



Apostila Didática N° 3

Tratores Agrícolas

Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani
Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva

Jaboticabal – SP
2006

TRATORES AGRÍCOLAS

1	Introdução	2
2	Constituição	2
2.1	Embreagem	3
2.2	Caixa de câmbio	3
2.3	Transmissão final	4
2.3.1	Pinhão e coroa	4
2.3.2	Diferencial	5
2.3.3	Redução final	5
2.4	Rodados	6
2.4.1	Classificação dos pneus	7
3	Classificação	9
3.1	Tratores Convencionais	10
3.1.1	Tratores de Duas Rodas Motrizes (2 RM)	10
3.1.2	Tratores de Quatro Rodas Motrizes (4 RM)	10
3.2	Tratores de esteiras	11
3.3	Tratores florestais	12
3.4	Tratores Especiais	13
3.4.1	Tratores de Duas Rodas	13
3.4.2	Tratores de Três Rodas	13
4	Órgãos de acoplamento	14
5	Manejo dos tratores	14
6	Mecanização Agrícola	16
7	Referências	18

TRATORES AGRÍCOLAS

1 Introdução

As propriedades agrícolas modernas apresentam cada vez mais um elevado índice de mecanização, devido ao aumento do custo da mão-de-obra, porém, o custo da mecanização na produção agrícola também é alto, podendo atingir até 40% do custo total. Diante deste fato é necessário que as operações agrícolas apresentem máxima eficiência.

Nos tratores, normalmente perde-se entre 20 e 45% da energia gerada no motor, para os equipamentos, portanto a primeira reação a isso é a aquisição de tratores mais potentes, o que acarreta em redução do tempo de trabalho.

O trator agrícola é a principal fonte de potência na agricultura, utilizado em conjunto com diversos equipamentos na realização de várias tarefas, desde o preparo do solo, semeadura e transporte, dentre outras. Segundo MIALHE (1980) “o trator agrícola é uma máquina autopropelida provida de meios que, além de lhe conferirem apoio estável sobre uma superfície horizontal e impenetrável, capacitam-no a tracionar, transportar e fornecer potência mecânica, para movimentar os órgãos ativos de máquinas e implementos agrícolas.

2 Constituição

O trator é uma unidade móvel de potência, constituído de motor, transmissão e sistemas de direção e locomoção (Figura 1). O motor dos tratores já foi discutido na apostila nº 2, assim começaremos a detalhar o sistema de transmissão.

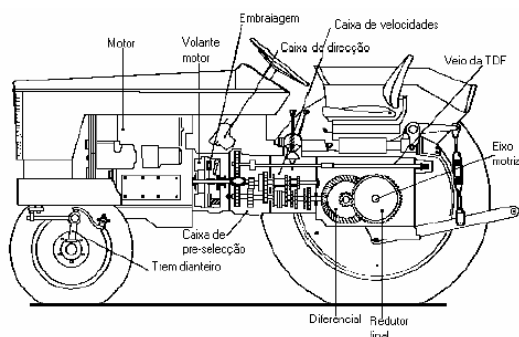


Figura 1. Esquema geral de um trator.

2.1 Embreagem

A embreagem localiza-se entre o volante do motor e o eixo primário da caixa de câmbio, é um dispositivo destinado a efetuar o acoplamento ou separação entre estas. O acoplamento faz-se necessário para que a potência do motor seja transmitida à caixa de câmbio. Esse acoplamento inicialmente é feito gradualmente, quando do trator parado para iniciar o movimento e quando das mudanças de marchas, isso é importante para que não ocorra um esforço brusco no sistema de transmissão.

A interrupção do movimento de rotação do motor para o restante da transmissão é necessário para que o trator possa parar sem desligar o motor e para selecionar a combinação de engrenagens na caixa de câmbio. Outro ponto é permitir que se dê a partida no motor, com este desacoplado da transmissão, tornando a partida mais leve.

