da direção de parafuso sem fim e: roda dentada (A) e porca (B)

**3 - De parafuso sem fim e rolete (fig. 208)** - o sem fim engrena no rolete de comando da direção.

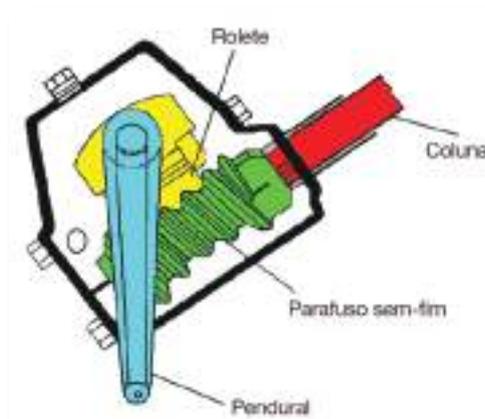


Figura 208 - Caixa da direção de parafuso sem fim e rolete



Existem ainda direções de **cremalheira e pinhão** (fig. 209-A), **esferas circulantes** (fig. 209-B) e **parafuso sem-fim e picolete**.

- **Assistida hidráulicamente** - é constituído por todos os órgãos anteriores de comando tendo, paralelamente, montado um sistema hidráulico constituído por *depósito de óleo, bomba, distribuidor, macaco hidráulico, filtro e tubagem*.

Assim, ao manobrar a direção também se aciona, com alguma antecedência, o distribuidor de óleo do sistema instalado, de forma a que o macaco hidráulico (de duplo efeito) exerça pressão sobre os órgãos mecânicos da direção, diminuindo consideravelmente a força necessária a aplicar sobre o volante (fig. 210).

Se, acidentalmente, aparecer uma avaria no sistema o comando da direção é garantido pela parte mecânica, embora com um aumento do esforço sobre o volante.

- **Hidráulica** - é composta por volante, coluna da direção, distribuidor de óleo, bomba, macaco hidráulico, depósito de óleo, filtro e tubagem.

A bomba, acionada pelo motor, envia um fluxo de óleo ao distribuidor que, por sua vez, canaliza uma maior ou menor quantidade para uma das partes do macaco, em conformidade com o acionamento do volante, sendo o restante enviado para o depósito como retorno. Se o volante não for acionado o óleo passa pelo distribuidor e vai diretamente para o depósito.

O débito da bomba deve ser relativamente grande de forma a garantir, mesmo com o motor a baixa rotação, um bom desempenho da direção ao acionar o volante com rapidez.

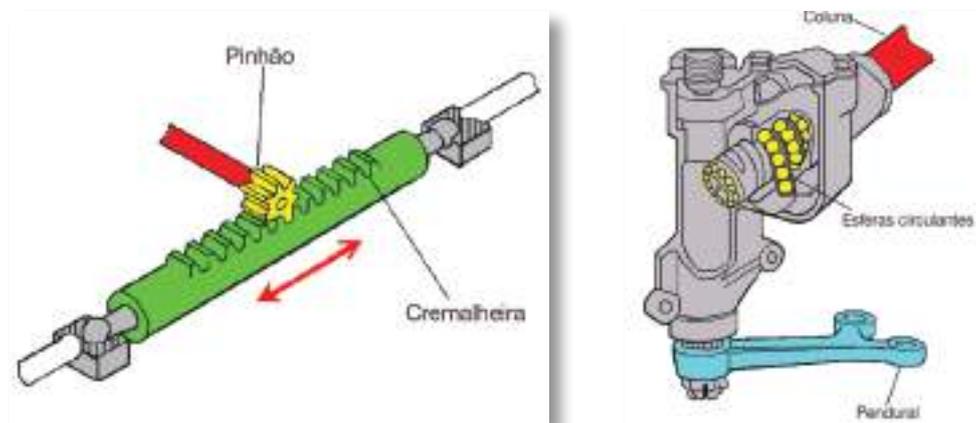


Figura 209 - Direções de cremalheira e pinhão (A) e de esferas circulantes (B)



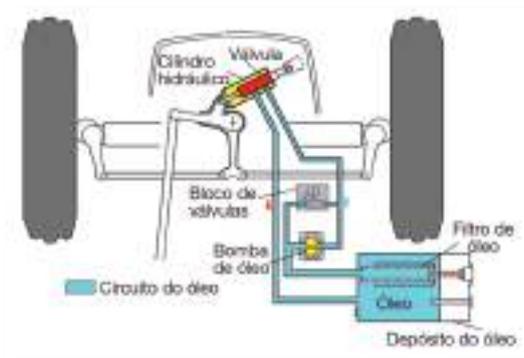


Figura 210 - Direção assistida hidráulicamente

- **Hidroestática (fig. 211)** - a constituição é semelhante ao sistema anterior, possuindo mais uma bomba, orbital, normalmente de carretos e acionada pela coluna da direção. O volante, ao ser manobrado para a direita ou para a esquerda, aciona, em simultâneo, a referida bomba que direciona óleo num ou noutro sentido e envia-o às válvulas de controlo ou distribuidor que, por sua vez, canaliza o óleo vindo diretamente da bomba para uma das partes do macaco, em função da quantidade enviada pela bomba da coluna da direção. Portanto, quem comanda o distribuidor é o fluxo de óleo enviado por esta bomba e não o movimento mecânico da coluna da direção, como acontece com o sistema anterior.

Desta forma mantém-se uma trajetória das rodas mais estável do que com o sistema hidráulico antes descrito, tendo a capacidade de absorver, quase totalmente, as pancadas nas rodas provocadas pelas irregularidades do terreno, pedras e/ou torrões.

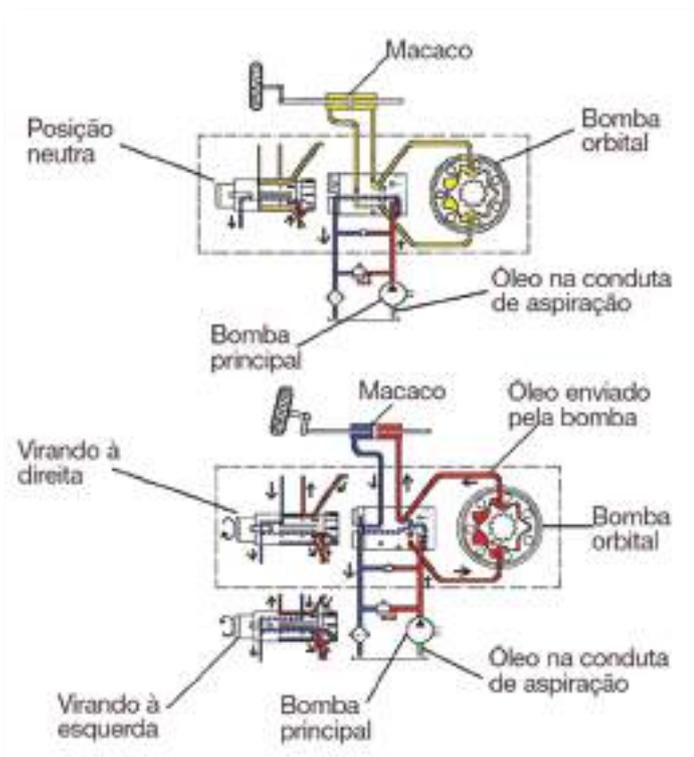


Figura 211 - Direção hidroestática



O óleo que alimenta as bombas hidráulicas anteriormente descritas pode estar contido num depósito próprio, ou ser o mesmo da caixa de velocidades e/ou diferencial.

Há tratores que, apesar de não possuírem uma bomba específica para o sistema da direção, o alimentam pela bomba do sistema hidráulico do trator; neste caso há uma válvula, prioritária, que debita o óleo necessário à direção, com preferência sobre todas as outras funções hidráulicas do trator.

Todas as articulações das alavancas, barras e caixa da direção, bem como os suportes do eixo dianteiro, precisam de uma ligeira *folga* para se movimentarem. Ao conjunto destas folgas dá-se o nome de **folga da direção**, a qual se sente e mede no volante. Em tratores nunca deve ultrapassar **30** graus.

As **rodas diretrizes** de um trator não se situam, como à primeira vista pode parecer, em planos paralelos; são *convergentes* para a frente ou seja, os planos em que se situam “cortam-se”. A esta disposição chama-se **convergência** (fig. 212).

Estas rodas (diretrizes) também não estão perpendiculares ao terreno, mas um pouco inclinadas, isto é, fechadas pela parte de baixo.

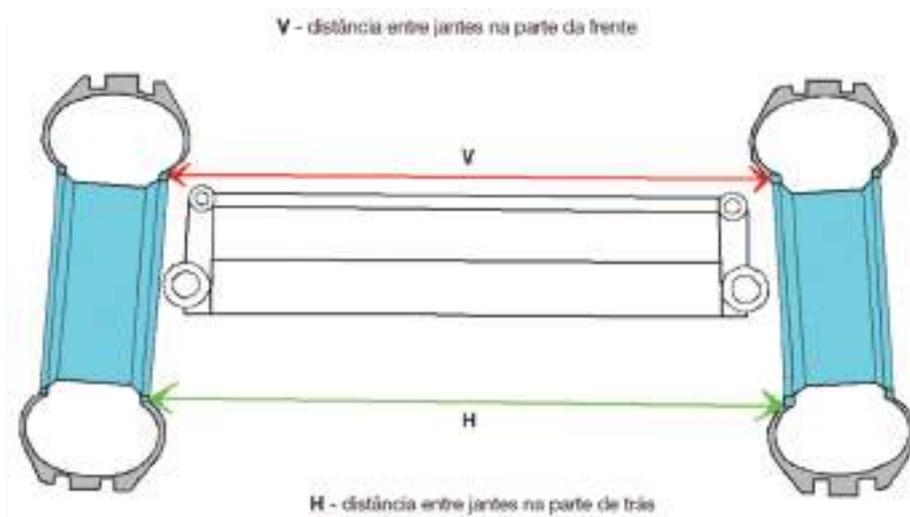


Figura 212 - Convergência das rodas diretrizes

A esta disposição chama-se **incidência, caída** ou **ângulo de sopé** (fig. 213-A) ou seja, **o ângulo formado pelos eixos da roda e do cavilhão**.

No entanto, a disposição das rodas não está totalmente definida, uma vez que o *cavilhão* da direção não está perpendicular ao solo mas avançado da parte baixa e atrasado da alta, disposição que se conhece pelo nome de **avanço** (fig. 213-B).



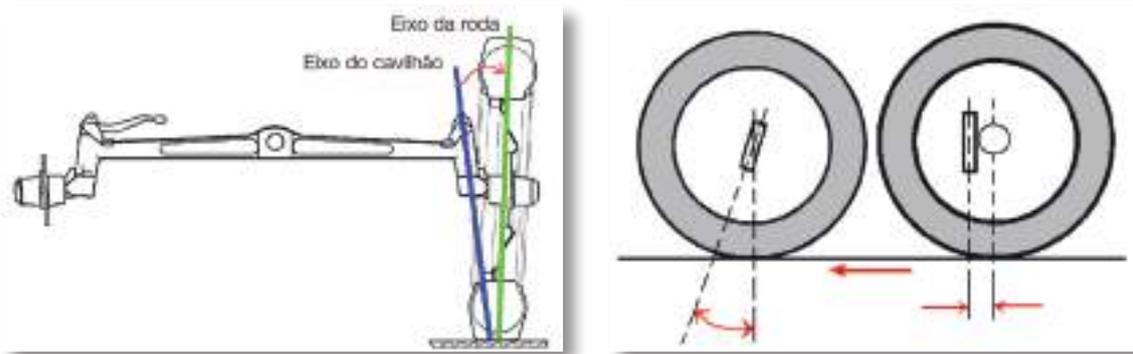


Figura 213 - Incidência (A)

e avanço (B)

Há ainda outro ângulo, denominado **ângulo de incidência**, que é o ângulo formado pelo plano vertical da roda com o cavilhão.

O **cubo** das rodas diretrizes pode **criar folgas** e, independentemente de outros prejuízos que a direção possa sofrer, ou as eliminamos rapidamente ou as mangas de eixo se danificam. Como tal, **semanalmente**, deve verificar-se esta folga e, se necessário, corrigi-la. Para o efeito basta abanar as rodas no sentido lateral, para um e outro lado e, caso as folgas existam, ouve-se uma batida.

O bom estado de funcionamento de todo o sistema da direção é fundamental para uma condução segura e trajetória eficaz das rodas, pelo que devem ser cumpridas todas as instruções do fabricante.

De uma maneira generalizada deve-se:

- Lubrificar, **diariamente**, o trem dianteiro.

**Semanalmente:**

- Verificar o estado de todos os componentes, substituindo os danificados;
- Verificar e corrigir folgas, se necessário;
- Controlar o nível de óleo dos componentes.

**EIXO DIANTEIRO**

A via ou bitola dianteira não é fixa, pelo que a podemos variar de acordo com a **bitola traseira**.

**Via ou bitola** é a distância que separa os planos médios dos pneus; na figura 214-A e B, podemos verificar o que é, bem como os locais onde temos que atuar para a variar, quando se trate de um *trator de duas rodas motrizes*.



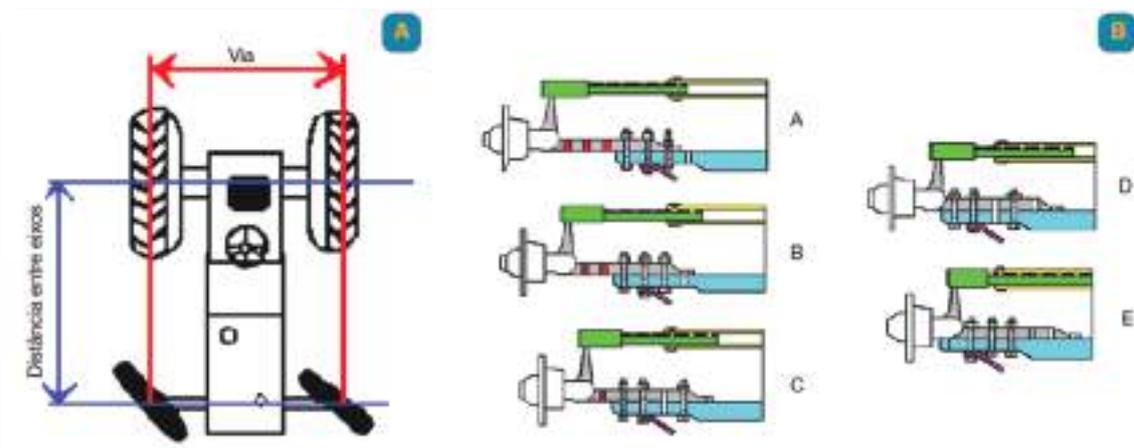


Figura 214 - Via ou bitola

Os tratores podem ser, como já se abordou na nota técnica anterior, de **duas rodas motrizes (2 RM)**, vulgarmente conhecidos por **tração simples**, sendo as duas rodas de trás motrizes e as da frente diretrizes, ou de **quatro rodas motrizes (4 RM)**, vulgarmente conhecidos por **tração dupla**, em que as rodas da frente, além de diretrizes, também são motrizes. Desta forma o **eixo dianteiro**, também conhecido por **trem dianteiro** e **ponte dianteira**, é distinto para cada caso; nos tratores de **2 RM** é constituído por três barras, em que a central fica montada através de um cavilhão central e as laterais suportam o cavilhão com a manga de eixo e cubo da roda. As figuras 215, 216 e 217 elucidam um pouco o assunto.

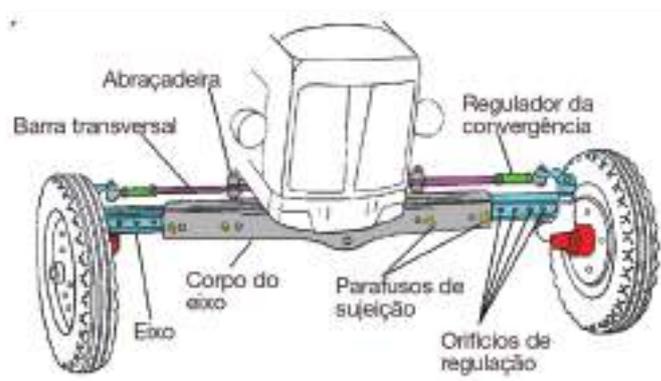
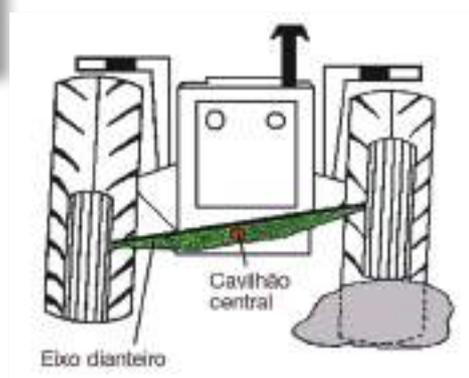


Figura 215 - Eixo dianteiro sem tração

Figura 216 - Articulação do eixo dianteiro



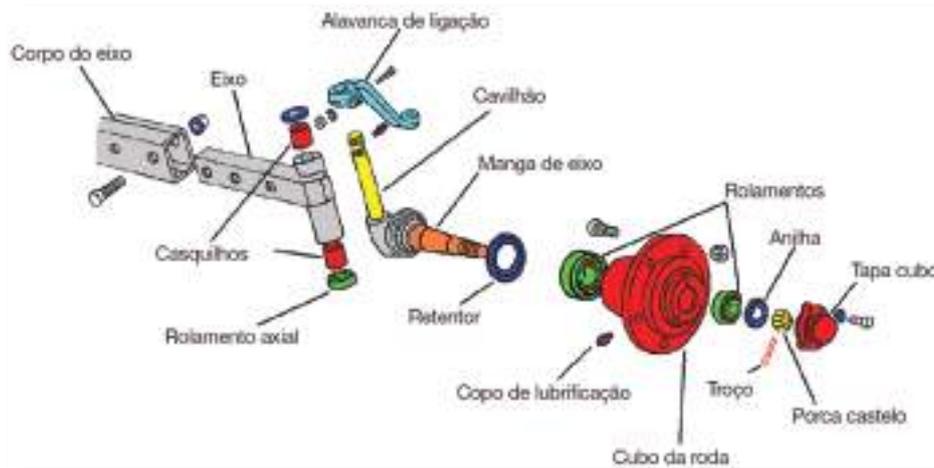


Figura 217 - Constituição do trem dianteiro de trator de 2RM

Nos tratores de **4 RM** o trem dianteiro (fig. 218) é semelhante ao traseiro, portanto, constituído por um grupo cónico, diferencial, semieixos e redutores finais, que ficam junto às rodas; tudo está envolvido numa carcaça de aço e/ou ferro fundido, denominada **bainha**. Junto à roda há uma articulação, normalmente de duas cruzetas universais, o que permite que as rodas sejam diretrizes.

