

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE MATERIAL DE TRAÇÃO UTILIZADO EM AGRICULTURA

1992

ÍNDICE

1- Introdução	1
2- Constituição genérica de um trator	1
2.1- Motor	1
2.2- As transmissões	2
2.- Órgãos de ligação às alfaias	3
3- Principais tipos de tratores	3
3.1- Tratores clássicos	4
3.1.1- Tratores de duas rodas motrizes	4
3.1.2- Tratores de quatro rodas motrizes	4
3.1.2.1- Tratores de quatro rodas motrizes e quadro rígido	4
3.1.2.2- Tratores de quatro rodas motrizes e quadro articulado	5
3.2- Tratores de rastos	6
3.3- Tratores florestais	7
3.3.1- Principais diferenças entre os tratores agrícolas e florestais	7
3.3.1.1- O quadro	8
3.3.1.2- A cabine do condutor	8
3.3.1.3- Os pneus	8
3.3.1.4- As transmissões	8
3.3.1.5- A tomada de força	9
3.3.1.6- A direção	9
3.3.1.7- Os travões	9
3.3.1.8- Equipamento de tração	9
3.3.1.9- Repartição das massas nos eixos	10
3.3.2- Equipamento auxiliar	10
3.3.2.1- O arco	10
3.3.2.2- A lâmina frontal	11
3.3.2.3- Escudos protectores	11
3.4- Tratores especiais	11
Bibliografia	14

1- Introdução

O aparecimento dos tratores agrícolas deu-se, nos EUA, na 2ª metade do século passado, embora já anteriormente tivessem aparecido alguns protótipos, especialmente em Inglaterra, mas sem grande expressão.

No entanto, só com o aparecimento dos motores a "petróleo", muito mais leves que os a vapor, é que se verificou um progresso importante nestes equipamentos de tração, tendo estes sofrido um impulso significativo com o início da utilização dos pneus, da tomada de força e mais tarde do sistema de elevação hidráulico.

2- Constituição genérica de um trator

Considerando genericamente um trator, este é constituído por:

- motor;
- órgãos de transmissão;
- órgãos de ligação às alfaias.

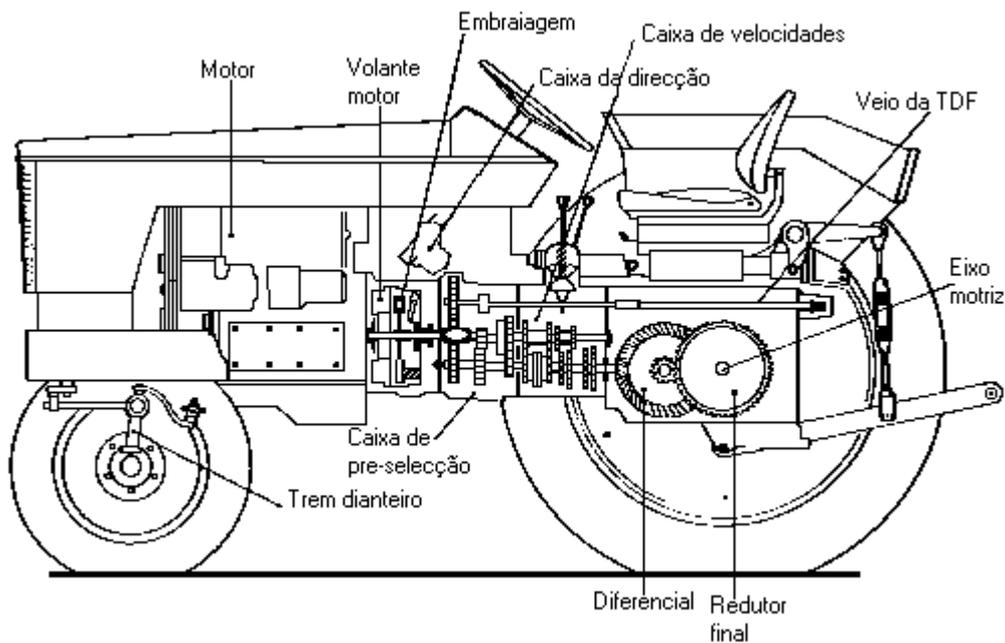


Figura 1- Esquema da constituição geral de um trator clássico de duas rodas motrizes
Fonte: CNEEMA (1978)

2.1- Motor

Os motores dos tratores, que representam a sua fonte de energia, são de combustão interna e utilizam como combustível o gasóleo; os primeiros tratores foram concebidos para trabalharem com gasolina mas, devido ao preço atingido por este combustível, deixaram de se fabricar.