Nos tratores que possuem tomada de potência (TDP), pode existir a embreagem dupla, que tem por finalidade a movimentação do trator e da TDP conjuntamente ou, apenas a TDP em funcionamento.

A embreagem tem seu funcionamento baseado no atrito entre duas partes, uma motora e outra movida. O acoplamento e desacoplamento da embreagem ao volante é feito pelo acionamento do pedal de embreagem, localizado no lado esquerdo do operador.

Em tratores de esteiras existem duas embreagens, uma para cada esteira, e além das funções já descritas, é utilizada para dar direcionamento ao trator.

2.2 Caixa de câmbio

A caixa de câmbio situa-se após a embreagem, suas funções são seleção adequada de velocidade e torque transmitida as rodas motrizes, e ainda alterar o sentido do movimento do trator. A caixa de câmbio não multiplica a potência, apenas modifica torque e rotação. É composta de três árvores (eixos) - primária, também chamada de eixo piloto, secundária e terciária, engrenagens, pinhão de ré, trambuladores (garfos) e alavancas (Figura 2).

Seu funcionamento baseia-se no recebimento, pela árvore primária, da rotação do motor por meio da embreagem, está transmite a rotação para a árvore secundária. As engrenagens da árvore secundária combinam-se com as da terciária, transmitindo assim a rotação a esta. Dependendo da combinação de engrenagens, a rotação nesta árvore final pode ser maior ou menor, sendo então transmitida para o

restante da transmissão.

Para que a caixa de marchas execute a função de alterar o sentido de movimento do trator, existe o pinhão da ré, que encontra-se acoplado a última engrenagem da árvore secundária. O acoplamento da primeira marcha com essa engrenagem do pinhão da ré, faz com que ocorra a inversão do movimento na árvore terciária, conseqüentemente essa inversão chega às rodas.

Em tratores a mudança de velocidade é feita por meio da mudança de marchas, quando aumenta-se a mesma, o torque é menor e vice-versa.

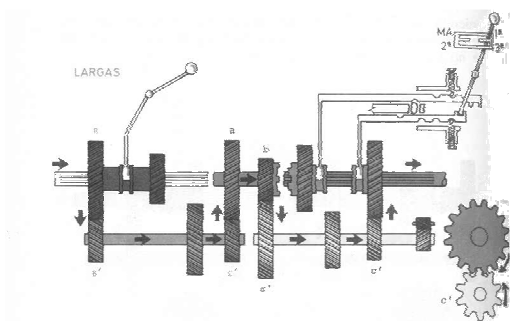


Figura 2. Engrenamento da caixa de marchas.

2.3 Transmissão final

A transmissão final do trator é composta de pinhão e coroa, diferencial e redução final, estas são responsáveis pela transmissão do movimento de rotação da caixa de câmbio até os rodados motrizes.

2.3.1. Pinhão e coroa

O movimento de rotação da árvore terciária da caixa de câmbio é recebido pelo pinhão, que é uma engrenagem de pequeno tamanho, acoplado ao pinhão existe a coroa, uma engrenagem maior, que tem como funções, redução na rotação e aumento de torque e mudança em 90° a direção do movimento, ou seja, altera o plano de rotação do movimento de transversal ao trator, que ocorre na caixa de câmbio, em longitudinal nas rodas.

2.3.2. Diferencial

O mecanismo de diferencial é composto de duas engrenagens, as planetárias (2) e as satélites (4), esse sistema está acoplado a coroa (Figura 3). As planetárias giram apenas sobre seu eixo e estão ligadas as semi-árvores, que transmitem o movimento as rodas, já as satélites, além de girarem sobre seu eixo, também giram ao redor das planetárias.

A principal função do diferencial é a compensação em curvas, ou seja, quando no eixo dos rodados uma roda tem rotação diferente da outra. Quando o trator está em linha reta não existe atuação das satélites.