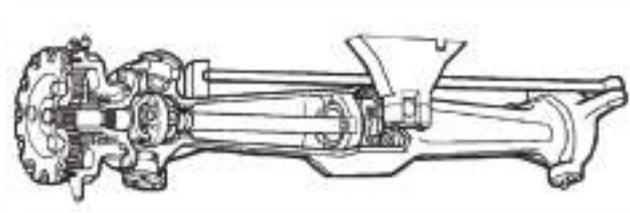


Figura 218 - Trem dianteiro dos tratores 4RM

Nestes tratores a variação da via dianteira é feita da mesma forma que a traseira. A tração às rodas da frente torna-se bastante útil quando se manifesta falta de aderência, pese embora a potência absorvida pela mesma<sup>1</sup>. Pode ser ligada através de um conjunto de engrenagens e manobrada por uma alavanca, ou por uma embraiagem de discos múltiplos em banho de óleo, podendo ser acionada pelo operador, em plena carga, sem interromper a transmissão da potência.

Com este sistema há tratores que, eletronicamente, podem ligar e desligar conforme as situações do trabalho. Assim, por exemplo, quando a velocidade for superior a 14 Km/hora desliga-a, voltando a ligá-la quando for inferior.

<sup>1</sup> Dois tratores iguais, com o mesmo motor, um com tração simples e outro dupla, o de 4 RM debita, à barra, menor potência.



Outros há, equipados com travões às rodas da frente, que ligam a tração quando se trava para que a aderência destas rodas melhorem a eficiência da travagem. Isto é bastante importante nas travagens efetuadas em transporte com reboques de grande capacidade em que, em princípio, a tração dianteira vai desligada.

O trem dianteiro deve ser **lubricado diariamente**.

## 4.2. Tomada de força

A **tomada de força**, assinalada pela sigla **tdf** é um acessório acoplado à transmissão de força e utiliza-se para acionar equipamentos auxiliares.

Outra sigla também utilizada para a designar é **pto**, que quer dizer power take off.

É uma saída aproveitável da potência do trator que não passa pelas rodas do mesmo. A **tdf** veio substituir o **tambor**, também conhecido por **polie**, embora durante alguns anos tenham existido em conjunto na mesma máquina.

As suas origens remontam ao ano de 1906, em que um construtor francês a incluiu num novo protótipo; a utilização generalizou-se a partir de 1913, embora de uma forma não uniforme. Em 1927 a **ASAE** (Associação Americana de Engenheiros Agrónomos), com a **SAE** (Associação Americana de Engenheiros Automóveis) propuseram a normalização das tomadas de força, a fim de poderem servir para o acionamento de diferentes tipos de máquinas de diversos construtores. A normalização é conseguida em relação à dimensão, sentido e velocidade de rotação.

Quanto à dimensão do veio é adotado o diâmetro de 35 mm, dotando-o de 6 estrias (fig. 219-A); quanto ao sentido da rotação foi adotado o sentido retrógrado, isto é, o dos ponteiros do relógio; em relação à velocidade de rotação foi equiparado ao mais frequente nos motores de então, que oscilava entre as 600 e 800 rotações por minuto.

Esta é a síntese histórica da **tdf a 540 r.p.m.**; no entanto, porque os tratores posteriores apareceram com motores mais potentes e regimes de rotação mais elevados, verificou-se a necessidade de intercalar uma importante redução na transmissão para a **tdf**.

Esta redução dá origem a perdas de potência consideráveis e o regime para trabalhos à **tdf** era consideravelmente menor que o máximo que podia conseguir o trator. Como tal, **a potência obtida na tdf a 540 r.p.m. é inferior à que pode ministrar o motor.**



Pensaram então numa nova **tdf** a montar nos tratores, cuja potência de motor fosse superior a 65 cavalos e, desta forma, chegaram a um novo desenho do veio, em que as 6 estrias foram substituídas por **21** (fig. 219-B), mantendo-se o diâmetro de 35 mm assim como o sentido de rotação, passando o número de rotações por minuto para **1000**.



Figura 219 - Veios tdf

Mas a potência dos motores continuou a aumentar, inclusivamente com regimes semelhantes devido a novas técnicas de injeção, turboalimentação, etc. e depressa superaram os 120 cavalos, o que deu lugar ao aparecimento e normalização de uma nova tdf com um veio de 45 mm, o que permitia um binário mais de acordo com os novos motores e o número de estrias reduz-se para **20**. Atualmente e para os tratores com potência superior a 180 cavalos, está-se a adotar um novo desenho que incrementa o diâmetro do veio para **57 mm** e reduz a **18** o número de estrias.

Todas estas tomadas de força têm reguladas e normalizadas a altura e a posição em relação ao ponto de engate e à barra de puxo.

A grande maioria das alfaias acionadas pela **tdf** exige 540 r.p.m. (+ 30; - 10). Para se obterem há que consultar o tratómetro do trator, a decalcomania ou o manual de instruções, que informam quais as rotações do motor, variáveis de máquina para máquina, necessárias para a obtenção das referidas rotações do veio da **tdf**.

Para nos certificarmos da realidade há que fazer ensaios com um conta-rotações e um cronómetro, muito especialmente quando o trator já tem um certo desgaste.

Há tratores que possibilitam a seleção do regime de 750 r.p.m. para a chamada **tdf económica**.

É utilizada quando o equipamento com que se pretende operar funciona a 540 r.p.m. e a potência necessária ao seu funcionamento é pequena; desta forma obtêm-se as 540 r.p.m. da **tdf** a um regime de motor mais baixo. Também se pode proceder da mesma forma com a seleção das 1000 r.p.m. para equipamentos que necessitam ainda de menos potência.



Há dois tipos fundamentais de tomada de força:

- **Tomada de força trator** - está ligada ao veio de saída da caixa de velocidades e o regime de funcionamento é **proporcional à velocidade de deslocação do trator**;

- **Tomada de força motor** - a velocidade de rotação é **proporcional ao regime do motor**.

Esta pode ainda ser:

**1 - Tomada de força dependente (fig. 220)** - também designada por **descontínua**, equipava os tratores mais antigos, embora exista ainda nalguns de baixa potência.

Recebe movimento do motor através do veio primário da caixa de velocidades.

Tem como inconveniente não ser possível parar o trator sem parar a **tdf** e vice-versa.

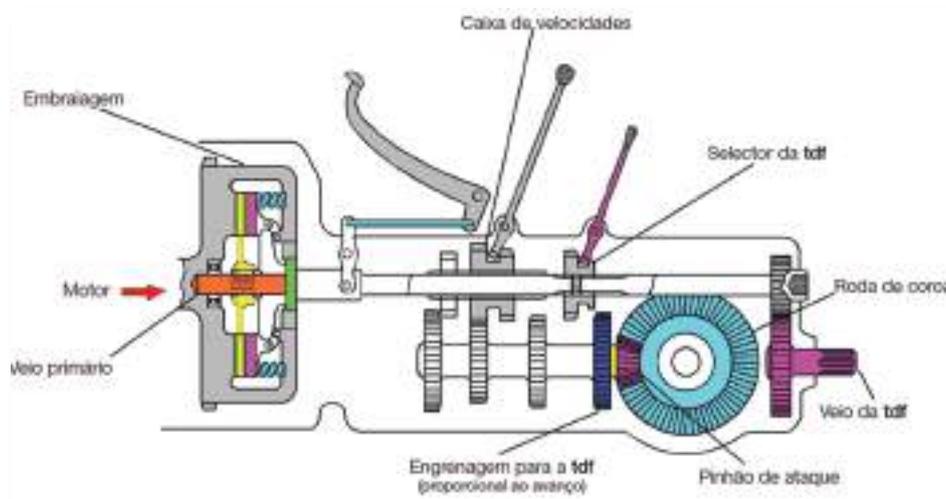


Figura 220 - Tomada de força dependente

**2 - Tomada de força semi-independente (fig. 221)** - está ligada ao motor mediante um segundo disco de embraiagem, embraiagem dupla, a qual é acionada pelo mesmo pedal, de tal forma que num primeiro curso daquele consegue-se deter o trator enquanto que a **tdf** continua a girar. Se o pedal for pisado até ao fundo, tanto a **tdf** como o trator param. O que não é possível com este tipo de tomada de força é pará-la com o trator em andamento, o que só se consegue com a independente.

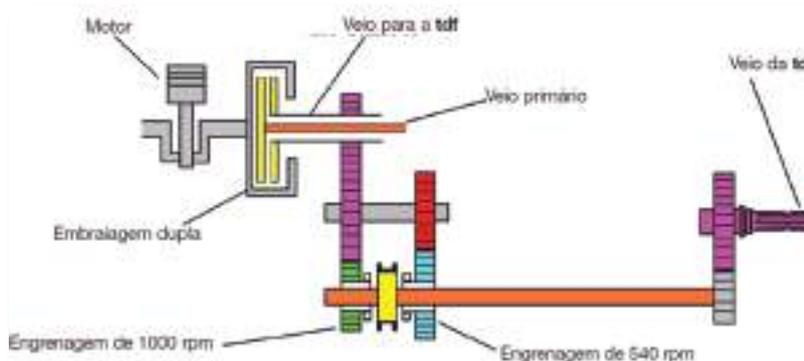


Figura 221 - Tomada de força semi-independente



**3 - Tomada de força independente (fig. 222)** - também denominada por *contínua*, pode ter uma embraiagem semelhante à da semi-independente mas com comandos distintos para cada um dos discos, sendo o de avanço do trator acionado pelo pedal e o da **tdf** por uma alavanca manual. No entanto, a mais utilizada é uma embraiagem de discos múltiplos separada da anterior e também acionada independentemente da de avanço do trator. Há autores que lhe chamam *tomada de força totalmente independente*. O acionamento pode ser mecânico ou hidráulico.

Em qualquer dos casos o veio pode girar proporcionalmente à velocidade de avanço do trator, uma vez ligado à respetiva engrenagem da **tdf** trator, quando exista.

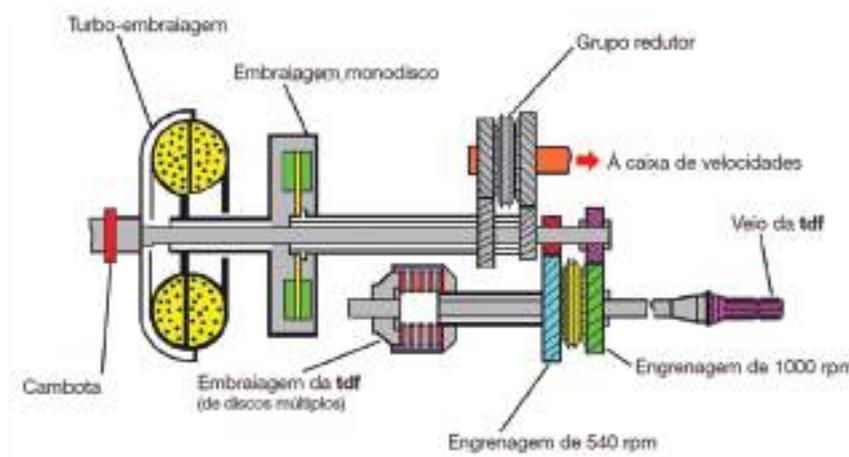


Figura 222 - Tomada de força independente

Além das **tdf** descritas pode haver outras, instaladas em simultâneo no mesmo trator. Quando existem podem denominar-se de **auxiliares**. Pertencem a este grupo a **ventral**, situada sob o “chassis” do trator. Permitem o acionamento simultâneo de outras máquinas ou equipamentos tais como gadanheiras, por exemplo. A vantagem reside na possibilidade da realização de operações múltiplas com uma só passagem do trator. As transmissões costumam ser *hidráulicas e eletrohidráulicas*.

Ainda dentro do grupo das auxiliares podemos citar a **frontal**, que se situa junto ao engate de três pontos dianteiro, situação já bastante difundida.

Permitem trabalhos combinados em simultâneo, com grande aumento de rendimento dos equipamentos.

O veio da **tdf** é tão importante como perigoso, por isso e na sua utilização, convém ter sempre presente um conjunto de normas de segurança a saber:



- 1 - Não aproximar as mãos, ou pés, do veio em funcionamento, muito menos com roupas folgadas ou dependuradas;
- 2 - Ao ligar qualquer máquina ou equipamento à **tdf** cumprir rigorosamente as instruções dos manuais e não tirar nunca a protecção dos veios telescópicos de cardans;
- 3 - Não trabalhar com os veios telescópicos de cardans em ângulos forçados (máximo de 30 ou 70°, consoante o tipo);
- 4 - Não ligar nunca um equipamento previsto para trabalhar a 540 r.p.m. a uma **tdf** de 1000, ou vice-versa;
- 5 - Para qualquer mexida na **tdf** parar o motor; não basta utilizar a embraiagem da mesma porque este mecanismo pode falhar, originando o funcionamento do veio;
- 6 - Não tirar nunca a tampa de protecção do veio, a não ser quando o vai utilizar; repô-la logo que cessa a utilização da **tdf**.

### 4.3. Sistema hidráulico

A **hidráulica** baseia-se nos seguintes princípios dos líquidos:

#### 1 - Não têm forma própria (fig. 223-A).

Adquirem a forma do recipiente onde estão contidos. Graças a esta particularidade o óleo de qualquer sistema hidráulico consegue circular através de tubagens com qualquer diâmetro e em qualquer direcção.

#### 2 - São incompressíveis.

Vejam os a figura 223-B; se empurrarmos a rolha **R** com o frasco hermeticamente fechado o líquido **L**, por não se comprimir, transmite a pressão em todas as direcções e rebenta o frasco.

3 - Transmitem a pressão que se lhes aplica em todas as direcções.

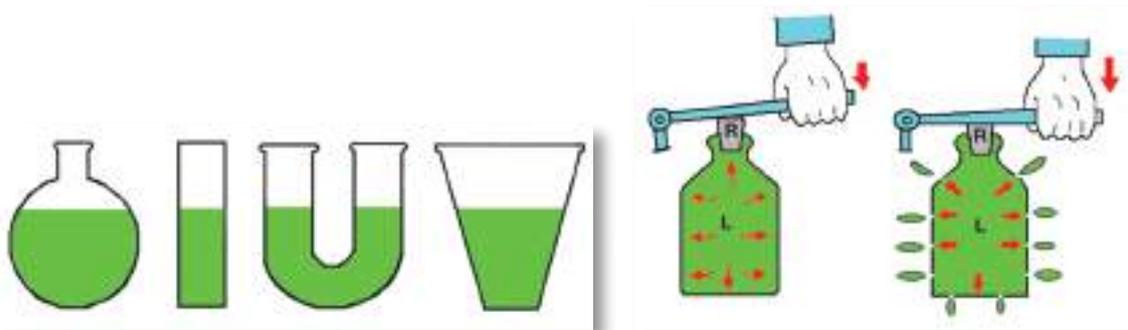


Figura 223 - Propriedades dos líquidos: não tem forma própria (A) e são incompressíveis (B)



Observemos a figura 224-A Temos 2 cilindros, A e B, de diâmetro igual e ligados por intermédio de um tubo T e cheios de óleo até ao nível N, com um êmbolo em cada cilindro (E e E') sobre a superfície do óleo O.

Se ao êmbolo E for aplicada uma força de 1 Kg, a força transmitir-se-á ao cilindro E' com o mesmo valor de 1 Kg.

**4 - Multiplicam a força aplicada.**

Repare-se na figura 224-B. Há 2 cilindros, A e B, com diâmetros diferentes em comunicação por um tubo T e com óleo ao mesmo nível. O cilindro A tem uma secção de **1 cm<sup>2</sup>** e o B **10 cm<sup>2</sup>**.

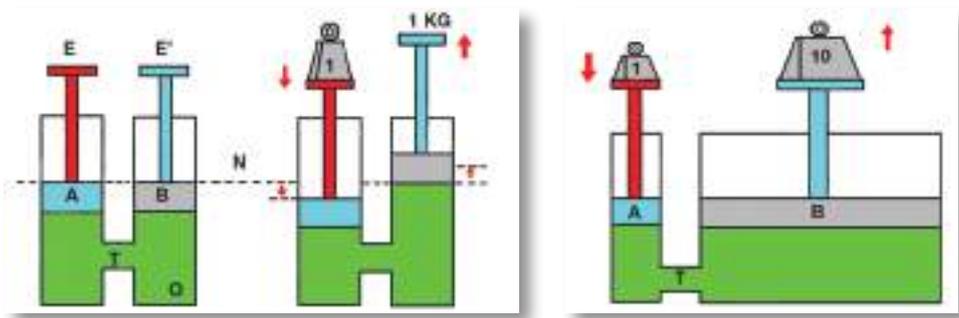


Figura 224 - Propriedades dos líquidos: transmitem a pressão (A) e multiplicam a força aplicada (B).

Aplicando uma força de **1 Kgf** ao êmbolo do cilindro A, a pressão transmite-se ao B por igual, ou seja **1 Kgf** mas, como este cilindro tem uma secção **10** vezes maior, a força total exercida sobre o êmbolo será de **10 Kgf**, portanto, multiplicamo-la.

**4.3.1. Funcionamento do sistema hidráulico**

Os tratores agrícolas estão equipados com um **sistema hidráulico** para elevação de máquinas e alfaias montadas, ou para acionamento de determinados órgãos de máquinas montadas, semi-montadas e de arrasto.

Um sistema hidráulico elementar compõe-se de **depósito, filtros, bomba, válvulas e cilindros.**

Vejamos a figura 225, que nos elucida sobre o funcionamento elementar do sistema hidráulico.



Fazendo força na *alavanca* a *bomba* empurra o óleo, que entra no *cilindro C* e a pressão faz subir o *êmbolo D*, que eleva o *peso E*.

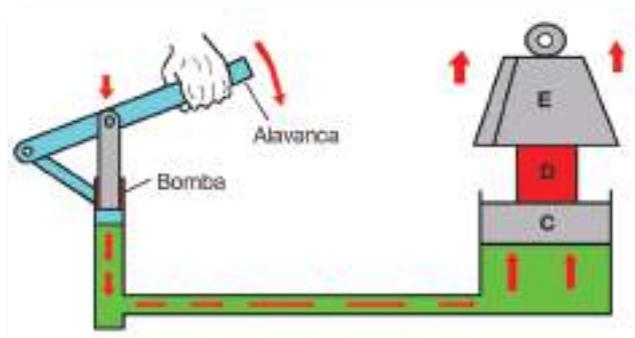


Figura 225 - Sistema hidráulico

A bomba transformou a **força mecânica** em **energia hidráulica**, enquanto que o cilindro converteu esta última novamente em força mecânica, a fim de efetuar o trabalho.

Se se pretender que o sistema trabalhe continuamente há que incorporar-lhe outros elementos - depósito, filtro e válvulas.

#### - DEPÓSITO

Indispensável em qualquer sistema hidráulico, serve não só para armazenar o óleo mas também para o seu arrefecimento, eliminação de impurezas por decantação e libertação de bolhas de ar criadas no sistema. Para satisfazer estes requisitos, a sua capacidade deve ser tal que, em situações de maior quantidade exigida, fique sempre acima do tubo de aspiração.

Normalmente são construídos em chapa e devem ter um tampão de enchimento e respiração, um tampão magnético de drenagem e limpeza, indicador de nível e tubagens de saída para a bomba e de retorno.

Na maior parte dos tratores agrícolas, o óleo que alimenta o sistema hidráulico está no cárter da caixa de velocidades e diferencial, pelo que também os lubrifica.

#### - FILTROS

O óleo do hidráulico, além de transmissor de força, atua como lubrificante, pois em todo o sistema existem peças metálicas de grande precisão. Uma vez contaminado faz de abrasivo, o que pode causar danos no sistema, portanto, é necessário que se mantenha livre de todo o tipo de impurezas que o conspurquem tais como e principalmente água, ácidos, partículas metálicas, pó, areia, fios e fibras (figura 225 A).