As principais características destes motores são:

- só comecem a trabalhar em "vazio" ou seja, desligados dos órgãos de transmissão, pelo que é fundamental a presença de um elemento na cadeia cinemática que permita a interrupção do movimento (embraiagem); os motores elétricos e os a vapor podem começar a trabalhar em carga transmitindo de imediato o movimento;
- em funcionamento e em plena carga, ou seja, desenvolvendo o máximo da sua potência, quando aquela aumenta o motor tem tendência a parar ("ir a baixo"), e não a diminuir o seu regime como acontece com os motores elétricos. Este problema é parcialmente resolvido com a presença de um regulador na bomba de injeção que, dentro de certos limites, contraria as variações de carga pela variação do débito da bomba, mantendo assim constante o regime motor;
- o binário desenvolvido varia relativamente pouco nos diferentes regimes, contrariamente à potência que é proporcional ao regime motor. A potência máxima é obtida fazendo rodar o motor ao regime nominal que é o regime mais elevado indicado pelo construtor para o motor trabalhar continuamente, sem se verificar um desgaste exagerado. A utilização de regimes motor bastante baixos também não são aconselhados pois nestas situações a lubrificação não se faz nas melhores condições.

2.2- As transmissões

As transmissões nos tratores agrícolas apresentam duas cadeias cinemáticas, sendo uma responsável pelo acionamento das rodas motrizes e a outra pelo veio da tomada de força.

Relativamente à primeira, ela é constituída por vários elementos que permitem quer a interrupção do movimento, fundamental para pôr o motor em funcionamento, quer a desmultiplicação do regime do motor, que permite, sem alterar aquele, variar a velocidade de deslocamento e o binário nas rodas motrizes.

O elemento da transmissão que serve para interromper o movimento e que permite depois o acionamento progressivo dos restantes elementos, designa-se por embraiagem; a desmultiplicação do regime motor é obtida pela caixa de velocidades, diferencial e pelos redutores finais, pois, embora os regimes motor nos tratores sejam relativamente baixos é necessário uma desmultiplicação muito grande para se obterem velocidades inferiores a 1 km/h.

No que respeita ao acionamento do veio da TDF, ele pode ser efetuado de diferentes formas, obtendo-se TDF(s) dependentes, semi-independentes e independentes, conforme a interrupção do movimento é efetuado pela mesma embraiagem da transmissão para as rodas, por uma embraiagem própria mas com o mesmo comando que a da transmissão anterior, ou apresente embraiagem e comando separados. Há veios da TDF que recebem movimento depois da caixa de velocidades pelo que o seu regime é proporcional à velocidade de deslocamento.

2.3- Órgãos de ligação às alfaias

A maioria das operações culturais são efetuadas por equipamentos acionados por tratores pelo que é fundamental um sistema que permita esta ligação; o mais comum, devido à sua geometria, designa-se sistema tripolar de engate. Relativamente à forma como os equipamentos se encontram ligados a este sistema podem ser montados, quando a massa dos equipamentos é inteiramente suportada pelo trator, semi-montados, quando parte da massa é suportada pelo trator e a restante por órgãos da própria alfaia e rebocados quando a massa dos equipamentos é inteiramente suportada por órgãos próprios, exercendo o trator apenas força de tração.