O diferencial na maioria das vezes tem benefícios, porém, existe uma situação em que é importante que ele não atue, é o caso de quando o trator esta com uma das rodas em terra solta e a outra em solo firme, neste caso a maior parte da rotação é transmitida a roda que necessita menor torque, podendo até fazer com que o trator não se desloque. Sendo assim, para que o trator continue deslocando-se é necessário fazer que o mecanismo diferencial não atue, acionando-se então o bloqueio do diferencial, que faz com que as rodas motrizes girem a mesma velocidade.

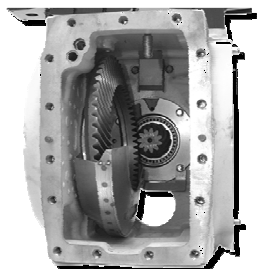


Figura 3. Diferencial.

2.3.3. Redução final

O movimento de rotação advindo do diferencial é transmitido às semi-árvores, que conduzem o mesmo à redução final (Figura 4). Sua função é de reduzir a rotação com conseqüente aumento de torque nas rodas motrizes.

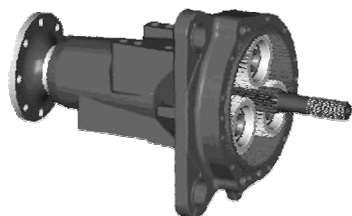


Figura 4. Redução final.

2.4 Rodados

Os rodados constituem o elemento de interface máquina-solo e têm como principais funções oferecer aos tratores apoio, sustentação, direcionamento e auto-locomoção, além serem responsáveis por gerar esforço de tração. Os rodados de tratores podem ser de dois tipos: esteiras ou pneumáticos. Os rodados pneumáticos são constituídos pelos elementos mostrados na (Figura 5)

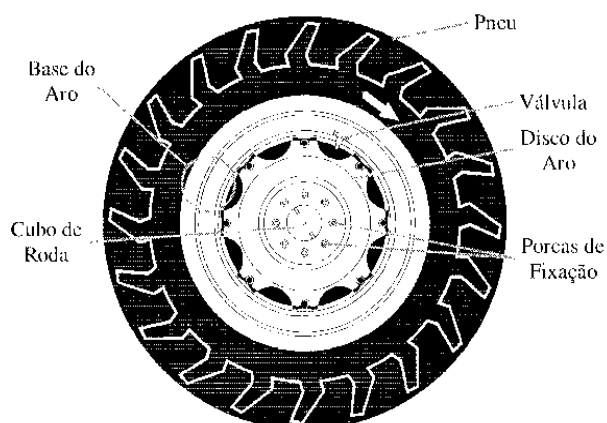


Figura 5. Constituição dos rodados pneumáticos.

- *Cubo de roda*
- *Aro: Liga o cubo de roda ao pneu e é formado por base e disco.*
- *Pneus: um pneu pode ser definido como a coroa circular de seção transversal cilíndrica, constituída de materiais flexíveis, de forma a envolver a base do aro. Os pneus são constituídos por lonas, talões, parede lateral, liner e banda de rodagem (Figura 6)*

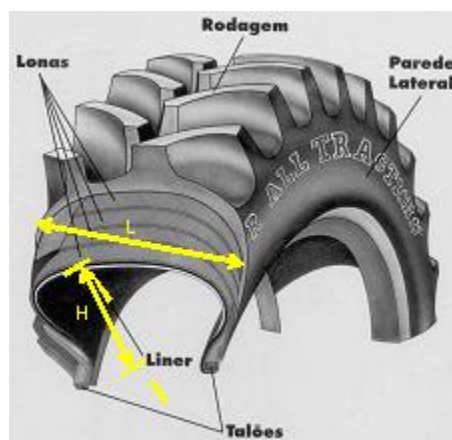


Figura 6. Constituição dos pneus.