Figura 225-A - Contaminantes do óleo

A contaminação referida contraria-se por intermédio de filtros, a fim de se evitarem posteriores danos no sistema, dos quais há dois tipos fundamentais: - os de superfície e os que o fazem em profundidade.

Um sistema de filtragem “razoável” possui um filtro no depósito, instalado no tubo de aspiração, outro antes da bomba e um terceiro no retorno do óleo. Podem ainda existir filtros específicos para proteger determinados órgãos do sistema.

Os filtros têm uma capacidade de retenção de impurezas limitada. A partir de determinada altura estão saturados e deixam de cumprir a sua missão. O óleo começa então a ter dificuldade em os atravessar e a ser contaminado. Para se evitar tais inconvenientes substituem-se a intervalos regulares, de acordo com os fabricantes das máquinas, bem como o óleo. Devemos, portanto, respeitar os períodos fixados e que vêm expressos nos manuais de instrução.

**- BOMBA**

É o coração de qualquer sistema hidráulico; impulsiona o óleo aspirado do depósito e converte a força mecânica em energia hidráulica. Tem um determinado caudal, ou seja o volume de óleo debitado na unidade de tempo.

Pode ser:

- **De caudal fixo (fig. 226-A)** - com o mesmo número de rotações é constante o volume de óleo debitado.

- **De caudal variável (fig. 226-B)** - com o mesmo número de rotações é variável o volume de óleo debitado.

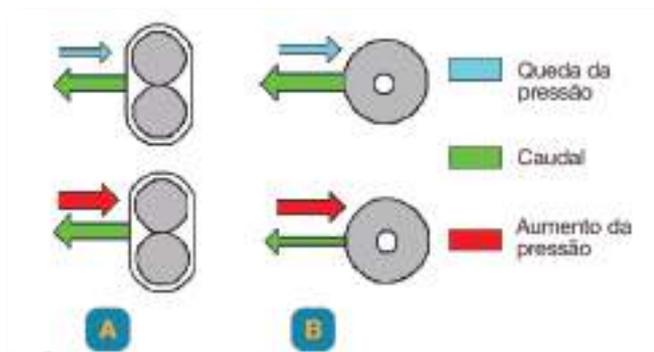


Figura 226 - Bombas hidráulicas



As bombas hidráulicas podem ainda ser de *carretos*, de *palhetas* e de *êmbolos* (fig. 227, A, B e C, respectivamente).

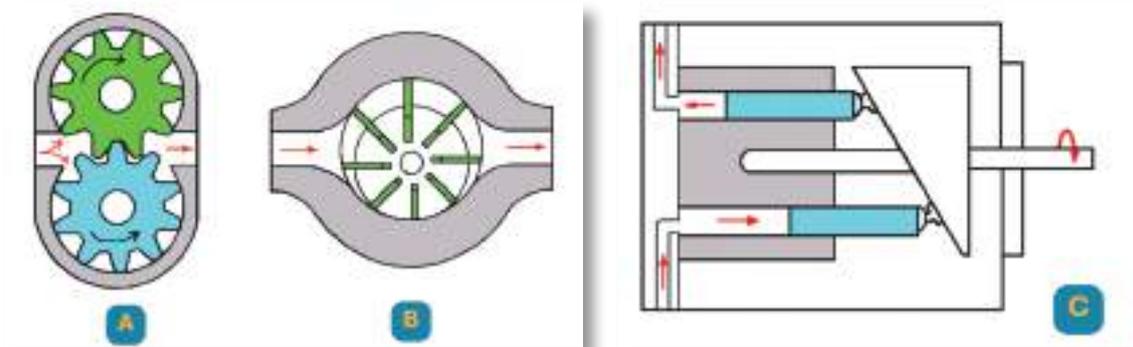


Figura 227 - Bombas hidráulicas

- **De carretos** - são as mais utilizadas nos sistemas de levantamento hidráulico dos tratores agrícolas devido ao seu baixo custo, embora não possa haver variação do caudal. Podem ser de carretos externos ou internos.

- **De carretos externos (fig. 228)** - constam de dois carretos ligados e fechados dentro de uma caixa estanque. O eixo de acionamento faz girar um dos carretos que, por sua vez, aciona o outro.

A estanquicidade do conjunto é resultante de casquilhos, superfícies sujeitas a alta pressão e placas de fricção.

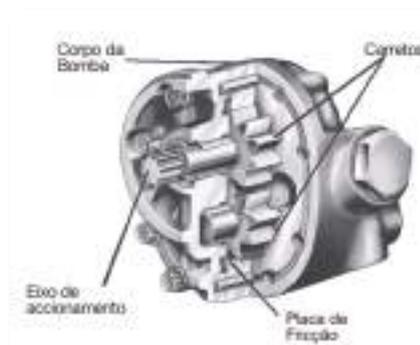


Figura 228 - Bombas de carretos externos

À medida que os carretos giram, os espaços entre os dentes e as paredes da caixa arrastam o óleo e obrigam-no a sair sob pressão.

- **De carretos internos (fig. 229)** - também aqui existem dois carretos, *um maior e outro menor* que gira dentro do primeiro. Os dentes do menor entram em ligação com o outro num dos lados, enquanto que no oposto se interpõe entre eles um *separador*, com a forma da lua em quarto crescente. O eixo de acionamento faz girar o carreto menor e este, o maior.

O princípio de funcionamento é o mesmo do sistema anterior, só que neste caso ambos os carretos giram no mesmo sentido.



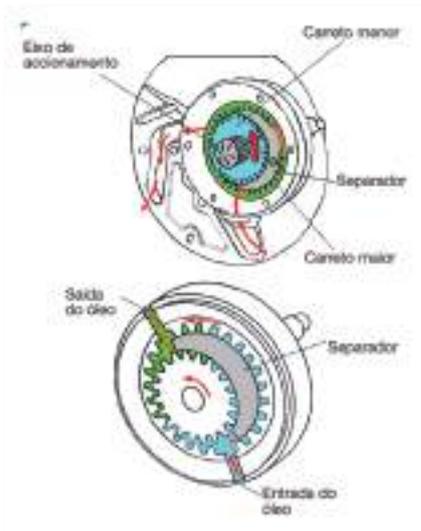


Figura 229 - Bomba de carretos internos

Esta bomba ainda pode apresentar uma variante: trata-se da **bomba de rotor** (fig. 230). Consta de um *rotor interno* que gira dentro de outro, *externo*, também conhecido por *estator* e estão montados dentro de uma caixa.

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

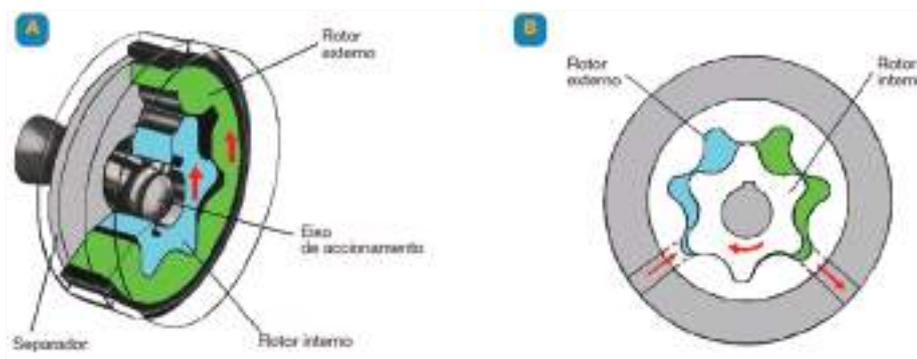


Figura 230 - Bomba de rotor

- **De palhetas** - movimentam o óleo por meio de um rotor com ranhuras, onde se alojam as palhetas. As mais utilizadas são de dois tipos:

- **De palhetas equilibradas (fig. 231-A)** - são de caudal fixo e constam de um rotor, com palhetas, acionado por um eixo que gira dentro de uma cavidade com formato oval.

Esta bomba tem duas entradas e duas saídas em pontos diametralmente opostos. Com a rotação do rotor as palhetas são projetadas, pela força centrífuga, de encontro à superfície



interna do rotor externo. Entre este e o rotor com palhetas formam-se duas cavidades, em forma de meia-lua, subdivididas, pelas palhetas, em cavidades mais pequenas as quais, limitadas pelas palhetas, aumentam e diminuem de volume duas vezes em cada volta completa do rotor. As cavidades, ao aumentarem de volume, aspiram óleo que as palhetas vão empurrando, obrigando-o a sair da bomba ao reduzir-se o volume das cavidades que limitam.

Na segunda meia volta do rotor repete-se o mesmo processo para as bocas situadas nos pontos opostos.

- **De palhetas desequilibradas (fig. 231-B)** - são de caudal fixo ou variável e o princípio de funcionamento é o mesmo da bomba anterior; no entanto, há apenas um ciclo de trabalho em cada rotação. Como tal só tem uma entrada e uma saída e o rotor com palhetas está descentrado em relação ao rotor externo.

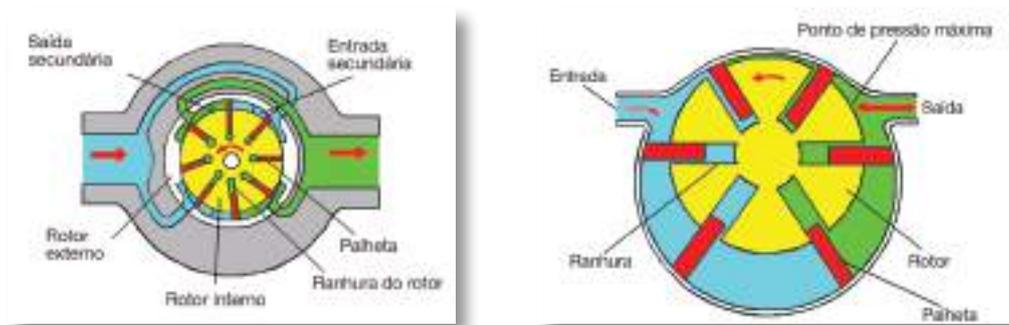


Figura 231 - Palhetas equilibradas e desequilibradas

O óleo é aspirado ao aumentar o volume das câmaras e expelido pela sua diminuição, tal como na bomba anterior.

Estas bombas podem ser de caudal variável quando a sua constituição permite alterar a posição do rotor externo e as bocas de entrada e de saída em relação à descentralização do rotor.

- **De êmbolos** - são as que equipam os hidráulicos modernos que trabalham a altas velocidades e a altas pressões.

São mais complicadas e mais caras que as anteriormente descritas e podem ser de caudal fixo ou variável e dividem-se em dois grupos:

- **De êmbolos axiais (fig. 232 - A)** - são montadas com o eixo longitudinal paralelo ao eixo longitudinal da bomba.



- **De êmbolos radiais (fig. 232 - B)** - são montadas de forma a que o eixo longitudinal fique perpendicular ao eixo longitudinal da bomba tal como os raios de uma roda, daí o nome de radial.

Ambas bombeiam o óleo pelo movimento de vai e vem dos êmbolos dentro do cilindro respectivo. As de *êmbolos axiais* podem ser de *eixo em linha*, ou de *eixo em ângulo*.

A figura 223-A mostra uma bomba de **êmbolos axiais em linha**, de caudal variável.

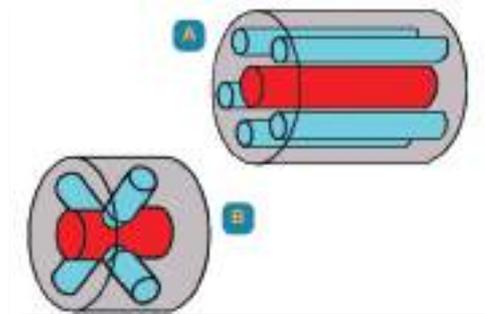


Figura 232

Consta de um bloco de cilindros montado sobre o eixo de acionamento, com o qual gira solidário. O movimento de vai e vem dos êmbolos é assegurado por uma placa inclinada, denominada *placa oscilante*. Se a inclinação desta placa for fixa a bomba é de caudal fixo (fig. 233-A); se for de posição variável também a bomba é de caudal variável (fig. 233-B).

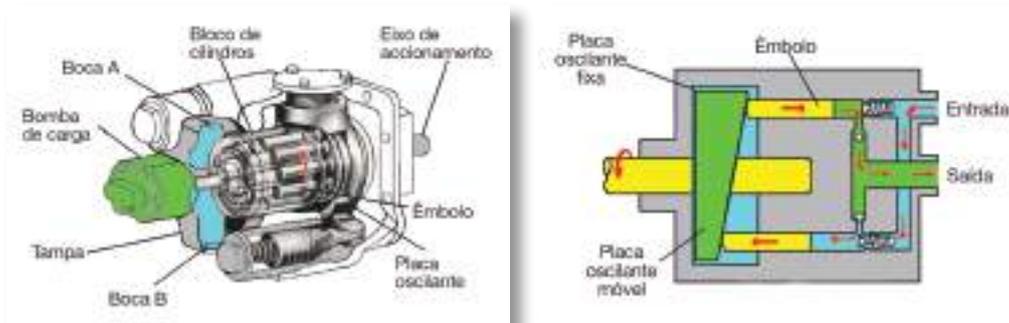


Figura 233 - Bomba de caudal fixo (A) e variável (B)

Quanto às de **eixo em ângulo** (fig. 234), o movimento dos êmbolos é provocado pelo ângulo formado pelo eixo de acionamento e o bloco dos cilindros. Também aqui, se este ângulo for fixo a bomba é de caudal fixo; se o ângulo for variável será de caudal variável.

As *bombas de êmbolos radiais* são de constituição um pouco complexa: permitem a obtenção de grandes caudais e variáveis, altas pressões e grandes velocidades. O princípio de funcionamento é simples, motivo pelo qual é bastante utilizada em muitos sistemas hidráulicos exigentes nas questões atrás descritas.



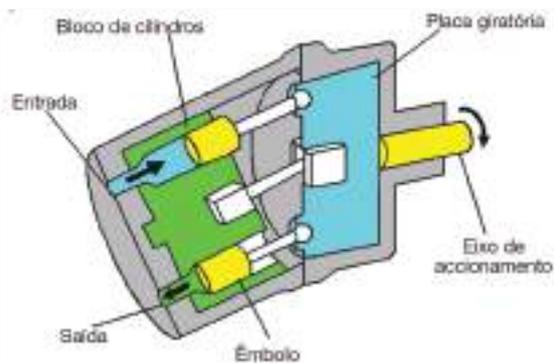


Figura 234 - Bombas de eixo em ângulo

Como todos os componentes de qualquer sistema requerem um óleo “limpo” e de qualidade adequada ao seu funcionamento e lubrificação, também estas bombas são bastante exigentes nestes pontos devido, principalmente, às peças trabalharem ajustadas com grande precisão; o uso de óleo inadequado, ou a sua contaminação, pode causar avarias complicadas e dispendiosas.

Estas bombas podem ser de *excêntrico giratório* ou de *êmbolos e cilindros em rotação* (fig. 235).

As **de excêntrico giratório** são constituídas, na maioria dos casos, por 4, 6 ou 8 cilindros alojados num bloco fixo. O eixo de acionamento termina num excêntrico que impulsiona os êmbolos no sentido de pressionar o óleo para a saída, sendo a recuperação destes, bem como o enchimento dos cilindros, assegurado por uma mola alojada no interior de cada êmbolo (fig. 235).

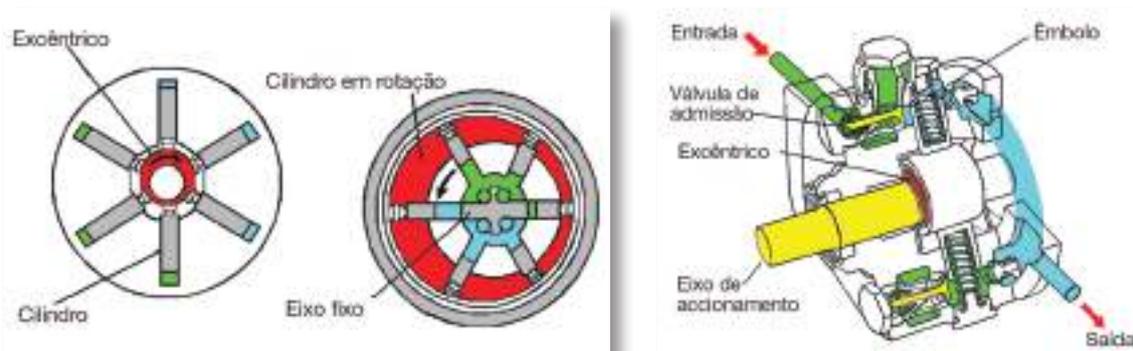


Figura 235 - Bomba de êmbolo radial de excêntrico giratório e pormenor

Sem alterar a rotação da bomba, a variação de caudal consegue-se controlando o curso dos êmbolos.

Através de um corpo de válvulas o óleo, sob pressão, passa para o cárter da bomba onde trabalha o excêntrico, preenchendo todo o espaço.

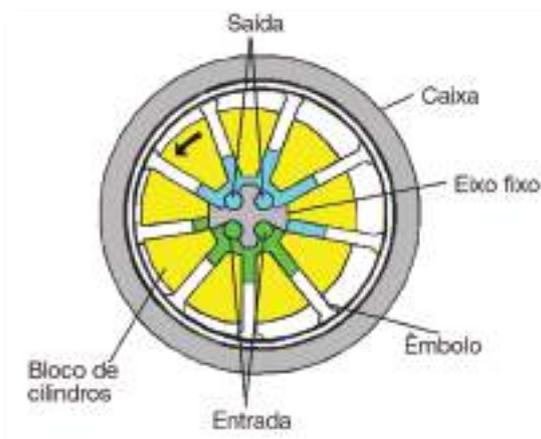


Esta pressão é suficiente para vencer a força das molas dos êmbolos mantendo-os afastados do excêntrico, o qual gira mas os êmbolos ficam imobilizados, porque estão afastados dele, não havendo bombagem de óleo.

Ao ser solicitado óleo, por qualquer circuito hidráulico, a pressão baixa a partir do cárter da bomba, permitindo assim que as molas dos êmbolos os ajustem ao excêntrico, iniciando-se a bombagem. A bomba continuará a trabalhar até deixar de haver solicitação de óleo e este atinja, novamente, a pressão suficiente para afastar os êmbolos do excêntrico.

As bombas radiais **de cilindros rotativos** são constituídas por um corpo com uma cavidade circular, no qual gira um bloco, também circular, onde estão cavados os cilindros, dispostos radialmente. Cada cilindro comporta um êmbolo e o bloco de cilindros é descentrado em relação à caixa circular (fig. 236).

O princípio de funcionamento é idêntico ao da bomba de palhetas desequilibradas. O bloco dos cilindros, ao girar, lança os êmbolos de encontro à caixa através da força centrífuga. Desta forma faz o enchimento dos cilindros por entradas de óleo centrais. À medida que o bloco vai girando, devido à descentralização deste, os êmbolos são obrigados a entrar nos cilindros, empurrando o óleo para as saídas dispostas centralmente.



*Figura 236 - Bomba de êmbolo radial de cilindros rotativos*

O caudal pode ser alterado fazendo mover a caixa de modo a que o bloco fique mais ou menos descentrado. Assim, se o bloco ficar centrado com a caixa os êmbolos não se movimentam, pelo que não há bombagem. À medida que a descentralização aumenta também aumenta o caudal.