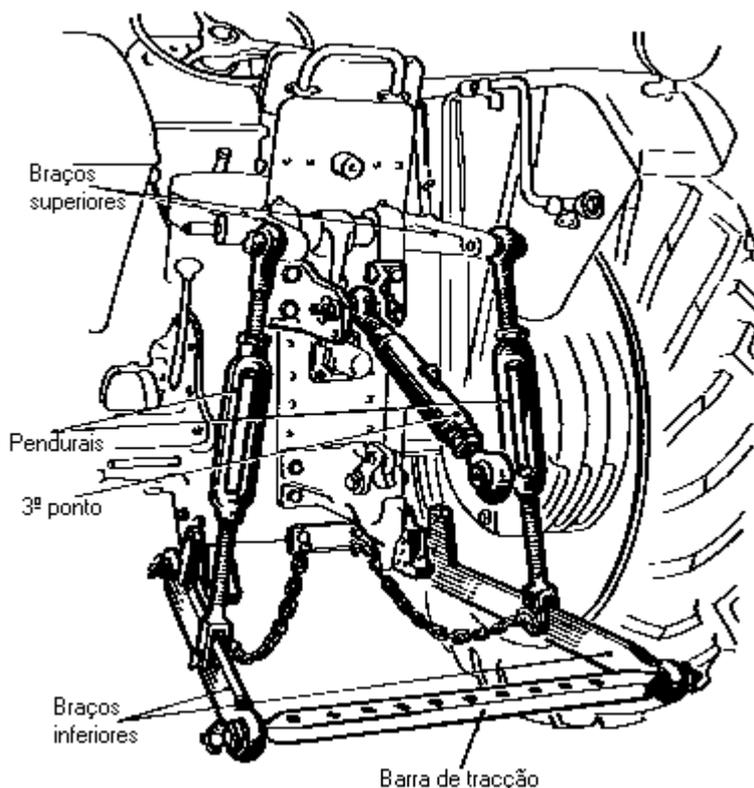


Figura 2- Esquema de um sistema tripolar de engate de um trator
Fonte: CNEEMA (1978)

3- Principais tipos de tratores

Considerando genericamente os tratores utilizados no sector primário pode considerar-se que existem quatro grandes tipos:

- tratores clássicos;
- tratores de rastos;
- tratores florestais;
- tratores especiais.

3.1- Tratores clássicos

Os tratores clássicos ou convencionais são caracterizados por apresentarem dois eixos de sustentação, munidos geralmente de pneumáticos. Destes eixos, quando apenas o traseiro é motriz, os tratores designam-se por tratores de duas rodas motrizes, e, quando ambos são motrizes, os tratores designam-se por tratores de quatro rodas motrizes.

3.1.1- Tratores de duas rodas motrizes

Nos tratores de duas rodas motrizes estas têm um diâmetro bastante superior às rodas dianteiras que são apenas diretrizes.

3.1.2- Tratores de quatro rodas motrizes

Nos tratores de quatro rodas motrizes estas podem apresentar o mesmo diâmetro ou as posteriores serem maiores. Quando as rodas dos trens são diferentes é necessário que a transmissão permita obter um sincronismo no movimento das rodas; a distribuição de massas nos eixos destes tratores é mais equitativa que nos tratores de rodas iguais, em que $\pm 2/3$ recaem no eixo dianteiro e $\pm 1/3$ no traseiro.

Nestes tratores a direção é geralmente assegurada pelo trem dianteiro, podendo, no entanto, todas as rodas serem diretrizes ou o trator ser articulado.

Os tratores de quatro rodas motrizes iguais são utilizados:

- em vinhas ou pomares pela facilidade com que transitam nas entrelinhas estreitas;
- em grandes explorações, por exemplo, em trabalhos de preparação do solo ou recolha de beterraba ou de forragem.

Relativamente à conceção destes tratores podem ser:

- de quadro ("chassi") rígido;
- de quadro articulado.

3.1.2.1- Tratores de quatro rodas motrizes e quadro rígido

Este tipo de tratores tem como principal característica a dimensão dos pneus que não podem ser demasiado largos para não limitarem o raio de viragem e por cada eixo motriz ser acionado, a partir de uma caixa de transferência, por um veio de transmissão com cardans.

3.1.2.2- Tratores de quatro rodas motrizes e quadro articulado

Os tratores com quadros articulados apresentam na sua parte anterior o motor, a caixa de velocidades e o eixo dianteiro, e, na posterior, a caixa de transferência, o eixo traseiro e o sistema tripolar de engate.

A mudança de direção é obtida modificando, por meio de dois êmbolos, o ângulo dos eixos longitudinais das duas "metades" do quadro, em torno de um eixo central. Este sistema tem como principal vantagem apresentar um raio de viragem bastante pequeno, passando as rodas traseiras nas mesmas roedeiras deixadas pelas rodas dianteiras, o que permite contornar os obstáculos sem perigo de acidente. O principal inconveniente prende-se com a instabilidade resultante da mudança de direção que provoca uma reação lateral nas duas partes do quadro, mas em sentido inverso, e com a deslocação lateral do centro de gravidade, relativamente ao plano longitudinal médio, dos equipamentos montados.