- *Lonas: exercem a função de suportar a carga e a pressão internas do pneu.*
- *Talões: constituem-se de cabos de aço revestidos de cobre para evitar a oxidação, isolados individualmente por compostos de borracha para evitar atrito e revestidos de tecido tratado.*

Sua função é fazer a amarração do pneu no aro, devendo apresentar alta resistência à ruptura.

- *Parede lateral (Flanco): é a parte da carcaça que vai da rodagem ao talão.*
- *Liner: é o revestimento protetor da carcaça na parte interna do pneu.*
- *Rodagem: é a parte do pneu que faz sua aderência com o solo. Seus desenhos devem proporcionar frenagem e tração e seu composto de borracha deve resistir à abrasão e ruptura.*

2.4.1. Classificação dos pneus

Os pneus podem ser classificados em:

- *Pneus de tração*
- *Pneus direcionais*
- *Pneus de transporte*
- *Pneus para motocultivadores*

Na Figura 7 são mostrados os tipos de pneus.

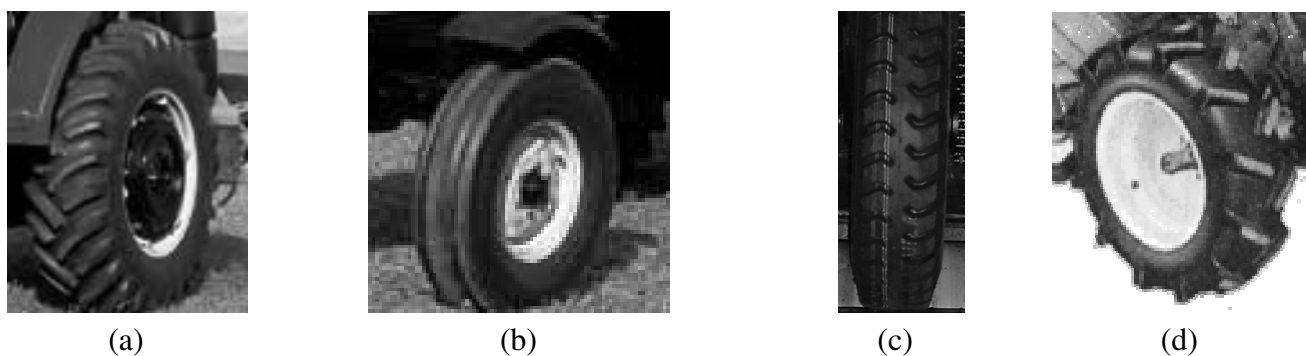


Figura 7. Tipos de pneus: a) Pneus de tração; b) Pneus direcionais; c) Pneus de transporte; d) Pneus para motocultivadores.

De acordo com a carcaça os pneus podem ser classificados em diagonais e radiais. Os pneus diagonais apresentam lonas dispostas diagonalmente ao plano médio da banda de rodagem; as camadas se cruzam em ângulos menores que 90°, o que favorece a rigidez dos flancos e da banda de rodagem.

Os pneus radiais apresentam lonas dispostas de talão a talão, em ângulos de 90° com o plano médio da banda de rodagem, permitindo que os flancos e banda de rodagem sejam mais flexíveis. Os pneus radiais possuem as seguintes vantagens em relação aos diagonais:

- *Aumento do coeficiente de tração;*

- *Superfície de contato 15 a 20% superior (diagonal de mesma medida);*
- *Diminuição da resistência ao rolamento;*
- *Flancos mais flexíveis ⇒ banda de rodagem se molda às irregularidades do solo;*
- *Possibilidade de emprego de pressões menores para uma mesma carga.*

Na Tabela 1 encontra-se a classificação dos pneus agrícolas mais utilizados no Brasil.

Tabela 1. Tipos de pneus agrícolas mais difundidos no Brasil, de acordo com a sua aplicação.