### - VÁLVULAS

Nos sistemas hidráulicos a pressão, distribuição de óleo e caudal são regulados através de válvulas, das quais há três tipos:



- **Reguladoras de pressão (fig. 237 - A)** - utilizam-se para limitar ou reduzir a pressão dentro do sistema e ainda para descarga da bomba ou fixação da pressão de entrada do óleo num determinado circuito;
- **Distribuidoras de óleo (fig. 237 - B)** - controlam o sentido do fluxo de óleo pelo sistema hidráulico;
- **Reguladoras de caudal (fig. 237 - C)** - variam o caudal de óleo por estrangulamento ou por derivação.

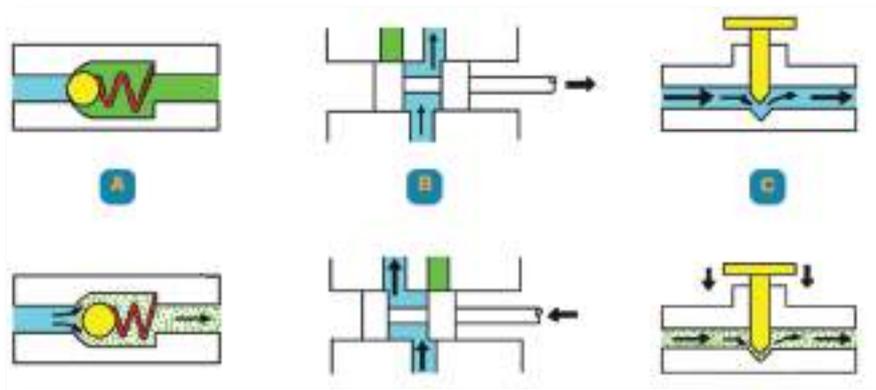


Figura 237 - Válvulas

Também há válvulas que são variantes de qualquer dos tipos referidos. Outras são combinações feitas com a finalidade de otimizar circuitos hidráulicos para respostas mais rápidas e eficazes.

As válvulas podem ser acionadas manualmente, através da força hidráulica ou pneumática, ou ainda eletronicamente. Também aqui se podem fazer algumas combinações como, por exemplo, as válvulas eletrohidráulicas onde, através de um solenoide, se aciona uma válvula de distribuição que, por sua vez, comanda uma outra de acionamento hidráulico.

### -CILINDROS

O **cilindro**, denominado por **macaco hidráulico**, é o órgão que realiza o trabalho no sistema hidráulico. Transforma a força hidráulica em mecânica; são os “braços” dos circuitos hidráulicos.

Há dois tipos principais:

- **De êmbolos** - produzem um movimento rectilíneo e podem ser de efeito simples ou duplo.
- **De simples efeito (fig. 238)** - a sua força atua num só sentido.



O óleo, sob pressão, entra pelo extremo do cilindro **E** para elevar a carga **X**. O cilindro volta a descer pelo peso da carga (ou pela força de uma mola) voltando o óleo a sair pelo mesmo extremo **E**.

Há macacos de simples efeito que não possuem êmbolo; é o extremo da própria biela que faz o efeito do dito (fig. 239).

Tem vantagens pois a biela é mais robusta, as juntas são exteriores e não necessita de orifício de respiração.

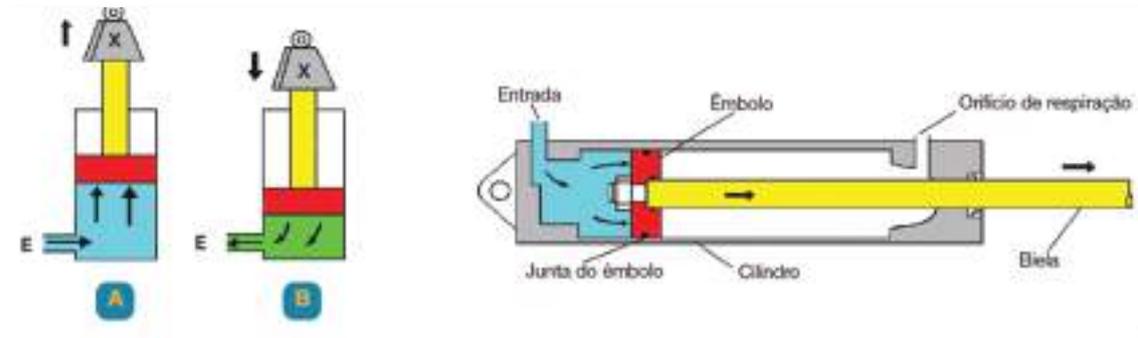


Figura 238 - Cilindros de êmbolo de simples efeito

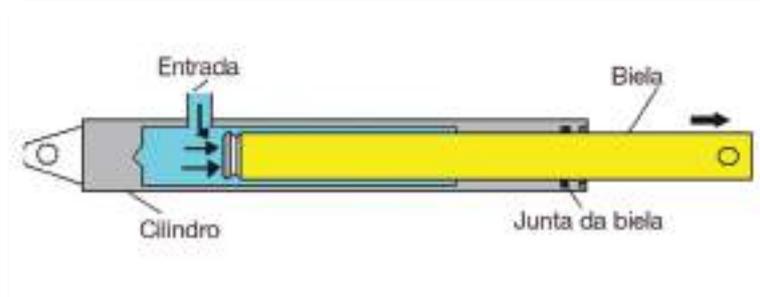


Figura 239 - Cilindro de simples efeito sem êmbolo

- **De duplo efeito (fig. 240)** - faz força nos dois sentidos. Quando o óleo, sob pressão, entra pelo orifício **E** distende-se e quando entra pelo **F** retrai-se. O óleo do lado oposto retorna ao depósito.

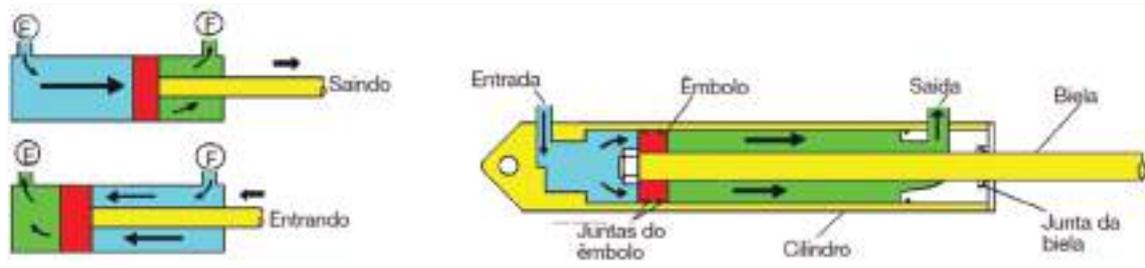


Figura 240 - Cilindro de duplo efeito



Os macacos de duplo efeito podem ser *desequilibrados* ou *equilibrados* (fig. 241). Desequilibrados quando existe um diferencial de força (pressão de óleo) sobre as duas faces do êmbolo. A face onde está montada a biela fica com uma superfície disponível menor que a face oposta, fazendo mais força na fase de distensão do que na de retração.

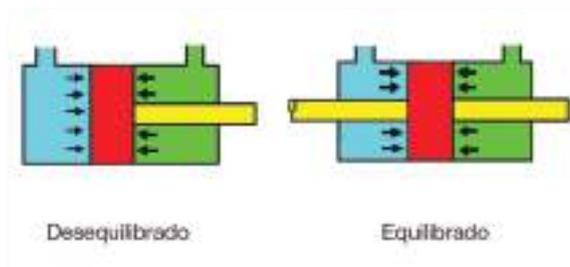


Figura 241 - Macacos de duplo efeito

Nos macacos equilibrados é montada uma biela em cada face do êmbolo, ficando com superfícies disponíveis iguais. Desta forma as forças são iguais, desde que a pressão do sistema seja estável.

- **De palhetas (fig. 242)** - normalmente são de duplo efeito e produzem movimento rotativo.

São constituídos por um cilindro com uma palheta fixa a este e uma segunda palheta solidária com o veio central, ao qual transmite movimento.

De cada lado da palheta fixa há orifícios, que podem ser de diâmetros diferentes, para saída e entrada de óleo, conforme a força se exerça para um ou outro lado.

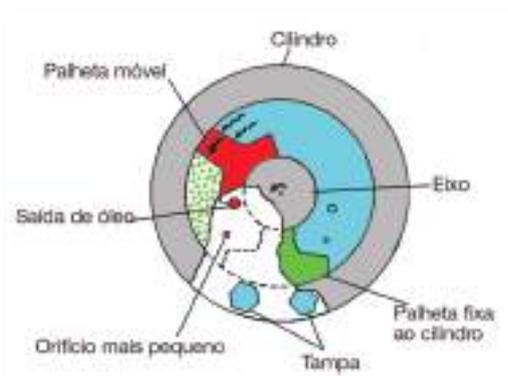


Figura 242 - Macacos de palhetas

A pressão do óleo faz girar a palheta móvel, solidária com o eixo e o óleo sai por um orifício situado no lado oposto do cilindro.



A velocidade do movimento pode diminuir-se; a palheta móvel, ao girar, chega a fechar o orifício de saída, mas o óleo continua a sair pelo orifício menor, diminuindo assim a velocidade do movimento.

Nos macacos hidráulicos são exercidas pressões elevadas, pois são eles que convertem a energia hidráulica em energia mecânica pelo que, tanto a nível de êmbolo como de biela, tem que existir uma estanquicidade perfeita e quem a garante é um conjunto de juntas, tanto estáticas como dinâmicas e que podem ser vedantes, retentores ou empanques. São elementos com alguma complexidade e formados de diversos materiais em função das pressões, temperaturas e condições de trabalho a que estão sujeitos.

### MOTORES HIDRÁULICOS

Um motor hidráulico, tal como um macaco hidráulico, tem por função transformar a energia hidráulica em força mecânica. Enquanto que o macaco a converte em movimentos rectilíneos (empurrar ou puxar), o motor faz essa conversão em movimento rotativo (o cilindro de palhetas também é um conversor de força rotativa, só que limitado a menos de uma volta).

O motor hidráulico pode comparar-se a uma bomba hidráulica, mas a trabalhar inversamente. Enquanto que a bomba aspira o líquido e o envia para a saída, com mais ou menos pressão, o motor recebe o líquido enviado pela bomba, fazendo a pressão deste funcionar as peças móveis do motor (carretos, palhetas ou êmbolos).

Os motores, à semelhança das bombas, podem ser de engrenagens, palhetas ou êmbolos, com todas as suas subdivisões. Também, de igual forma, podem ser de caudal fixo ou variável.

### ACUMULADORES HIDRÁULICOS

O acumulador de energia mais conhecido é a **mola**; ao ser comprimida acumula força que cede quando é libertada. Os acumuladores hidráulicos trabalham com o mesmo princípio. São constituídos por um recipiente metálico com uma abertura inferior que fica em comunicação com o óleo de uma conduta do sistema hidráulico. No seu interior pode estar montado um balão de borracha expansivo, uma membrana a separar a parte inferior da superior ou um êmbolo.



Tanto o balão expansivo, quando existe, como a parte superior do recipiente são cheios a uma determinada pressão, com ar ou gás (nitrogênio). Na parte superior tem uma segunda abertura onde está montada uma válvula para carregamento com o gás. Desta forma existe uma câmara inferior com óleo e outra superior com gás ou ar. Quando a pressão do óleo do sistema hidráulico aumenta, por qualquer razão, este entra dentro do recipiente comprimindo, mais ou menos, o elemento gasoso. Esta energia, acumulada pela compressão do gás, vai ser libertada duma maneira mais ou menos rápida quando a pressão no sistema hidráulico baixar.

As principais aplicações destes acumuladores são (fig. 243): como acumuladores de energia, como amortecedores para “picos” de pressão, para um aumento gradual da pressão e para manter uma pressão constante.



Figura 243 - Acumuladores hidráulicos

Nalguns acumuladores de êmbolo a energia pode ser acumulada através de molas, em substituição da compressão do gás.

## RADIADORES DE ÓLEO

Nos modernos sistemas hidráulicos, que trabalham a elevadas pressões e a altas velocidades, torna-se necessário arrefecer o óleo. Os radiadores mais utilizados para o efeito funcionam por ar ou por água; os arrefecidos por ar ficam, normalmente, montados paralelamente aos do sistema de arrefecimento do motor, sendo o ventilador o mesmo. Os arrefecidos por água montam-se próximo do motor e o líquido de arrefecimento é o mesmo do sistema de arrefecimento do motor.

## TUBAGENS

A maior parte da tubagem do sistema hidráulico é formada por condutas internas e tubos, metálicos ou flexíveis.



As condutas internas são cavadas em blocos metálicos, resistentes a qualquer valor da pressão.

Os tubos metálicos oferecem uma determinada resistência a choques e a pressões, em função da espessura das suas paredes.

Os tubos flexíveis são os mais aconselhados para unir diferentes componentes do sistema. Para além de permitirem diversas curvas, absorvem vibrações e são de fácil instalação.

Um tubo flexível consta de (fig. 244):

- Um tubo interior em borracha sintética, lisa, flexível, resistente a temperaturas elevadas e à corrosão;
- Diversas camadas de reforço em fibra sintética, ou malha metálica capaz de resistir à pressão do circuito onde está instalado;
- Uma cobertura exterior para proteger as capas de reforço e resistente aos produtos abrasivos, ao óleo, à sujidade e à ação das condições atmosféricas.



Figura 244 - Constituição de um tubo flexível

Na figura 245 ilustram-se quatro tipos de tubos flexíveis para diferentes pressões.

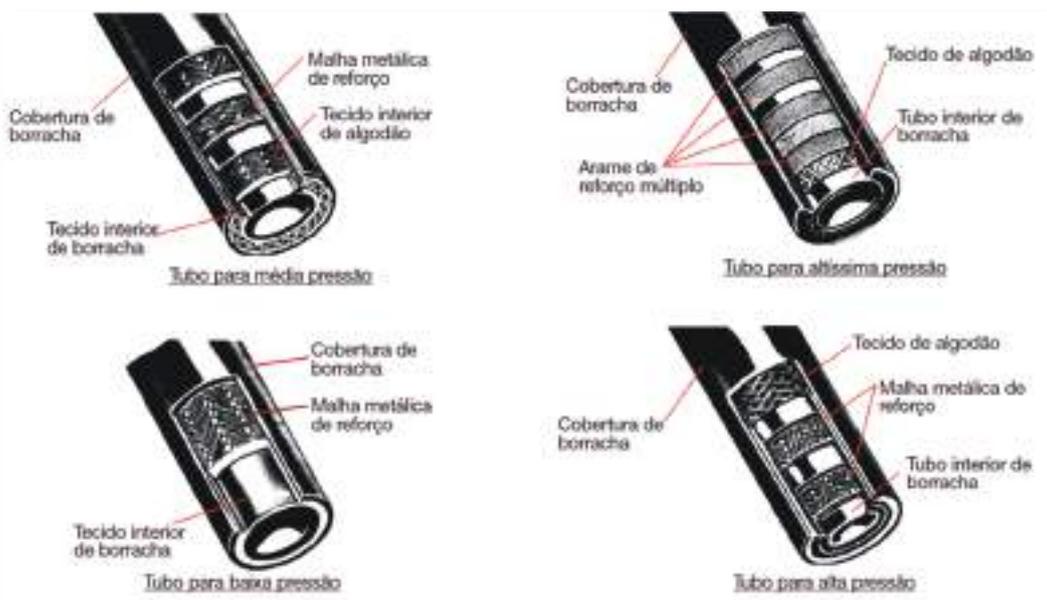


Figura 245 - Tubos flexíveis para diferentes pressões



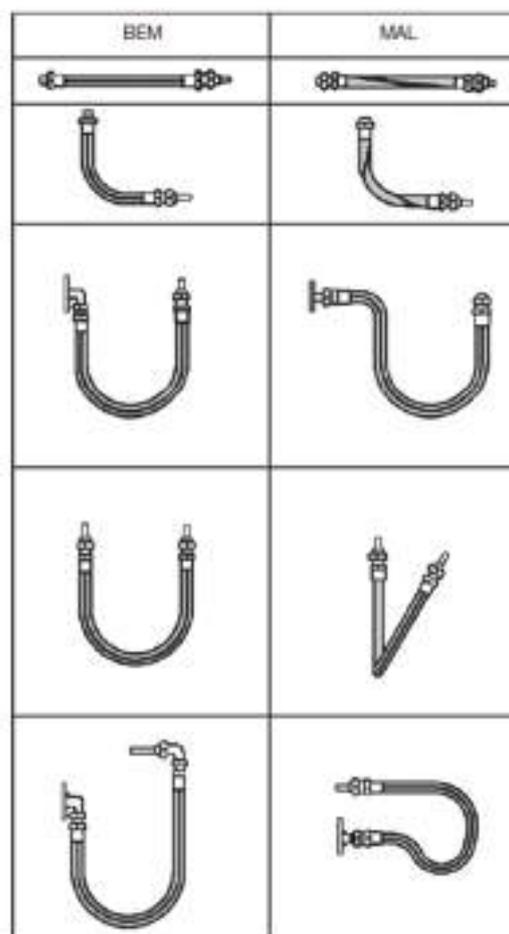
Ao montar tubos flexíveis estes devem ficar folgados em relação aos pontos de fixação e/ou aos órgãos onde se fixam, que por vezes são móveis.

Também não devem:

- Ficar torcidos;
- Junto a fontes de calor sem proteção;
- Emaranhados uns com os outros.

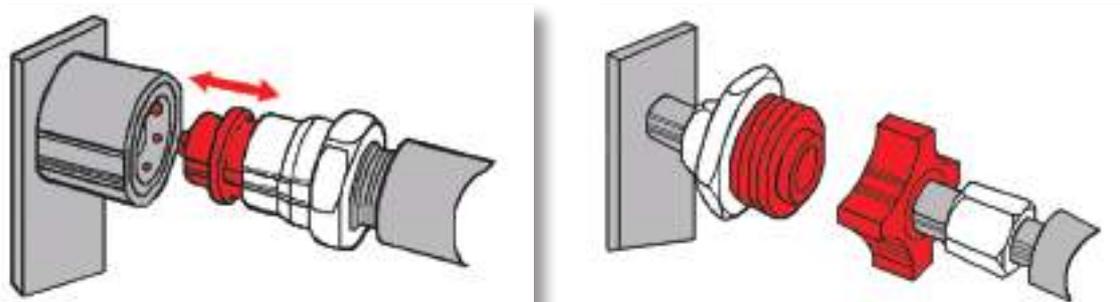
A figura 246 elucida um pouco sobre a forma de instalação de tubos.

*Figura 246 - Modos corretos e incorretos de montar tubos flexíveis*



Os tratores agrícolas estão equipados com tomadas de óleo para acionar diversos equipamentos hidráulicos a eles montados ou rebocados, pelo que utilizam tubos flexíveis com algum comprimento e munidos de **ponteiras ou uniões**, as quais devem ser bem dimensionadas, sem arrastarem pelo solo ou ficarem entaladas com os órgãos móveis.

Há tomadas de óleo de diversos tipos; no entanto, as mais utilizadas são as de **encaixe rápido** (fig. 247 - A) e as **roscadas** (fig. 247 - B).