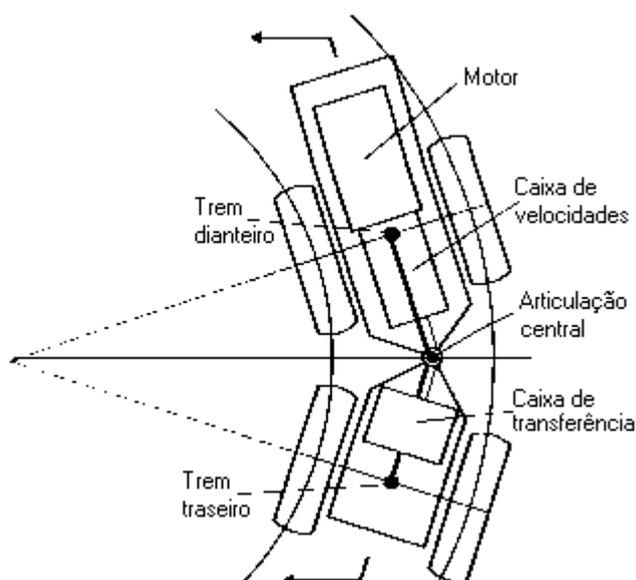


Figura 3-Representação de um trator com quadro articulado.
Fonte: BP (1978)

Relativamente às vantagens dos tratores de 4RM relativamente aos de duas tem-se:

- maior coeficiente de aderência;
- permitirem uma trajectória melhor definida, especialmente se tiverem direção assistida;
- travarem melhor com o motor;
- necessitarem menos 30 a 35% de massa, para desenvolverem a mesma força de tração.

Como principais desvantagens tem-se:

- o preço mais elevado;

- maior perda de potência a nível da transmissão, o que implica que dois tratores em que os motores têm as mesmas características, o trator de tração simples tenha mais potência;
- maior raio de viragem;
- encargos de manutenção e consumo específico mais elevados;

3.2- Tratores de rastos

Este tipo de tratores são caracterizados por os órgãos de propulsão serem constituídos por duas lagartas, geralmente metálicas, que estão montadas em duas rodas, uma das quais motoras, designada por "sprocket", funcionando a outra como reguladora da tensão do rasto, que se designa por roda guia. Para além das rodas e rastos o sistema de locomoção inclui vários roletes, uns inferiores que suportam a massa do trator e outros superiores que sustentam o próprio rasto, aliviando assim a pressão sobre as rodas motoras.

Nestes tratores a mudança de direção é feita geralmente por embraiagens e travões colocados nos semi-eixos motrizes.

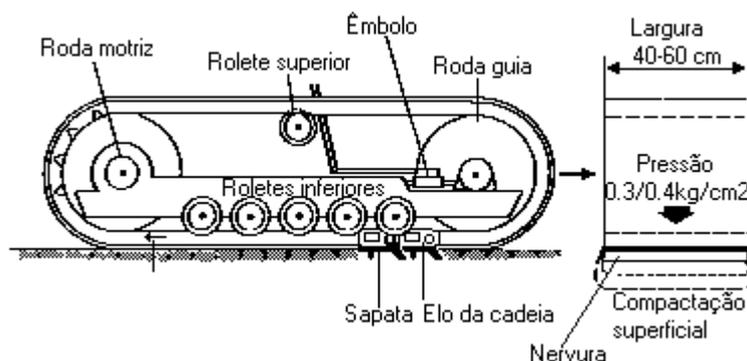


Figura 4-Representação do sistema de locomoção de um trator de rastos
Fonte: BP (1985)

Estes tratores, que são geralmente utilizados em trabalhos pesados de mobilização do solo, ou em culturas em linhas, tem como principais vantagens relativamente aos de rodas as seguintes:

- maior estabilidade em terrenos inclinados devido à grande superfície de apoio do sistema de locomoção e da pequena distância do centro de gravidade ao solo;
- pequeno raio de viragem devido à imobilização de um dos rastos;
- elevada força de tração, que pode ser superior a 80% da sua massa total, e baixo escorregamento, devido à grande superfície de contacto rasto - solo;
- baixa compactação do solo devido à baixa pressão exercida (0.3 - 0.4 kg.cm²) e da regularidade da distribuição da carga em toda a superfície de apoio. Os pneus exercem uma grande pressão no solo sendo esta distribuída de uma forma bastante irregular, principalmente pelos flancos e garras.