Classificação	Símbolo	Características
Tração	R-1	Pneus para rodas motrizes de tratores e colhedoras. Indicados para trabalhos em <u>solos com boas características de tração</u> . São os mais utilizados.
Tração	R-2	Pneus para rodas motrizes de tratores e colhedoras. Indicados para <u>solos inconsistentes, moles e excessivamente úmidos</u> . Largamente utilizados em trabalhos em lavouras de arroz irrigado.
Tração	R-4	Pneus para rodas motrizes de tratores industriais e outras máquinas para movimentação de terra e florestais.
Direcional	F-1	Pneus para eixos direcionais não tracionados de tratores e colhedoras. Apresenta <u>um ressalto (raia)</u> ao longo de seu plano médio.
Direcional	F-2	Pneus para eixos direcionais não tracionados de tratores e colhedoras. Apresenta <u>duas ou três raias</u> ao longo de seu plano médio.
Direcional	F-3	Pneus para eixos direcionais não tracionados de tratores e colhedoras. <u>Multiraiados</u> .
Transporte	I-1	Pneus para uso em implementos e carretas.
Tração/ Motocultivadores	G-1	Pneus especialmente desenvolvidos para rodas motrizes de motocultivadores e microtratores. O desenho de sua banda de rodagem se assemelha ao dos pneus R-1.

A seguir são apresentados dois exemplos de como identificar as dimensões dos pneus agrícolas:

- **Dimensões em polegadas:**

↳ *Ex.: Pneu 18.4 R 30 R-1*

- 18.4: largura do pneu em polegadas.
- R: quando existir, indica carcaça radial. Para carcaça diagonal é omitido.
- 30: diâmetro interno do pneu em polegadas.
- R-1: classificação de uso do pneu (Tabela 1).

- **Sistema métrico:**

↳ *Ex.: Pneu 650/65 R38 8PR*

- 650: largura do pneu em mm.
- 65: relação de forma (altura = 65% da largura).
- R: indica construção radial da carcaça.
- 38: diâmetro interno do pneu em polegadas.
- 8PR: capacidade de carga do pneu (Ply Rating) - 8 lonas nesse caso.

Uma boa utilização dos pneus pode aumentar a sua vida útil. Para que isto aconteça, alguns cuidados tornam-se necessários:

- *Utilizar e manter a pressão de insuflagem recomendada;*
- *Utilizar ferramentas adequadas;*
- *Não exceder a capacidade de carga do pneu (excesso de lastros)*
- *Não trafegar a mais de 30 km.h⁻¹;*
- *Não exceder o volume máximo de lastro líquido.*

3 Classificação

Considerando de forma genérica os tratores utilizados no setor primário, pode considerar-se que existem quatro grandes tipos, definidos como:

- *Tratores convencionais;*
- *Tratores de esteiras;*
- *Tratores florestais;*
- *Tratores especiais.*

Existem outras formas de se classificar os tratores, levando-se em consideração o tipo de rodado, a tração, a potência e o tipo de uso (Tabela 2). A seguir serão apresentados de forma mais detalhada, as características dos tratores de acordo com a classificação genérica, que abrange todas as classificações.

Tabela 2. Tipos de classificação dos tratores.

Parâmetro	Classificação	
Tipo de rodado:		Duas rodas
	Tratores de rodas	Três rodas
		Quatro ou mais rodas
	Tratores de semi-esteiras	
	Tratores de esteiras	
Tração:	4x2	
	4x2 TDA	
	4x4	
Potência:	De rabiças	Até 15 cv
	Pequenos	15 a 55 cv
	Médios	55 a 105 cv
	Grandes	Acima de 105 cv
Tipo de uso:	Agrícolas	
	Florestais	

2.5 Tratores Convencionais

Os tratores convencionais são caracterizados por apresentarem dois eixos de sustentação, munidos geralmente de pneumáticos. Destes eixos, quando apenas o traseiro é motriz, os tratores são denominados por tratores de duas rodas motrizes (4x2), e, quando ambos são motrizes, os tratores designam-se por tratores de quatro rodas motrizes (4x4).