*Figura 247 - Tomadas de óleo de encaixe rápido (A) e roscadas (B)*



Ainda que estas ligações estejam preparadas para o seu fecho automático, o sistema da tubagem deverá ser despressurizado antes de se ligarem e desligarem, o que até torna mais fácil a ligação ou separação, não havendo perdas desnecessárias de óleo.

Quando não estão a ser utilizadas devem proteger-se com um bucal especial de proteção contra sujidade e água.

### LÍQUIDO HIDRÁULICO

O **líquido hidráulico** é o meio utilizado para transmitir a energia desde a bomba até aos órgãos de trabalho (macacos ou motores hidráulicos); utiliza-se o **óleo** e tem tanta importância como qualquer outro elemento do sistema.

A sua primeira função no sistema é a de transmitir força; no entanto, tem que cumprir outras, tais como lubrificar as peças em movimento, conservar-se inalterado por um longo período de tempo, proteger todos os órgãos da oxidação e corrosão e não fazer espuma, permitindo o desprendimento de bolhas de ar ou água.

Também tem que conservar um grau de viscosidade adequado às temperaturas, bastante amplas, a que está sujeito. A maioria destes óleos têm viscosidades de acordo com a ISO **VG 32, 46 ou 68** (International Organization for Standardization). Como já vimos existem outras organizações que classificam a viscosidade dos óleos hidráulicos como a SAE mas esta é mais conhecida neste tipo de fluídos.

Devido à complexidade dos sistemas hidráulicos modernos, o óleo deve ser sempre o indicado pelo fabricante do equipamento, respeitando tanto a viscosidade como as restantes características.

### 4.3.2. *Ligação trator - alfaias*

As alfaias ligadas ao trator são montadas, semi-montadas e rebocadas.

As **montadas** ficam solidárias com o trator através do **engate aos três pontos** (fig. 248).

As vantagens principais deste tipo de engate são a facilidade na execução de manobras, o deslocamento do conjunto em estrada e, em trabalho, o aumento da capacidade de tração.

Como inconvenientes apontam-se o aumento da compactação do solo e a menor precisão na condução, resultante da transferência de peso do trem dianteiro para o traseiro, principalmente nos tratores de tração simples.



Nos equipamentos **semi-montados** (fig. 249) parte do peso recai sobre o trator sendo o restante suportado, normalmente, por rodas ou patins do próprio equipamento.

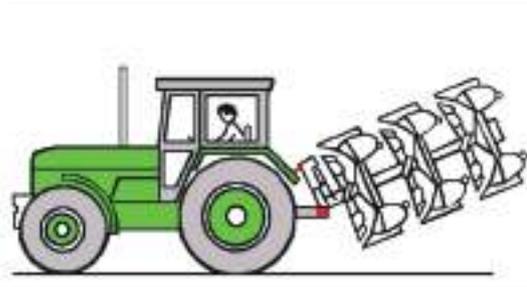


Figura 248 - Engate nos três pontos  
(montado)

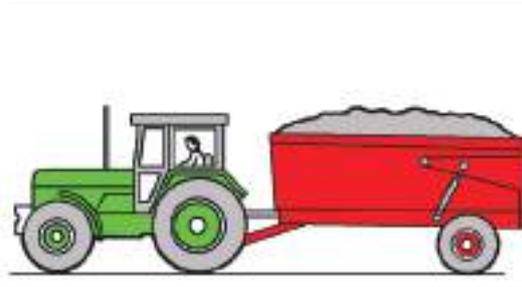


Figura 249 - Equipamentos semi-  
rebocados

Nas alfaias rebocadas (fig. 250) todo o seu peso é assente em rodas ou diretamente no solo. O engate é feito através de uma peça designada *boca de lobo* (fig. 251 -A), montada na parte posterior do cárter da ponte traseira, podendo-se fixar a diferentes alturas. Pode também fazer-se por meio de uma barra de puxo oscilante fixa ao cárter da caixa de velocidades; também pode ser por um *gancho automático* (fig. 251 - B) colocado na parte posterior do cárter da ponte traseira do trator e acionado pelo sistema hidráulico.

Figura 250 - Alfaias rebocadas

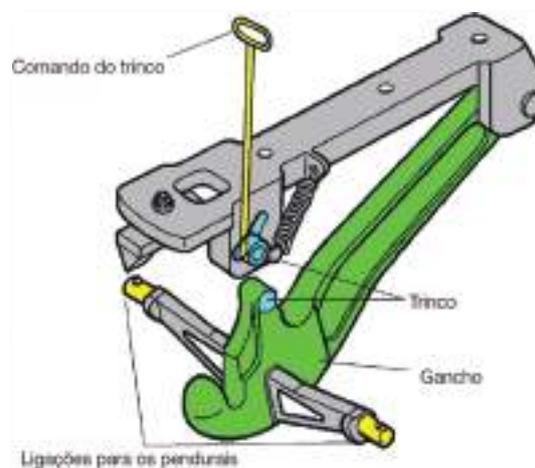
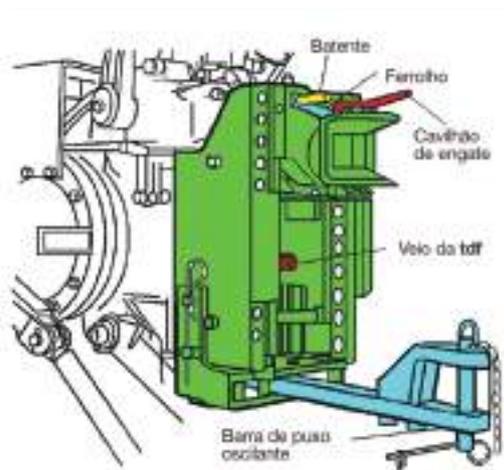


Figura 251 - Engate por boca de lobo (A) e barra oscilante e por gancho automático (B)



## ENGATE DE TRÊS PONTOS

O engate de três pontos (fig. 252) faz-se em três rótulas na extremidade dos braços do hidráulico.

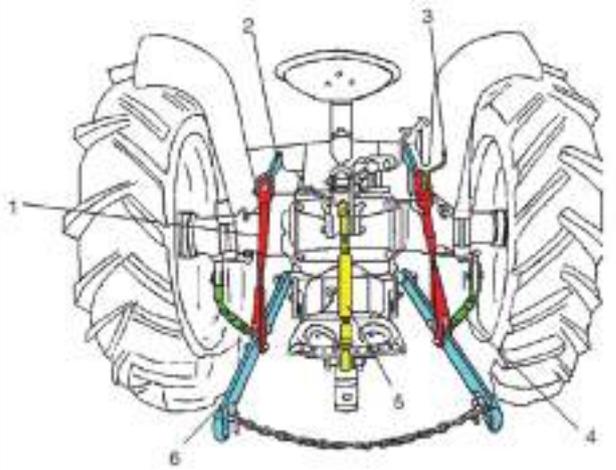


Figura 252:

- 1 - Pendural, suspensor ou tirante
- 2 - Braço de levantamento
- 3 - Manivela de regulação
- 4 - Corrente ou barra estabilizadora
- 5 - Braço superior do hidráulico, barra de compressão ou barra do terceiro ponto
- 6 - Braço inferior do hidráulico ou barra de tração esquerda

Designam-se por ponto 1, 2 e 3, respectivamente, a extremidade do braço inferior esquerdo, braço inferior direito e braço superior do hidráulico.

Os braços inferiores do hidráulico, quando necessário, podem unir-se por uma barra transversal e perfurada, denominada *barra de puxo* ou *barra de engate*. Só deve ser usada com alfaías rebocadas cujo peso seja suportado pelas rodas ou outros órgãos da alfaia.

O engate de três pontos também pode ser frontal.

O movimento do êmbolo do hidráulico transmite-se ao eixo de elevação em cujos extremos estão os **braços de levantamento** que se unem aos **braços inferiores** ou **barras de tração** por intermédio dos **pendurais, suspensores** ou **tirantes**, sendo o seu comprimento regulável através de manivelas. Por vezes o tirante esquerdo não está provido de manivela, considerando-se fixo; no entanto, quase sempre é possível alterar o seu comprimento recorrendo à desmontagem.

O braço superior do hidráulico, barra de compressão, ligação de topo ou barra do terceiro ponto é montado num ponto fixo do trator que pode estar sujeito à pressão de uma mola e ligado por alavancas ao sistema hidráulico.

Os comandos que se exercem sobre as alfaías, através do sistema de levantamento hidráulico e a transmissão dos esforços até ao mecanismo do referido sistema, são



essencialmente três: - controlo de posição; posição livre ou flutuante; controlo automático de profundidade, controlo de tração ou controlo de esforço.

**Controlo de posição** (fig. 253) - A cada posição da alavanca principal de comando corresponde uma posição dos braços de levantamento, permitindo assim manter uma alfaia a uma altura pré-determinada em relação ao trator, dado que a alavanca de controlo de carga e profundidade se encontra na posição **P**, em que não é transmitido movimento ao palpador pelo excêntrico.

Utiliza-se em trabalho com distribuidores de adubo, pulverizadores, etc., mantendo uma altura constante acima do nível do solo.

- **Posição livre ou flutuante (fig. 253)** - o sistema de levantamento hidráulico só serve para elevar a alfaia já que, durante o trabalho, a profundidade ou altura que atinge está em função da sua capacidade de penetração, ou limitada por dispositivos próprios de regulação como, por exemplo, rodas ou patins.

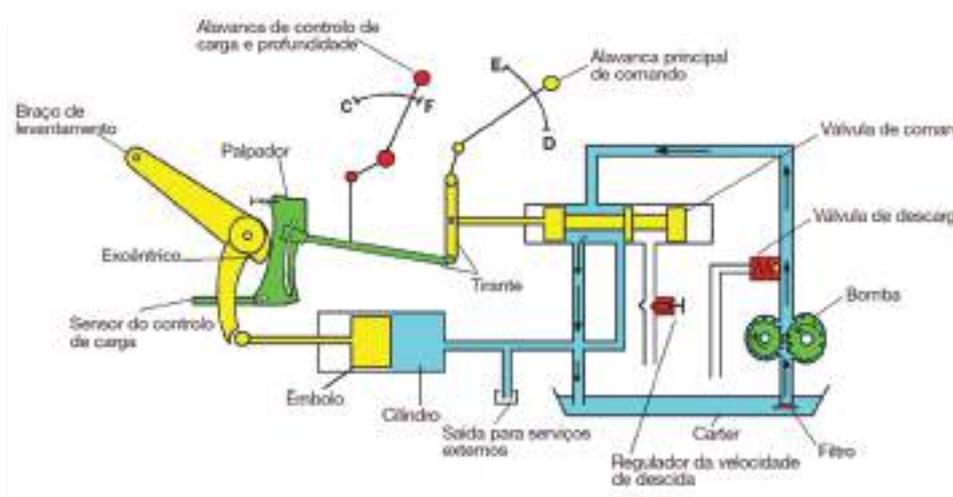


Figura 253 - Controlo de posição

Utiliza-se em trabalho com fresas, semeadores, etc.

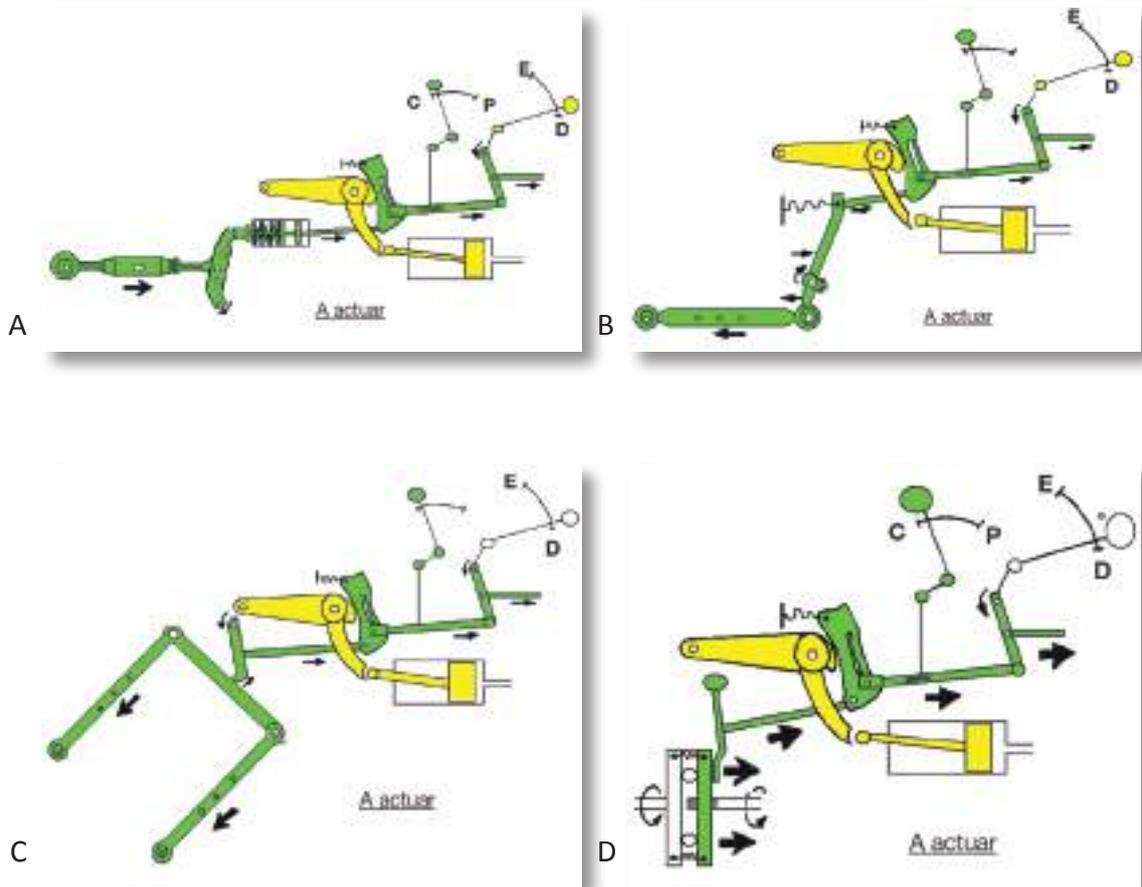
- **Controlo de tração**, também designado por **controlo de esforço e controlo automático de profundidade** - mantém-se constante o esforço de tração do trator visto que uma vez regulada a profundidade de trabalho, ela variará segundo limites pequenos, sempre que o terreno ofereça uma maior resistência à passagem da alfaia.

Este controlo, que se consegue quando a alavanca de controlo de carga se encontra na posição **C**, utiliza as flutuações da reação do solo sobre a alfaia por intermédio de um ponto apropriado, o qual é comandado, conforme os tratores, pelo braço superior do



hidráulico (fig. 254 - A), pelos braços inferiores do hidráulico (figs. 254 - B e 254 - C), ou ainda por deteção do binário transmitido às rodas motrizes (fig. 254 - D).

Conforme as condições de trabalho relativamente à resistência oferecida pelo solo, a sensibilidade do sistema de controlo de tração pode regular-se atuando sobre a alavanca de controlo de carga.



*Figura 254 - Controlo de tração acionado por diferentes partes do hidráulico em diferentes tratores*

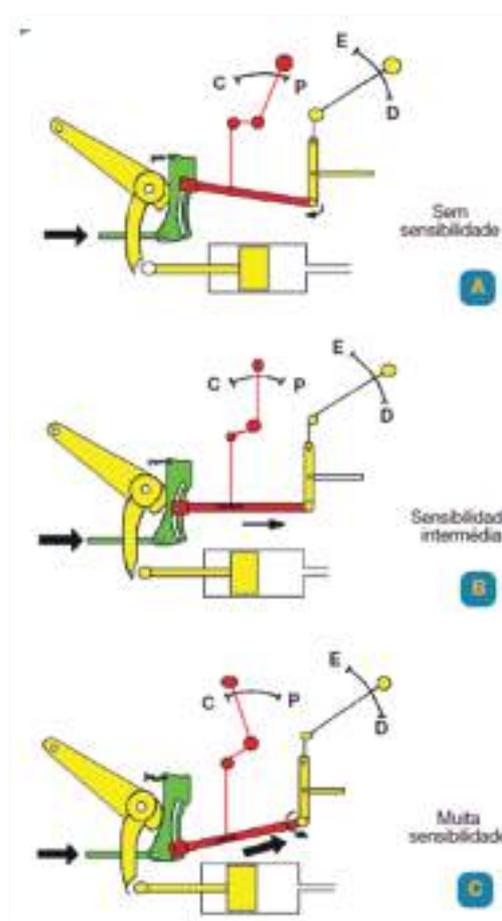
Deslocando-a para a posição **C** aumenta-se a sensibilidade dos impulsos vindos da alfaia. Em terrenos arenosos e/ou fáceis de trabalhar, o sistema deverá estar mais sensível, comparativamente ao trabalho a efetuar em terrenos mais pesados e difíceis, onde a sensibilidade deve ser menor (fig. 255 - A, B e C).

Nos tratores em que o comando é feito pelo braço superior do hidráulico escolhe-se a posição, na furação disponível, mais adequada à circunstância.

Em determinados tratores, também é possível utilizar o controlo de posição em simultâneo com o controlo de tração, designando-se então por **sistema de controlo**



**misto**; permite, em lavoura por exemplo, definir uma determinada profundidade máxima com o controlo de posição, atuando o controlo de tração até essa mesma profundidade. Consegue-se, desta forma, uma profundidade mais regular uma vez que a alfaia, ao passar numa zona onde o solo oferece menos resistência, tenderia a aprofundar até o valor atingir o parâmetro para o qual o controlo de tração está regulado. Isso não acontece porque a profundidade máxima está pré-definida pelo controlo de posição. No funcionamento do hidráulico, quando se faz subir ou descer os braços em qualquer posição intermédia, quer por atuação do operador, quer através do controlo de tração, o veio que suporta os braços movimenta um excêntrico com ele solidário, atuando num *palpador* ou *captor* que, através de tirantes, por vezes dispostos em paralelogramo, comandam o distribuidor, interrompendo a subida ou descida dos braços em função da ordem dada, mantendo assim posições neutras em qualquer parâmetro entre a máxima subida e descida dos referidos braços (fig. 255).



*Figura 255 - Controlo de esforço de tração com regulação da sensibilidade*

Cada vez mais os diferentes órgãos dos tratores agrícolas são geridos por **componentes eletrónicos**. O sistema hidráulico foi um dos primeiros a beneficiar desta tecnologia. Consta, essencialmente, de um microprocessador, captores de posição e de tração, electrodistribuidor ou electroválvulas e uma consola de comandos (fig. 256).



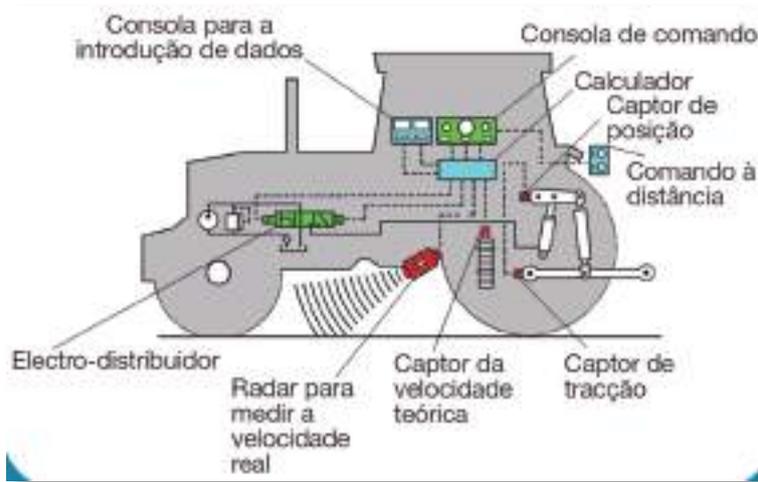


Figura 256 - Componentes eletrônicos dos tratores

Neste sistema podem gerir-se eletronicamente os controlos de posição e de tração, a velocidade real e a patinagem, também conhecida como escorregamento.