Relativamente às principais desvantagens destacam-se:

- a impossibilidade de circulação em estradas pelos estragos que as sapatas provocam;
- um custo de aquisição e encargos com a manutenção bastante alto, especialmente das transmissões e rastos; verifica-se actualmente uma tendência para a diminuição destes últimos pelo que o seu custo se aproxima da dos pneus.

3.3- Tratores florestais

As principais características de um trator florestal são as seguintes:

- ser um veículo todo o terreno de grande massa, que pode transitar em solos de consistência muito variada e com grandes inclinações e obstáculos, e desenvolver uma grande força de tração pelo que terá de ser bastante potente;
- ter boa aderência, estabilidade, manobrabilidade e ser cómodo e seguro para o operador.

Os tratores de rastos apresentam a maioria das condições apresentadas mas, devido a aspectos económicos e à sua reduzida polivalência, têm sido substituídos por tratores florestais de quatro rodas motrizes iguais, geralmente articulados.

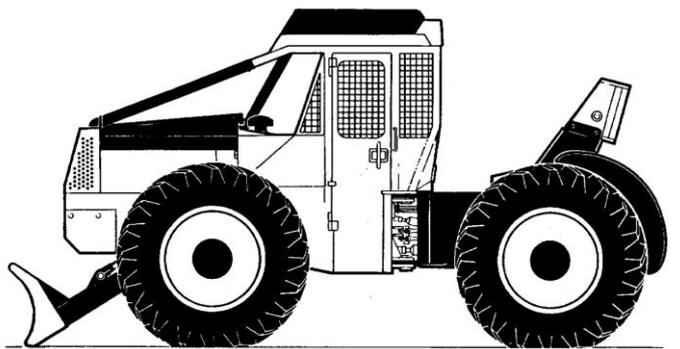


Figura 5- Representação de um trator florestal
Fonte: Briosa (1984)

3.3.1- Principais diferenças entre os tratores florestais e agrícolas

As principais diferenças entre os tratores florestais e agrícolas são as seguintes:

- o quadro;
- a cabine do condutor;
- pneus;
- as transmissões;
- a tomada de força;
- a direção;
- os travões;

- equipamento de tração;
- repartição das massas nos eixos;

3.3.1.1- O quadro

O quadro (chassi) dos tratores florestais é bastante mais robusto que o dos agrícolas pois pode ser equipado com plataformas de transporte, gruas ou outros equipamentos de grande peso, necessários ao transporte de madeira; o quadro apresenta, geralmente, uma protecção anterior para o motor.

A evolução tem conduzido ao aparecimento de quadros articulados, comportando a parte anterior destes o motor, a cabine de segurança e alguns acessórios, como, por exemplo, uma grua hidráulica, podendo a parte posterior ser utilizada como semi-reboque e/ou apresentar alguns acessórios.

Os quadros dos tratores florestais articulados apresentam oscilações no plano horizontal e vertical o que permite uma melhor adaptação do trator às irregularidades do terreno, que é particularmente importante em zonas de montanha.

3.3.1.2- A cabine do condutor

A cabine, que é de uso obrigatório nestes tratores, deve permitir uma maior comodidade no trabalho, protecção contra fenómenos meteorológicos e acidentes; a resistência e dimensões do material utilizado é função da massa do trator e está, geralmente, montada directamente no quadro, podendo mesmo chegar a formar um conjunto.

3.3.1.3- Os pneus

Os pneus dos tratores florestais têm grandes dimensões para permitirem que eles se possam deslocar em pisos muito irregulares e de fraca aderência; esta é favorecida pelo sistema de tração integral.

3.3.1.4- As transmissões

Os sistemas de transmissão nestes tratores são mais complexos pois, sendo articulados, devem ter veios telescópicos e juntas universais ou homocinéticas para permitir mudar a direcção do movimento.

Relativamente aos diferenciais dos eixos estes podem ter ambos bloqueio, podendo haver um terceiro bloqueio entre os eixos.

A utilização de trens hepíclícoídais é muito frequente nos tratores florestais pois permitem assegurar uma continuidade na transmissão do movimento e diminuir a possibilidade de torção dos eixos.

3.3.1.5- A tomada de força

O movimento da tomada de força nestes tratores pode ser independente da caixa de velocidades, dependendo a sua rotação do regime motor, ou estar sincronizada com aquela. Considerando que uma grande parte das operações efetuadas pelos tratores florestais não necessitam da utilização da TDF, esta pode não existir. A TDF como fonte de energia para acionamento de equipamentos exteriores ao trator não é económica, pelo que pode ser substituída com vantagem por um guincho acionado pelo motor.