- **Controlo de posição por comando eletrónico** - este comando baseia-se na comparação efetuada entre a tensão definida num potenciómetro, pelo operador e um captor de posição instalado no excêntrico do veio dos braços do hidráulico (fig. 257).

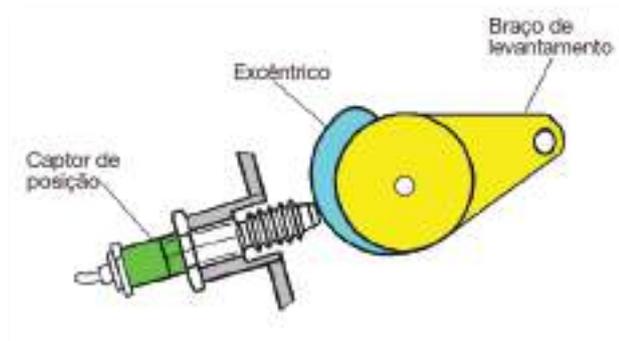


Figura 257 - Controlo de posição por comando eletrónico

Quando se verifica uma diferença entre o valor introduzido pelo operador e o captor de posição, é ativado um selenóide que aciona o distribuidor, fazendo subir ou descer os braços do hidráulico até as tensões entre eles serem iguais, ficando o sistema na posição neutra, tal como acontece no comando mecânico (fig. 253).

O sistema utilizado para comparar os sinais emitidos pelos captores e potenciómetros pode ser do tipo *analógico* ou *digital*.

- **Controlo de tração por comando eletrónico** - este sistema utiliza captores instalados, normalmente, nos braços inferiores do hidráulico, que medem a variação da força de tração e a transmitem a um microprocessador que vai comandar o solenoide do distribuidor, fazendo subir ou descer os braços de levantamento. O sinal transmitido, tal como no controlo de posição, pode ser analógico ou digital.



Os dados fornecidos pelo operador têm a ver com a escolha do controlo (posição, tração ou misto), profundidade de trabalho, maior ou menor sensibilidade e supressão do controlo.

Em função da profundidade de trabalho e da sensibilidade escolhida, os captosres de tração e posição emitem, constantemente, sinais ao microprocessador que, uma vez comparados com os fornecidos pelo operador, atuam nas electroválvulas deslocando-as com muita precisão e com movimentos de reação muito curtos e rápidos, o que permite uma boa qualidade de trabalho.

- **Controlo da velocidade real** - é efetuado por um *feixe de raios* dirigidos para o solo, no sentido do avanço do trator e colocado a meio do mesmo para minimizar as oscilações, com uma inclinação de 35 a 45° (fig. 256).

O seu funcionamento baseia-se no efeito de Doppler que consiste na emissão de um sinal de frequência, que se reflete no terreno, voltando ao emissor que o recebe com uma variação de frequência proporcional à velocidade de deslocação do trator.

Apesar das radiações emitidas não serem perigosas para o homem deve-se evitar olhar diretamente para o emissor quando em funcionamento.

- **Controlo de escorregamento ou patinagem** - em todos os trabalhos agrícolas, muito especialmente no campo, onde o trator exerce força de tração sobre qualquer equipamento, regista-se uma determinada **taxa de patinagem**, aceitável até cerca de 10 a 15 %. Valores superiores conduzem a gastos exagerados de combustível e pneus, diminuição da capacidade de trabalho e degradação da estrutura do solo.

A patinagem é medida em percentagem e obtém-se pela relação da diferença entre a **distância teórica** (sem patinagem) e a **distância real**, sobre a distância teórica vezes 100.

**Patinagem %** =  $\frac{D-d}{d} \times 100$ , em que:

**D** = Distância percorrida sem patinagem.

**d** = Distância percorrida com patinagem.

A **velocidade real** pode obter-se por um radar e a **velocidade teórica** é determinada por um *captor de velocidade* colocado na transmissão do trator.

A taxa mínima de patinagem é dada por um computador de bordo que calcula, permanentemente, o seu valor.



Quando em trabalho, o operador pode selecionar, no computador de bordo, uma taxa fixa máxima de patinagem. Quando a diferença entre a velocidade teórica e a real for igual ao valor selecionado, o sistema hidráulico atua e levanta o equipamento, diminuindo assim a força de tração exigida pela alfaia, sobrepondo-se este valor e esta reação ao valor determinado para o controlo de tração.

#### 4.4. Veios telescópicos de cardans

**Veio telescópico de cardans**, também denominado por **árvore de cardans**, é um dispositivo de ligação que tem por missão transmitir o movimento recebido da **tdf** de uma máquina, ou seja da **máquina motora**, às que dele necessitam para trabalhar, ou seja às **máquinas recetoras**, isto é, às **operadoras**.

Tem duas partes, que entram uma dentro da outra: o **veio macho e o fêmea**.

É constituído por (fig. 258):

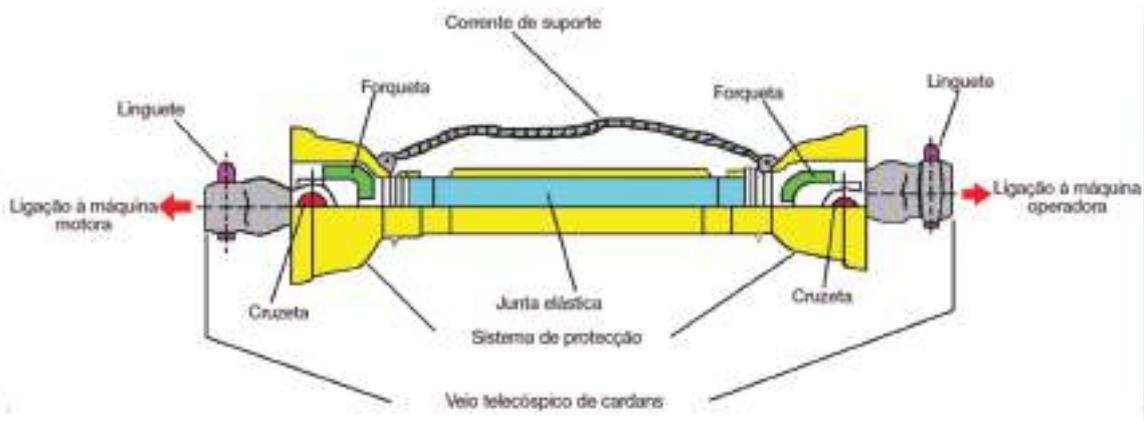


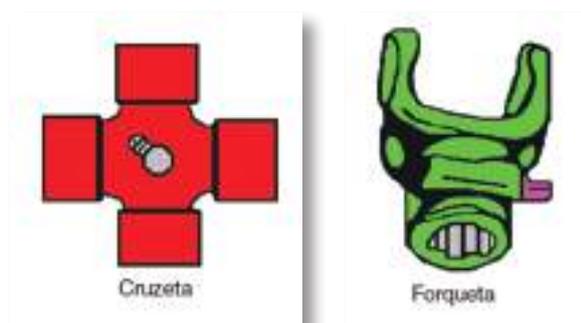
Figura 258 - Veio telescópico de cardans

- 1 - **Junta de cardan** - conjunto de duas forquetas e uma cruzeta (fig. 259);
- 2 - **Linguete** - peça que assegura a fixação do veio telescópico de cardans aos veios das máquinas (motora e recetora). Em alguns casos o linguete é substituído por um **parafuso de fixação**;
- 3 - **Junta elástica** - conjunto dos veios macho e fêmea, que permite o seu alongamento ou encurtamento;
- 4 - Resguardo do veio telescópico de cardans - material plástico que cobre totalmente o veio e tem por finalidade proteger os operadores.



A danificação ou falta desta proteção pode ter graves consequências.

Figura 259 - Forqueta e cruzeta



Repare-se agora na figura 260:

- Os números **1, 2, 3, 4 e 5** representam as formas existentes das juntas elásticas, vistas de perfil; as letras (A a E) mostram os diferentes **sistemas de segurança** dos veios telescópicos de cardans.

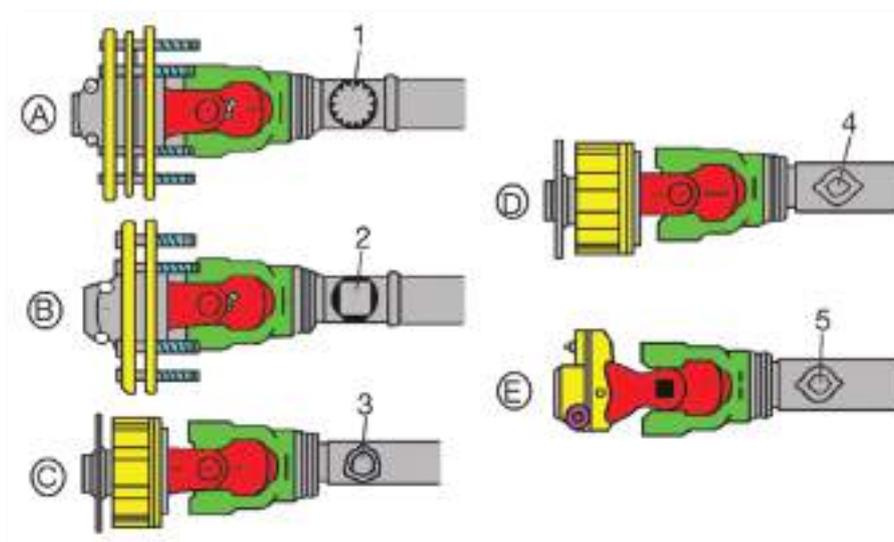


Figura 260:

- A - Embraiagem de segurança de disco duplo;
- B - Embraiagem de segurança de disco simples;
- C e D - Embraiagens de segurança de dentes;
- E - Embraiagem de segurança de parafuso fusível.

Há veios telescópicos de cardans simples, que podem ser de *pequeno ângulo* e de *grande ângulo* e veios telescópicos de cardans duplos.

**Veios simples** - uma vez ligados e em trabalho, o ângulo formado com a máquina motora deverá ser, se possível, igual ao formado com a recetora (fig. 261); além disso nunca nenhum deles deverá ultrapassar  $30^\circ$ , mas sempre que ultrapasse os  $20^\circ$  há que lubrificá-lo de duas em duas horas. São os de *pequeno ângulo*.



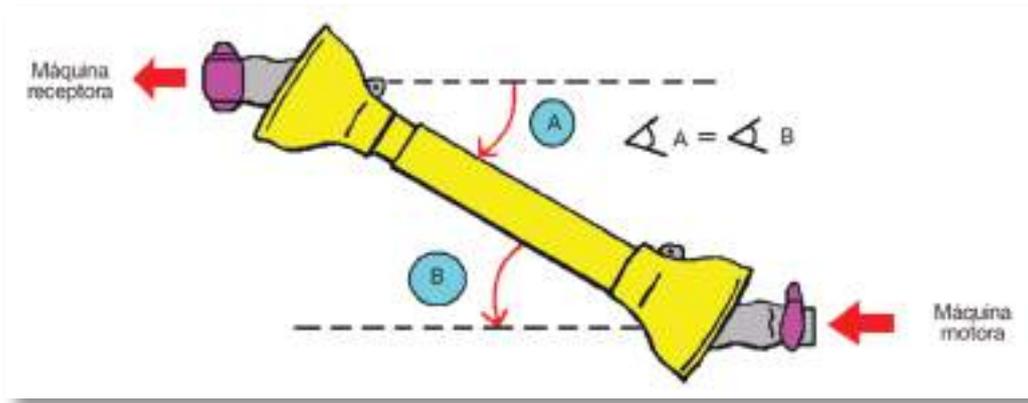


Figura 261 - Veios simples

Os veios de grande ângulo (fig. 262) são os que podem ir até 70°.

**Veios duplos** - permitem ângulos mais elevados entre as máquinas motora e recetora, desde que sejam respeitadas determinadas normas tal como esquema representado na figura 263.

Quando se adapta um veio telescópico de cardans a uma determinada máquina e é necessário **cortá-lo**, há que ter em atenção que o número de centímetros cortados no *macho* deve ser precisamente igual ao que se corta no *fêmea* (fig. 264).

Na operação de corte deve ser utilizado um serrote de cortar ferro muito bem afiado, deixando os cortes direitos, lisos e sem rebarbas.

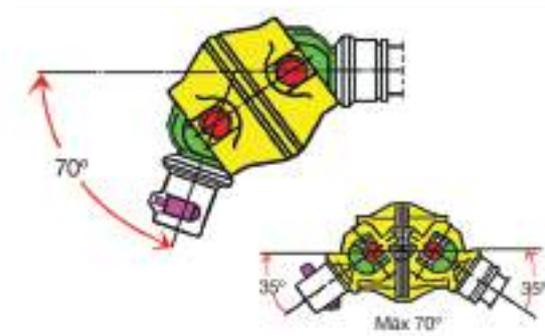


Figura 262 - Veios de grande angulo

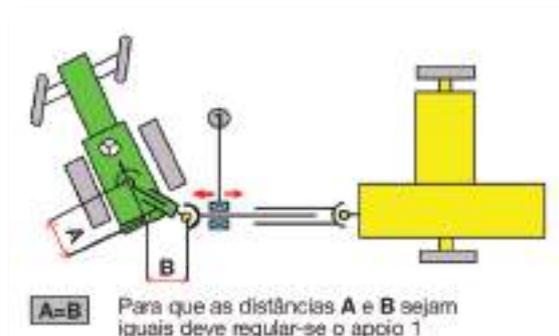
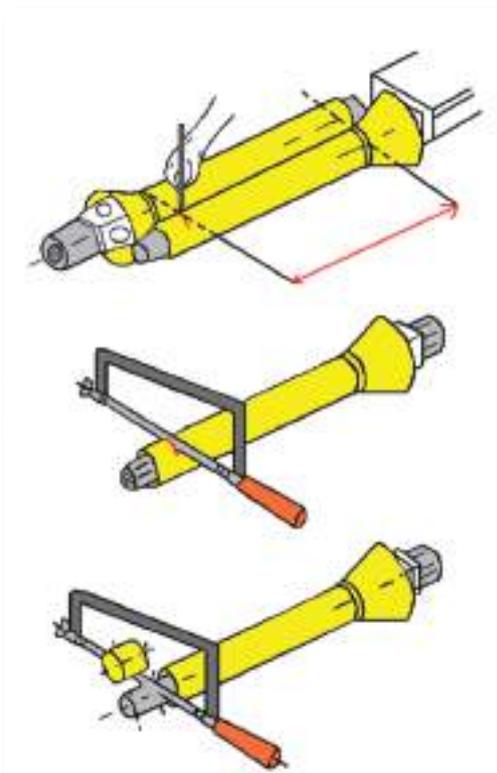


Figura 263 - Veios duplos

De qualquer forma, a **distância mínima de encaixe** entre macho e fêmea é de **10 centímetros**. Se for menor as juntas elásticas têm tendência a ovalizar, portanto, a “passarem-se” dado que não há uniformidade de movimento.





Para que o macho e a fêmea **não façam de batente** deve haver, pelo menos, **2 centímetros** de distância entre eles.

Figura 264 - Operação de corte

Como **segurança** temos:

- 1 - Nunca ligar, ou desligar, o veio telescópico de cardans com a máquina a trabalhar;
- 2 - Nunca utilizar martelos de aço ou ferro para ligar ou desligar os veios;
- 3 - Usar sempre as proteções nos seus devidos lugares;
- 4 - Antes de ligar os movimentos dos veios certificar-se de que ninguém está junto dos mesmos.

A **manutenção** é simples: basta *lubrificá-los* todos os dias, ou tantas vezes quantas as necessárias (de acordo com o que foi dito em relação aos ângulos) e *oleá-los* nos pontos de fricção.

No *final da campanha* desmontar e limpar os sistemas de segurança, reparar os sistemas de proteção, bem como qualquer outra peça, se necessário, lavá-los, lubrificá-los, oleá-los e guardá-los em local limpo e seco e com uma etiqueta com a referência à máquina a que pertence.

## 5. Adaptação da via do trator a determinada cultura

Este assunto foi tratado em termos mecânicos nos pontos 4.5. Rodas e ponto 4.7. Direção.



## 6. Sistemas do trator com controlo ou apoio eletrónico

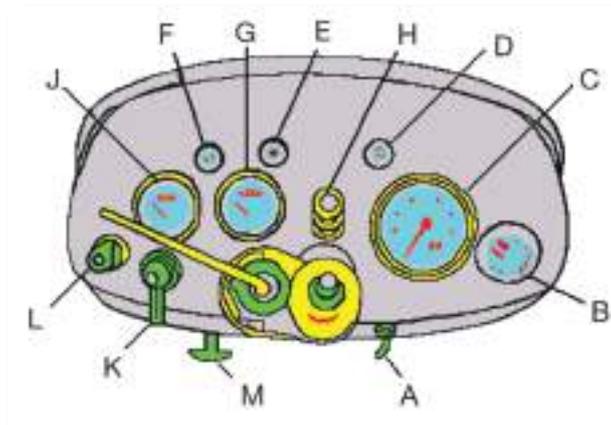
### PAINEL DE INSTRUMENTOS

Todos os tratores têm um conjunto de instrumentos de controlo do seu funcionamento, os quais se encontram agrupados no chamado **painel de instrumentos**.

O referido painel varia de marca para marca e, por vezes, até de trator para trator dentro da mesma marca e modelo. No entanto a sua finalidade é sempre a mesma: garantir o bom funcionamento, tanto da máquina motora como dos equipamentos a ela acoplados. O painel de instrumentos dos tratores mais antigos, muitos ainda a funcionar, é muitíssimo diferente dos atuais, como é absolutamente lógico. Nas figuras 265 apresentamos dois desses tipos.

O painel da figura 266 é mais completo que o da figura anterior, pois tem incorporado o **tratómetro**, que é um indicador múltiplo onde se podem ler as velocidades de deslocação do trator consoante a velocidade engatada, bem como as rotações do motor e da **tdf** em r.p.m. e horas de trabalho motor.

Naqueles em que não existe o tratómetro, as indicações por ele dadas estão no livro de instruções e/ou numa decalcomania ou chapa cravada em local visível para o operador - abaixo do painel de instrumentos, no guarda lamas ou em qualquer outro local.



*Figura 265: A - Interruptor do motor de arranque; B - Interruptor de luzes;  
C - Velocímetro; D - Luz avisadora carga da bateria; E - Luz avisadora óleo do motor;  
F - Luz avisadora filtro transmissão; G - Termómetro; H - Interruptor sinais de perigo;  
J - Indicador nível de combustível; K - Indicador mudança de direcção; L - Buzina;  
M - Punho de paragem do motor.*



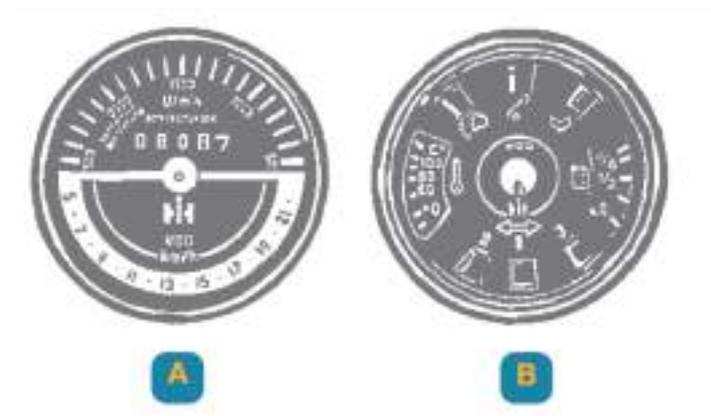


Figura 266 - Painel com tratómetro

Nos tratores atuais o painel de instrumentos teve uma grande evolução em relação aos mais antigos.

Há os **analógicos** (fig. 267 - A) e os **digitais** (fig. 267 - B).



Figura 267 - Painéis de instrumentos analógicos (A) e digitais (B)

Até dentro da mesma marca uns vêm com painéis analógicos e outros digitais; no entanto, a tendência é para os segundos que vão gradualmente substituindo os primeiros.

A figura 268 identifica cada um dos indicadores luminosos das figuras 267 - A e 267 - B. Muitos mais há, mas todos com o mesmo objetivo: - fornecer ao operador o maior número possível de dados, não só para o bom funcionamento do trator, mas também para uma perfeita execução do trabalho com as máquinas por ele acionadas.



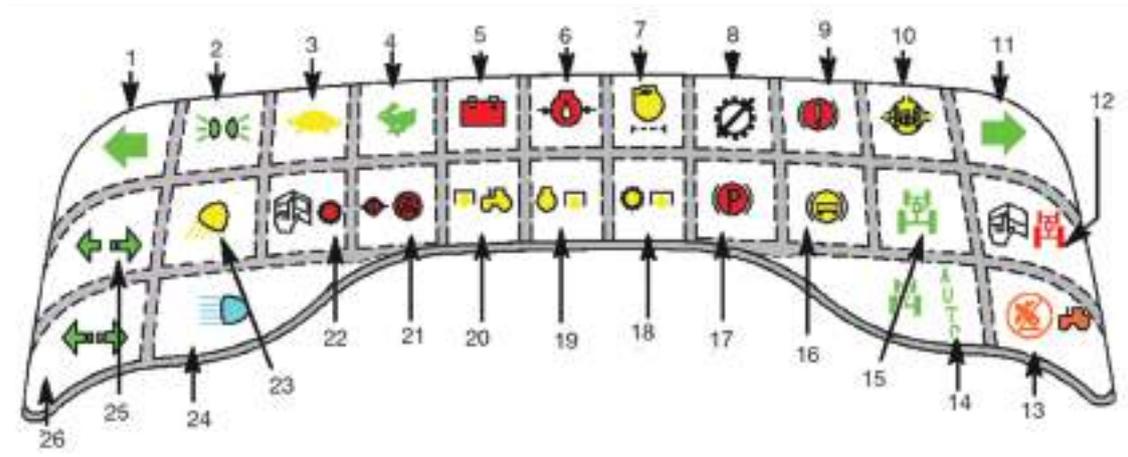


Figura 268: 1 - Indicador de luzes de direção esquerdas (verde);

2 - Indicador de luzes de posição (verde);

3 - Indicador de rotação lenta para caixa de velocidades com Power Shift (amarelo);

4 - Indicador de rotação rápida para caixa de velocidades com P. Shift (verde)

5 - Indicador da instalação de recarga do alternador (vermelho)

6 - Indicador da pressão do óleo do motor (vermelho)

7 - Indicador do entupimento do filtro de ar seco (amarelo)

8 - Disponível

9 - Indicador de nível de óleo dos travões insuficiente (vermelho)

10 - Indicador de bloqueio do diferencial acionado (amarelo)

11 - Indicador das luzes de direção direitas (verde)

12 - Indicador de alarme da tração às 4 rodas permanente (vermelho)

13 - Indicador do elevador dianteiro desabilitado quando presente (laranja)

14 - Indicador de tração às 4 rodas automática acionada (verde)

15 - Indicador de tração às 4 rodas permanente acionada (verde)

16 - Indicador de travão do reboque acionado (amarelo)

17 - Indicador de travão de mão acionado (vermelho)

18 - Indicador da tomada de força sincronizada (amarelo)

19 - Indicador da tomada de força acionada (amarelo)

20 - Indicador da tomada de força dianteira acionada (amarelo)

21 - Indicador de insuficiente pressão do óleo na caixa de velocidades e/ou direção hidráulica (vermelho)

22 - Indicador de alarme P. Shift (vermelho)



23 - Indicador dos faróis de trabalho (amarelo)

24 - Indicador de luzes altas (azul)

25 e 26 - Indicador de luzes de direção do trator e do reboque (verde)

A figura 269 mostra outro painel de instrumentos.

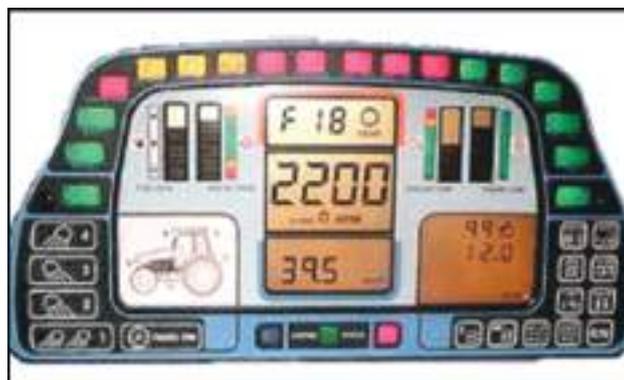


Figura 269 - Painel de instrumentos

A evolução da mecanização agrícola obriga à utilização cada vez maior de sistemas computadorizados entre o trator e a alfaia permitindo visualizar, a cada momento, determinados dados tais como, por exemplo: - consumo horário (**l/h**) - consumo por hectare (**l/ha**) - área trabalhada (**ha**) - patinagem (%) - patinagem admissível (%) - largura de trabalho (**m**) - área total (**ha**) bem como corrigir o trabalho da alfaia de acordo com os dados introduzidos em função da velocidade de deslocação.

A figura 270 representa um dos casos referidos.

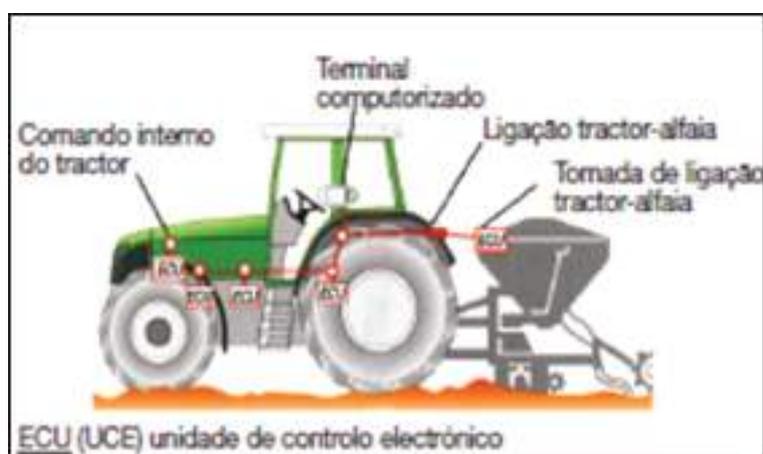


Figura 270 - Sistemas computadorizados entre o trator e a alfaia



## 7. Utilização dos diversos sistemas aplicando as normas de segurança e saúde no trabalho

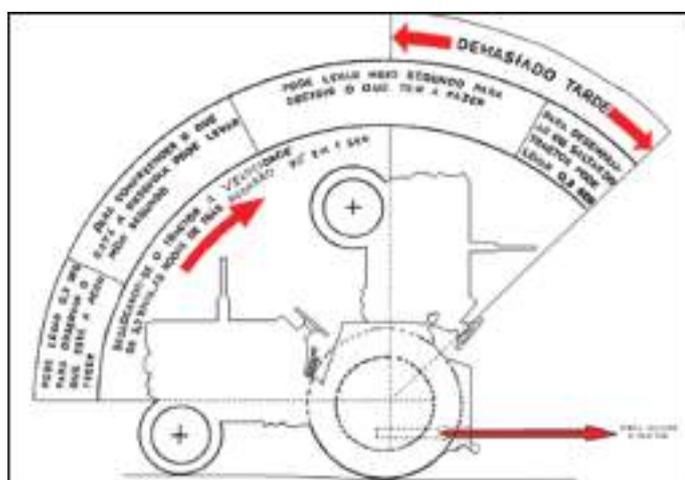
Do conjunto de causas dos acidentes ocorridos com tratores em vários países, a maioria deve-se a causas humanas originadas pela fadiga, excesso de confiança, condução sob o efeito do álcool e ainda ignorância ou pouco conhecimento do funcionamento da máquina. O tipo de acidente mais vulgar e que representa cerca de 2 %, é devido a duas situações muito concretas: o **empinamento** (encabritamento) e o **reviramento** (cambalhota) do trator. Num grande número de situações estes acidentes são, frequentemente, fatais ou provocam situações de incapacidade física, temporária ou permanente.

Como podemos ver na figura 271, o reviramento é um fenómeno extremamente rápido. Não é tão difícil de acontecer quanto se pode imaginar; basta a conjugação de algumas situações adversas (obstáculo + aceleração). Apenas um segundo é o espaço de tempo necessário para que o plano médio vertical do pneu do trator atinja a horizontal. Este espaço de tempo, obviamente, é insuficiente para que o operador seja capaz de reagir, tomar uma atitude e corrigir o que quer que seja.

A forma mais eficaz de evitar este perigo é ter o trator dotado de dispositivos de segurança ativa que previnem este tipo de situações; são as **estruturas de segurança**, que analisaremos em pormenor e em que as mais vulgarizadas são os **arcos** e os **quadros de proteção** e as **cabines de segurança**. Este tipo de estruturas permite criar um determinado volume indeformável em redor do operador, de forma a impedir que ele seja esmagado na sequência de um reviramento. Estas estruturas devem estar homologadas e certificadas por um organismo certificador, para o modelo de máquina em que vêm equipadas ou na qual irão ser instaladas.

- **Arco de segurança** - dispositivo muito simples, em forma de arco, constituído por uma ou duas estruturas tubulares, montadas na estrutura do próprio trator.

Figura 271 - Riscos de reviramento



Pode ser montado de duas formas:

- 1 - Sobre as mangas de eixo traseiras, ficando atrás do operador; toma a designação de **arco traseiro** ou **pórtico** (fig. 272 - A);
- 2 - Fixo ao cárter do motor ou ao da transmissão; designa-se por **arco dianteiro** e aplica-se nos tratores vinhateiros e nos pomareiros (fig. 272 - B).

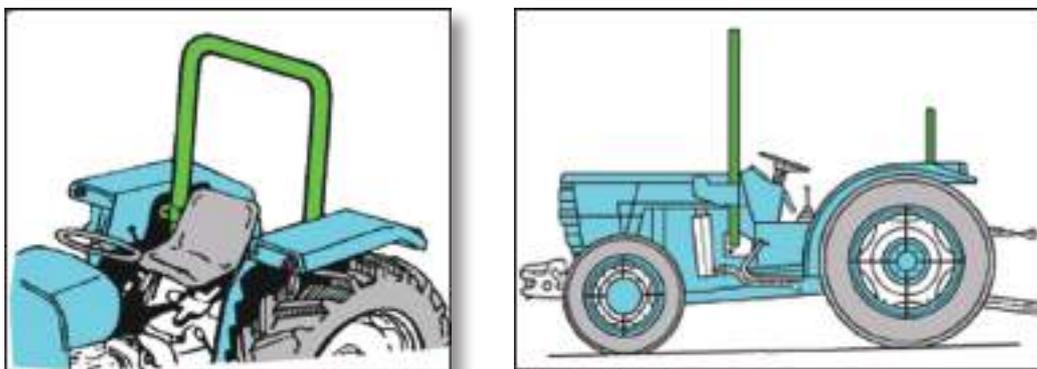


Figura 272 - Arco de segurança: Arco traseiro (A) e arco dianteiro (B)

É, frequentemente, rebatível, para possibilitar o trabalho sob coberto vegetal. Esta situação deverá ser transitória e excepcional: logo que terminada a situação que o exigiu, o arco deverá ser reposto na sua posição normal.

No caso dos arcos frontais é aconselhável a montagem de um segundo arco, na parte posterior, para garantir total segurança em caso de empinamento (fig. 273).

- **Quadro de segurança (fig. 274)** - dispositivo mais completo que o arco, é composto por quatro ou seis montantes, com a mesma finalidade mas maior margem de segurança, de forma a poder suportar cargas maiores; é, por isso mesmo, colocado em tratores de maiores dimensões, se bem que possa equipar qualquer tipo. Nalguns casos resulta da associação de um arco dianteiro e de um pórtico, ligados entre si por barras horizontais formando, no seu conjunto, um paralelepípedo dotado de grande rigidez mecânica.

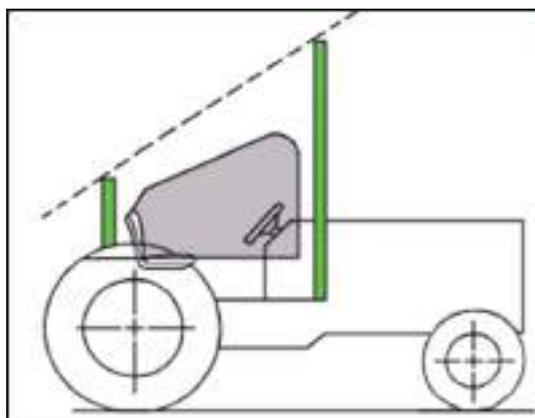


Figura 273 - Montagem de arcos frontais



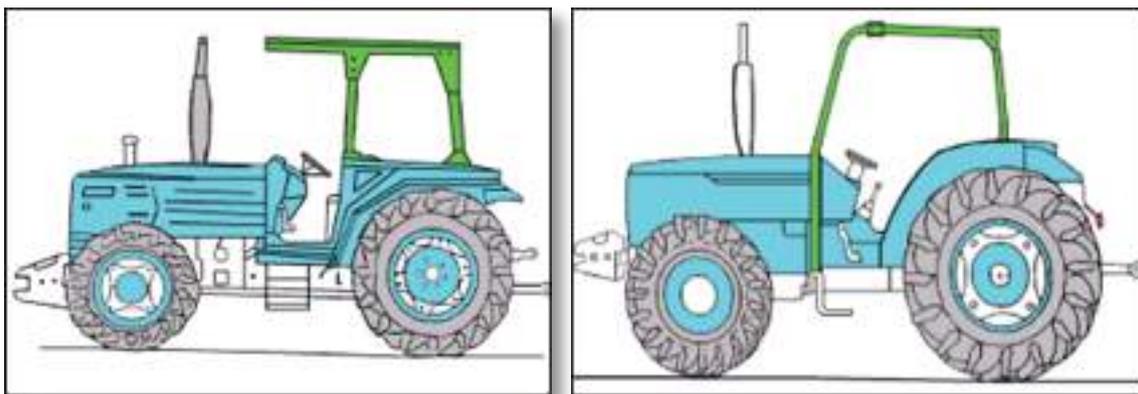


Figura 274 - Exemplos de quadro de segurança

Normalmente possuem um tejadilho, em chapa ou em tela, para protegerem o operador das intempéries. Alguns fabricantes fornecem, por opção, kits de montagem capazes de isolar o habitáculo com vidraças, portas e janelas, apenas da intempérie, já que estas estruturas não conferem isolamento dos ruídos e poeiras; quando muito são capazes de os reduzir. No entanto e em relação aos ruídos, frequentemente, aumentam-nos por causa das vibrações das portas e janelas.

- **Cabine de segurança (fig. 275)** - também denominada **cabine à prova de viragem**, é uma estrutura que, para além de proteger o operador no caso de viragem lateral ou traseira, também pode isolar o habitáculo da intempérie e dos ruídos. É a chamada **cabine climatizada** que é hermética, insonorizada, dotada de portas e janelas e até de ar condicionado.

A preocupação de garantir segurança e um elevado nível de conforto é o princípio básico a que obedece a conceção destas cabines, que são de dois tipos:

- **Montadas** - como o próprio nome indica são montadas sobre a estrutura do trator e podem ser colocadas ou retiradas com alguma facilidade;

- **Integrais** - fazem parte do próprio trator, não permitindo a sua desmontagem; ligam-se a ele por dispositivos que lhe reduzem substancialmente o nível de vibrações, proporcionando, por isso, um maior conforto e segurança. Todas as estruturas expostas até aqui são, no trator, os aspetos mais visíveis da sua segurança cativa. No entanto e porque estão com ela diretamente relacionados, é necessário referir aqui outros aspetos, extremamente importantes e que são:



- **Meios de acesso e saída** - devem estar concebidos de forma a que a entrada e saída se realize de maneira simples, fácil e segura. Por isso devem estar convenientemente dimensionados, dotados de uma superfície antiderrapante e perfurada e os degraus devem estar distanciados entre si de modo a proporcionarem operações de entrada e saída fáceis e seguras. A altura do solo ao primeiro degrau deve ser tal que seja adaptável, do ponto de vista ergonómico, ao maior número de operadores. Estes meios de acesso devem possuir também pegos e/ou corrimãos, de modo a facilitar as operações citadas.

- **Assento do operador** - como os tratores não possuem suspensão, os únicos dispositivos que exercem alguma função neste domínio são os pneus, que absorvem a maior parte das vibrações transmitidas ao trator. Por este motivo, todos os fabricantes põem uma atenção muito especial no conforto e comodidade do posto de condução e, neste caso, do assento do operador, dotando-o de mecanismos de absorção de vibrações, regulação em altura, deslocação longitudinal, desenho anatómico e conceção ergonómica, de modo a proporcionar um bom grau de conforto.

- **Posto de condução** - deve ser construído com elevado grau de preocupação ergonómica e ser, portanto, dotado de boa visibilidade em toda a sua envolvente. Os mecanismos de comando e controlo devem estar bem localizados, serem de fácil acesso e distinguirem-se bem uns dos outros.

O ambiente térmico deve ser agradável e dispor de equipamento capaz de contrariar as oscilações climáticas.

O espaço, no interior do habitáculo, deve também ser o suficiente para que todas as manobras a executar possam ser feitas de forma eficaz.