3.3.1.6- A direção

A mudança de direção nos tratores articulados é feita através de um sistema hidráulico, que permite variar a posição relativa das duas partes do quadro. Para os tratores florestais não articulados a variação de direção é feita utilizando as quatro rodas motrizes, bloqueando-se, no entanto, as rodas traseiras quando em estrada.

O raio de viragem dos tratores articulados é inferior aos dos tratores com quadro rígido e com as quatro rodas diretrizes.

3.3.1.7- Os travões

Os travões dos tratores florestais devem ser completamente estanques, pois pode haver necessidade de os utilizar em zonas pantanosas, e serem de acionamento hidráulico ou pneumático, para permitirem uma melhor eficiência.

A aplicação de travões independentes nas quatro rodas motrizes ou sobre os veios de transmissão são soluções bastante frequentes nos tratores florestais articulados.

3.3.1.8- Equipamento de tração

O equipamento de tração nos tratores florestais deve permitir movimentar o material vegetal, pelo que a utilização de guinchos ou gruas é a solução mais eficaz; estes equipamentos são geralmente acionados por uma TDF interna, ou por um sistema hidráulico cuja bomba recebe movimento da transmissão.

Os guinchos são máquinas simples que permitem multiplicar o esforço fornecido pelo motor, em função da velocidade de trabalho. São geralmente montados transversalmente no quadro de

forma a permitirem um enrolamento correcto do cabo; o tambor de enrolamento deve ter um diâmetro vinte vezes superior ao do cabo.

3.3.1.9- Repartição das massas nos eixos

A repartição das massas nos eixos dos tratores agrícolas convencionais é de $\pm 1/3$ no trem dianteiro e $\pm 2/3$ no traseiro, sendo esta distribuição contrária nos tratores florestais, ou seja, $\pm 1/3$ no trem traseiro e $\pm 2/3$ no dianteiro; esta distribuição de massas permite uma maior estabilidade longitudinal nos tratores florestais.

3.3.2- Equipamento auxiliar

Os tratores florestais apresentam determinados equipamentos auxiliares que melhoram as condições de realização dos trabalhos e de segurança. Destes equipamentos destacam-se:

- o arco;
- a lâmina frontal;
- os escudos protectores.

3.3.2.1- O arco

O arco é um pórtico dotado de rodízios na sua parte superior para guiar os cabos dos guinchos, e que permite exercer um esforço de tração, segundo um determinado ângulo, reduzindo-se assim a superfície de contacto dos troncos com o solo.

Estes arcos têm alguns inconvenientes, nomeadamente:

- transmitirem os balanços ao trator quando este transporta troncos, o que aumenta a instabilidade longitudinal e aderência do trem dianteiro;
- dificultar o deslocamento do trator, o que implica a necessidade de se melhorarem os acessos.

Este arco tem vindo a ser substituído por um arco integral que se liga directamente ao quadro, o que permite uma maior mobilidade e estabilidade.

3.3.2.2- A lâmina frontal

Este equipamento, que é acionado hidráulicamente, tem como funções específicas as seguintes:

- suspender a parte dianteira do trator, para se poder trabalhar com o guincho em maior segurança, pois não há arrastamento do trator;
- amontoar os troncos para facilitar a sua recolha.

A lâmina também pode ser utilizada em outras operações, nomeadamente:

- derrube de árvores;
- melhoramentos rurais;
- como dispositivo de segurança para evitar o escorregamento do trator em zonas muito inclinadas.

3.3.2.3- Escudos protectores

Os escudos de protecção são fundamentais nos tratores florestais para proteger os pneus traseiros dos troncos, dos cabos utilizados para tração, etc.

3.4- Tratores especiais

Os tratores especiais são tratores agrícolas projectados e construídos para utilização em determinadas actividades específicas.

Dentro deste grupo incluem-se:

- tratores pernalta (enjambeur);
- tratores vinhateiros de rodas e rastos;
- tratores pomareiros;

Os tratores pernalta caracterizam-se por terem um quadro tipo pórtico, que permite um grande espaço livre inferior, podendo assim passar sobre 2 a 3 linhas de vinha; estes tratores utilizam-se principalmente nesta cultura, com entrelinhas inferiores a 1.20 m, em que não é possível trabalhar com os tratores vinhateiros. Mais recentemente estão a ser utilizados, com bastante sucesso, na cultura do milho, girassol e hortícolas.