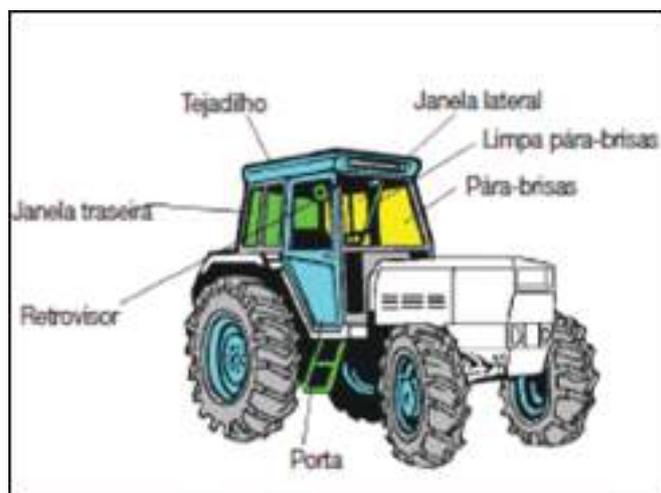
As alavancas de comando devem poder ser operadas com facilidade, evitando manobras bruscas e de elevado esforço físico e devem estar dispostas de modo a facilitar o seu alcance.

Os habitáculos devem estar concebidos de forma a reduzir ao mínimo o nível de vibrações, dotando as plataformas, onde estes assentam, de dispositivos de absorção e devem estar totalmente isolados das poeiras.

Muitos são os agricultores que, convencidos dos elevados preços destes dispositivos, depreciam a sua importância. No entanto, se for estabelecida uma relação entre o preço e os benefícios proporcionados, estes ficam em grande vantagem. Para além disso a rentabilidade que é capaz de proporcionar um operador a trabalhar em boas condições



de ambiente, conforto e segurança são, muitas vezes e por si sós, capazes de rentabilizar o investimento.



*Figura 275 - Cabine de segurança*



# Atividades - Exercícios

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

- Um motor de dois tempos:
  - É de combustão interna e completa um ciclo de funcionamento durante quatro cursos do êmbolo.
  - É de combustão interna e completa um ciclo de funcionamento durante dois cursos do êmbolo.
  - Transforma a energia elétrica em energia mecânica.
- Num motor de quatro tempos, curso do êmbolo é:
  - A posição mais próxima da cabeça.
  - A distância percorrida de um ponto morto ao outro.
  - A posição oposta ao ponto morto superior.
- Num motor monocilíndrico, temperatura da combustão é:
  - A temperatura mínima atingida na respectiva câmara durante a combustão.
  - A temperatura média atingida na respectiva câmara durante a combustão.
  - A temperatura máxima atingida na respectiva câmara durante a combustão.
- Num motor em linha, os cilindros estão dispostos:
  - Em dois planos em forma de V.
  - Uns ao lado dos outros.
  - Opostos uns aos outros.
- Num motor em linha, a cambota tem:
  - Tantas manivelas quantos os cilindros do motor.
  - Menos manivelas que os cilindros do motor.
  - Mais manivelas que os cilindros do motor.



6. A junta da cabeça de um motor é uma peça:
- ( ) Fixa.
  - ( ) Móvel.
  - ( ) Semimóvel.
7. Os segmentos de compressão asseguram:
- ( ) A estanquicidade entre o êmbolo e o cárter.
  - ( ) A estanquicidade entre o êmbolo e a cabeça do motor.
  - ( ) A estanquicidade entre o êmbolo e o cilindro.
8. Num motor Diesel a 4 tempos, no 1º tempo motor o êmbolo:
- ( ) Comprime ar no cilindro.
  - ( ) Admite ar no cilindro.
  - ( ) Expulsa ar do cilindro.
  - ( ) Admite gasóleo no cilindro.
9. Num motor Diesel a 4 tempos, o veio de excêntricos pertence ao sistema:
- ( ) De alimentação.
  - ( ) De distribuição.
  - ( ) De escape.
10. O volante do motor tem por função:
- ( ) Movimentar a cambota.
  - ( ) Movimentar as rodas.
  - ( ) Regularizar o movimento do motor.
  - ( ) Regularizar o movimento das válvulas.
11. O filtro de ar de um trator do tipo em banho de óleo serve para:
- ( ) Tirar as impurezas do coletor.
  - ( ) Reter as impurezas do ar.
  - ( ) Reter as impurezas do ar e do óleo.



12. A limpeza de um filtro de ar do tipo seco pode fazer-se soprando-o:
- ( ) De fora para dentro.
  - ( ) De dentro para fora.
  - ( ) De fora para dentro e de dentro para fora.
  - ( ) De dentro para fora através do escape do trator.
  - ( ) De dentro para fora e de fora para dentro através do escape do trator.
13. O coletor de escape de um motor Diesel tem:
- ( ) Mais ramificações do que cilindros do motor.
  - ( ) Tantas ramificações quantos os cilindros do motor.
  - ( ) Menos ramificações do que cilindros do motor.
14. O silencioso, que se encontra no interior da panela de escape, tem por função:
- ( ) Reduzir a energia dos gases de escape.
  - ( ) Diminuir o ruído.
  - ( ) Aumentar a energia dos gases de escape.
  - ( ) Diminuir o ruído e aumentar a energia dos gases de escape.
15. O combustível, quando armazenado em bidões, só deve ser utilizado após um repouso de, pelo menos:
- ( ) 6 horas.
  - ( ) 12 horas.
  - ( ) 18 horas.
  - ( ) 24 horas.
  - ( ) 30 horas.
16. O atesto do depósito de combustível de um trator deve fazer-se:
- ( ) De manhã, antes de ir para o trabalho.
  - ( ) A meio do dia de trabalho.
  - ( ) À tarde, depois de regressar do trabalho.
  - ( ) A qualquer hora.



17. Quando o orifício de respiração do tampão do depósito de combustível se entope:
- ( ) O motor acelera porque o combustível que chega à bomba de alimentação é em excesso.
  - ( ) O motor pára porque o combustível não chega à bomba de alimentação.
  - ( ) O motor acelera e depois pára.
18. O filtro de combustível situa-se, normalmente,:
- ( ) Entre o depósito do combustível e o copo de decantação.
  - ( ) Entre o copo de decantação e a bomba de alimentação.
  - ( ) Entre as bombas de alimentação e injeção.
  - ( ) Entre o copo de decantação e a bomba de injeção.
19. Os tubos condutores que ligam a bomba de alimentação à de injeção são:
- ( ) De baixa pressão.
  - ( ) De média pressão.
  - ( ) De alta pressão.
  - ( ) De baixa e de média pressão.
20. A bomba de injeção envia o combustível aos cilindros por intermédio dos injetores:
- ( ) A baixa pressão.
  - ( ) A média pressão.
  - ( ) A alta pressão.
21. Se o combustível for “mal queimado” na câmara de combustão, no escape aparecem:
- ( ) Fumos brancos.
  - ( ) Fumos negros.
  - ( ) Fumos brancos e negros.



22. Na injeção direta, o combustível injetado incide:
- Na câmara de pré-combustão.
  - Na câmara de turbulência.
  - Na cabeça do êmbolo.
23. A purga do sistema de alimentação faz-se, se necessário, para:
- Extrair as impurezas do combustível.
  - Extrair o ar do combustível.
  - Extrair o ar do sistema.
24. No sistema de arrefecimento por líquido, a verificação do nível do mesmo é um cuidado:
- Diário.
  - Semanal.
  - Mensal.
25. O tampão do radiador serve para:
- Fazer com que o líquido ferva.
  - Manter a pressão do líquido.
  - Tirar pressão ao líquido.
26. Quando a pressão, no interior do radiador, ultrapassa o valor determinado:
- A válvula exterior do tampão do radiador abre.
  - A válvula interior do tampão do radiador abre.
  - Ambas as válvulas do tampão do radiador abrem.
27. O termóstato serve para que o motor do trator:
- Arrefeça rapidamente.
  - Arrefeça lentamente.
  - Aqueça lentamente.
  - Aqueça rapidamente.



28. O líquido do sistema de arrefecimento deve ter o seguinte valor de pH:
- ( ) 3.
  - ( ) 7.
  - ( ) 9.
29. O óleo de lubrificação evita que as peças móveis de um motor, ao roçarem umas de encontro às outras, gerem:
- ( ) Aquecimento.
  - ( ) Desgaste.
  - ( ) Aquecimento e desgaste.
  - ( ) Desgaste e fusão.
  - ( ) Aquecimento, fusão e colagem.
  - ( ) Aquecimento, desgaste, fusão e colagem.
30. Atualmente, o sistema de lubrificação dos tratores é:
- ( ) Por chapinhagem.
  - ( ) Por pressão.
  - ( ) Misto.
31. Ao proceder à mudança de óleo de um trator, deve fazê-lo:
- ( ) De manhã, com o motor frio.
  - ( ) De manhã, com o motor quente e em local inclinado e limpo.
  - ( ) A qualquer hora, com o motor quente e em local horizontal e limpo.
32. No sistema de lubrificação por pressão, o manómetro indica:
- ( ) O volume de óleo no cárter.
  - ( ) A pressão do óleo.
  - ( ) A temperatura do óleo.
  - ( ) A pressão e a temperatura do óleo.
  - ( ) O volume de óleo no cárter, a sua pressão e temperatura.



33. Os óleos decompostos podem-se despejar para:
- ( ) Qualquer lado.
  - ( ) Para bidões e entregues para reciclagem.
  - ( ) Para o solo e, em seguida, tapado com terra.
  - ( ) Um aterro sanitário.
34. Num motor de 2 tempos, o segundo tempo faz:
- ( ) Admissão e escape.
  - ( ) Trabalho e escape.
  - ( ) Compressão e escape.
  - ( ) Admissão e trabalho.
35. Um motor de 2 tempos, com a mesma potência de um de 4 tempos, consome:
- ( ) Mais combustível.
  - ( ) Menos combustível.
  - ( ) O mesmo combustível.
36. Um motor de 4 tempos lubrificado por mistura, em igualdade de circunstâncias com um de 2 tempos, tem:
- ( ) Mais potência, menor consumo e menor ruído.
  - ( ) Menos potência, menor consumo e menor ruído.
  - ( ) A mesma potência, menor consumo e menor ruído.
  - ( ) Mais potência, maior consumo e menor ruído.
  - ( ) Menos potência, maior consumo e menor ruído.
37. Num óleo, a taxa de variação da viscosidade com a alteração da temperatura é:
- ( ) Tanto maior quanto mais alto for o índice de viscosidade.
  - ( ) Tanto menor quanto mais baixo for o índice de viscosidade.
  - ( ) Tanto menor quanto mais alto for o índice de viscosidade.
  - ( ) Tanto maior quanto mais baixo for o índice de viscosidade.



38. A embraiagem é um componente básico:

- Do motor.
- Da transmissão.
- Da direção.

39. A embraiagem serve para:

- Aumentar as rotações do motor.
- Diminuir as rotações do motor.
- Ligar e desligar o movimento do motor com os restantes componentes.
- Aumentar e diminuir as rotações do motor.

40. Se a folga do pedal da embraiagem for demasiado grande:

- As “mudanças” metem-se com facilidade.
- As “mudanças” metem-se com dificuldade.
- As “mudanças” metem-se normalmente.

41. A caixa de velocidades serve para:

- Esforçar muito a tração.
- Selecionar a velocidade de deslocação e regular o esforço de tração.
- Selecionar a velocidade de deslocação, a inversão de marcha e a paragem com o motor em funcionamento.
- Selecionar a velocidade de deslocação, inverter a marcha e parar o motor.

42. A caixa de velocidades permite obter relações de desmultiplicação entre:

- O veio de entrada e o veio intermédio.
- O veio de entrada e o veio de saída.
- O veio de saída e o veio intermédio.
- O veio de entrada, o veio intermédio e o veio de saída.



43. Numa caixa de velocidades com o grupo reductor ligado a primeira alta tem, em relação à primeira baixa:
- Mais velocidade e menos força.
  - Mais força e menos velocidade.
  - A mesma força e a mesma velocidade.
  - A mesma força e mais velocidade.
44. Numa engrenagem epicicloidal, se o movimento entrar pelo planetário e a coroa ficar fixa, a velocidade de saída do porta-satélites é:
- Aumentada em relação à de entrada.
  - Reduzida em relação à de entrada.
  - Igual à de entrada e à de saída.
45. Numa transmissão hidrostática, o líquido circula:
- A alta velocidade e a pressões elevadas.
  - A baixa velocidade e a pressões elevadas.
  - A alta velocidade e a pressões baixas.
  - A baixa velocidade e a pressões baixas.
46. Na blocagem ou bloqueio do diferencial os semieixos ficam:
- Desligados entre si e uma roda patina.
  - Desligados entre si e nenhuma roda patina.
  - Ligados entre si e a roda que patina deixa de o fazer.
  - Ligados entre si e a roda que não patina passa a fazê-lo.
47. Um veio de tdf com 6 estrias é para máquinas que trabalham a:
- 540 r.p.m.
  - 750 r.p.m.
  - 1000 r.p.m.
  - 1250 r.p.m



48. Na tdf motor, a sua velocidade de rotação é:

- Proporcional à velocidade de deslocação do trator.
- Proporcional ao regime do motor.
- Igual à velocidade de deslocação do trator.
- Igual ao regime do motor.
- Menor que a velocidade de deslocação do trator.
- Maior que o regime do motor.

49. A tdf independente:

- Deixa de funcionar quando se pára a deslocação do trator.
- Permite a deslocação do trator sem parar a tdf.
- Continua a funcionar, mas tem que se parar a deslocação do trator.

50. A junta de cardan, de um veio telescópico de cardans, é:

- O conjunto de uma cruzeta e uma forqueta.
- O conjunto de duas cruzetas e uma forqueta.
- O conjunto de duas forquetas e uma cruzeta.
- O conjunto de duas forquetas e duas cruzetas.

51. Num veio telescópico de cardans simples de pequeno ângulo, os ângulos formados entre as máquinas motora e operadora nunca devem ultrapassar:

- 20 graus.
- 30 graus.
- 35 graus.
- 40 graus.

52. Os veios telescópicos de cardans de grande ângulo podem atingir até:

- 45 graus.
- 50 graus.
- 60 graus.
- 70 graus.
- 90 graus.



53. A fim de se adaptar o trator às linhas de cultura, a bitola pode-se alargar ou estreitar. Normalmente, a bitola traseira tem:

- 4 posições.
- 6 posições.
- 8 posições.
- 10 posições.

54. Se um trator for guardado por um período longo de inatividade, em relação aos pneus deve-se:

- Suspender sobre preguiças e reduzir a pressão.
- Guardar em local fechado, aumentar a pressão e pintá-los com verniz de proteção.
- Suspender sobre preguiças, em local fechado, reduzir a pressão e pintá-los com verniz de proteção.

55. A lastragem do trator serve, principalmente, para lhe:

- Aumentar o peso.
- Diminuir o peso.
- Aumentar o peso e diminuir a patinagem.
- Diminuir o peso e aumentar a patinagem.
- Aumentar o peso e a patinagem.

56. Se os pneus do trator forem lastrados com água, esta deve ficar dentro do pneu, a:

- 25 %.
- 50 %.
- 75 %.
- 100 %.

57. Para se melhorar a aderência de um trator de rodas:

- Aumenta-se a pressão dos pneus.
- Lastra-se o trator.



- ( ) Diminui-se a bitola.
- ( ) Aumenta-se a bitola e lastra-se o trator.

58. A verificação da pressão dos pneus é um cuidado:

- ( ) Diário.
- ( ) Semanal.
- ( ) Mensal.

59. Os pneus de um trator, quando este circula em estrada, devem ter:

- ( ) Mais pressão do que em lavoura.
- ( ) Menos pressão do que em lavoura.
- ( ) A mesma pressão do que em lavoura.

60. A patilha de ligação dos travões de serviço de um trator, quando em trabalho de campo, deve:

- ( ) Estar desligada.
- ( ) Estar ligada.
- ( ) Indiferente.

61. O travão de cinta usa-se principalmente:

- ( ) Como travão de serviço.
- ( ) Como travão de estacionamento.
- ( ) Como travão de serviço e de estacionamento.

62. A servo-tração é um órgão auxiliar de travagem que serve para:

- ( ) Efetuar travagens mais eficientes e com maior esforço.
- ( ) Efetuar travagens menos eficientes e com menor esforço.
- ( ) Efetuar travagens mais eficientes e com menor esforço.
- ( ) Efetuar travagens menos eficientes e com maior esforço.



63. Quanto menor for o desgaste dos calços de um travão, a força a exercer no pedal será:
- ( ) Maior.
  - ( ) Menor.
  - ( ) Igual.
64. A verificação da folga dos pedais dos travões é um cuidado:
- ( ) Diário.
  - ( ) Semanal.
  - ( ) Mensal.
  - ( ) Semestral.
  - ( ) Anual.
65. No sistema de levantamento hidráulico do trator, quando em controlo de posição, a cada posição da alavanca de comando corresponde:
- ( ) Uma posição dos braços de levantamento.
  - ( ) Duas posições dos braços de levantamento.
  - ( ) Meia posição dos braços de levantamento.
66. A taxa de patinagem de um trator é aceitável até:
- ( ) 5 a 7 %.
  - ( ) 7 a 10 %.
  - ( ) 10 a 15 %.
  - ( ) 15 a 20 %.
67. O sistema de iluminação e sinalização de um trator é indispensável para e de acordo com o código da estrada:
- ( ) Poder transitar na via pública de noite.
  - ( ) Poder realizar trabalhos à noite.
  - ( ) Poder transitar na via pública e realizar trabalhos à noite.
  - ( ) Poder transitar na via pública de dia e de noite.



68. O motor de arranque tem por missão:

- Deixar o motor do trator a trabalhar.
- Fazer girar o motor do trator e pará-lo.
- Fazer girar o motor do trator quando parado, pô-lo em marcha e deixá-lo a trabalhar.
- Parar o motor do trator e voltar a pô-lo em marcha.

69. O regulador de tensão:

- Limita a intensidade da corrente fornecida pelo gerador.
- Limita a voltagem máxima que o gerador produz.
- Regula a voltagem mínima que o gerador produz.
- Limita e regula a voltagem mínima que o gerador produz.

70. O alternador gera:

- Corrente contínua.
- Corrente alterna.
- Corrente alterna e contínua.

71. A bateria é um:

- Gerador de energia elétrica.
- Acumulador de energia elétrica.
- Consumidor de energia elétrica.
- Gerador e acumulador de energia.

72. O eletrólito da bateria é:

- Menos denso do que a água.
- Mais denso do que a água.
- Tão denso como a água.



73. Numa bateria o borne negativo é:
- Mais grosso que o positivo.
  - Menos grosso que o positivo.
  - Tão grosso como o positivo.
74. Para, entre duas baterias de 12 volts, fazer uma ligação em série:
- Liga o borne positivo de uma com o positivo da outra.
  - Liga o borne positivo de uma com o negativo da outra.
  - É indiferente.
75. Após a ligação anterior ficamos com:
- A mesma voltagem.
  - O dobro da voltagem.
  - Metade da voltagem.
76. Ao ligar uma bateria deve:
- Ligar primeiro o cabo da corrente.
  - Ligar primeiro o cabo da massa.
  - Indiferente.
77. Cabine de segurança é uma estrutura para:
- Proteger o operador das intempéries.
  - Proteger o operador em caso de viragem.
  - Proteger o operador em caso de viragem, das intempéries e dos ruídos.
  - Proteger o operador das intempéries e dos ruídos.
  - Proteger o operador em caso de viragem e dos ruídos.
  - Proteger o operador dos ruídos



# 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.

BRIOSAS, F., *Mecanização Agrícola*. Lisboa: Livraria Luso Espanhola, 1984.

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.

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.

MACHADO, D. J., *Manual Resumo de Código da Estrada*. Mirandela: [s.n.]. 2001.