Considerando genericamente estes tratores existe um grupo que apresenta duas rodas motrizes traseiras, em que a bitola é geralmente fixa, um segundo com as rodas traseiras motrizes e dianteiras diretrizes mas todas elas estabilizadas e um grupo intermédio, tipo triciclo, com duas ou três rodas motrizes.

Com estes tratores podem ser efetuados a maioria dos trabalhos, nomeadamente os de mobilização e tratamentos, em boas condições de conforto e visibilidade.

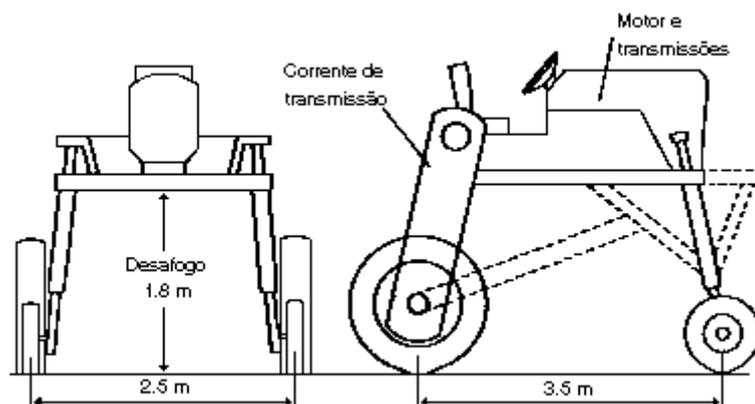


Figura 6- Esquema de um trator pernalta
Fonte: BP (1985)

Os tratores vinhateiros são caracterizados por terem um bitola bastante estreita, para poderem transitar nas entrelinhas da vinha, e o centro de gravidade estar bastante baixo por forma a aumentar-se a estabilidade.

Os tratores pomareiros são semelhantes aos anteriores, mas com uma bitola ligeiramente superior e com uma distância entre eixos também maior; como o nome indica são utilizados em pomares e hortas.

Os tratores vinhateiros e pomareiros, designados genericamente por tratores de largura reduzida, apresentam alguns problemas dos quais se destacam os seguintes:

- dificuldade da mudança do sentido de deslocamento nas cabeceiras da cultura, o que implica que o trator e equipamento devam ter um raio de viragem tanto mais pequeno quanto menor for a entrelinha;
- redução da estabilidade quando do deslocamento na entrelinha, pois as irregularidades do solo provocam movimentos verticais bruscos nas quatro rodas, que podem ser ainda agravados pela reação dos equipamentos montados ou da calda de um pulverizador. Esta estabilidade é melhorada com as direcções hidrostáticas;
- fraca estabilidade em terrenos inclinados, pois os riscos de capotamento longitudinal e lateral são maiores;
- diminuição e irregularidade de aderência nas rodas motrizes com o conseqüente desequilíbrio lateral;
- maior dificuldade em obter uma largura reduzida do eixo traseiro que permita montar pneus com uma largura mínima de 25 - 30 cm e de parte das transmissões e sistema hidráulico.

Como forma de atenuar algumas das situações anteriores preconiza-se:

- reduzir ao mínimo a distância do centro de gravidade ao solo;
- diminuir a distância dos equipamentos ao eixo traseiro, por forma a facilitar as viragens nas cabeceiras. Este aspecto pode ser resolvido colocando os equipamentos na vertical;
- a diminuição do raio de viragem

Bibliografia

B.P. (1976). Engins automoteurs. La documentation agricole B.P.118: 1-23.

B.P. (1978). Tracteurs à quatre roues motrices. La documentation agricole B.P.127: 1-24.

B.P. (1982). Tracteurs de grande puissance. La documentation agricole B.P.138: 1-23.

B.P. (1985). Tracteurs spéciaux. La documentation agricole B.P.144: 1-24.

Briosa, F.(1984). Glossário ilustrado de mecanização agrícola. Lisboa. Fotogravura União.

Centre National du Machinisme Agricole, du Genie Rural, des Eaux et des Forets. (1978). Livre du Maitre. Tracteurs et Machines Agricoles. Tome 1. Antony. CEMAGREF.