2.5.1. Tratores de Duas Rodas Motrizes (2 RM)

Nestes tratores as duas rodas motrizes têm diâmetro bastante superior às rodas dianteiras que tem apenas a função de direção (Figura 8). Podem apresentar tração dianteira auxiliar (TDA) e neste caso, tanto as rodas traseiras quanto as dianteiras apresentam garras, mas o diâmetro das rodas traseiras é maior que o diâmetro das rodas dianteiras (Figura 8).

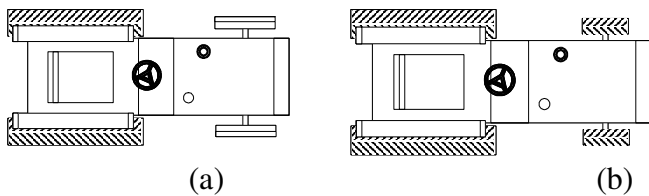


Figura 8. Tratores de quatro rodas: a) 4x2; b) 4x2 TDA.

2.5.2. Tratores de Quatro Rodas Motrizes (4 RM)

Nestes tratores as rodas motrizes podem apresentar o mesmo diâmetro ou as posteriores serem maiores. Quando as rodas 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 eixo dianteiro, podendo, no entanto, todas as rodas serem de direção ou o trator ser articulado (

Figura 9).

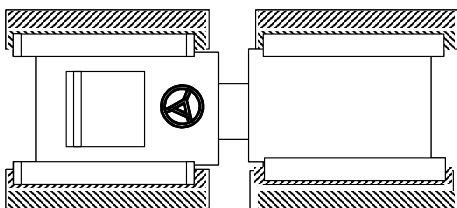


Figura 9. Tratores de quatro rodas motrizes.

As vantagens dos tratores de 4RM em relação aos de duas destacam-se:

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

Como principais desvantagens tem-se:

- preço de aquisição mais elevado;
- maior perda de potência a nível da transmissão, o que faz com que, para dois tratores cujos motores têm as mesmas características, o trator de tração simples tenha mais potência;
- maior raio de giro;
- custos de manutenção e consumo específico mais elevados.

2.6 Tratores de esteiras

Estes tratores possuem como órgãos de propulsão duas sapatas, metálicas ou de borracha, montadas em duas rodas, uma das quais motoras, funcionando a outra como reguladora da tensão da esteira, que se designa por roda guia. Para além das rodas e esteiras, o sistema de locomoção inclui vários roletes, uns inferiores que suportam a massa do trator e outros superiores que sustentam a própria esteira, aliviando assim a pressão sobre as rodas motoras (Figura 10).

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

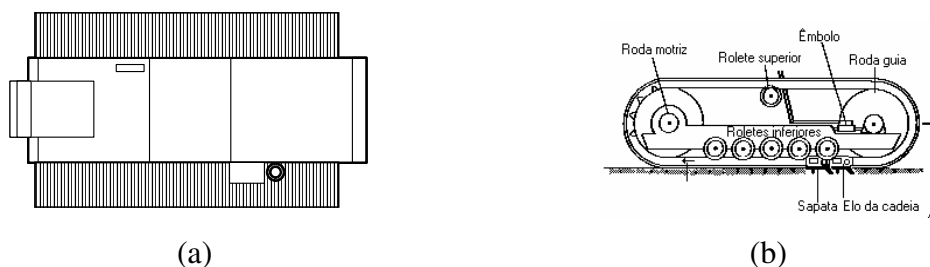


Figura 10. Tratores de esteiras: a) esquema geral; b) representação do sistema de locomoção (Fonte: BP, 1985).

Estes tratores, que são geralmente utilizados em trabalhos pesados de mobilização do solo, quando comparados com os tratores de rodas, têm como principais vantagens 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 giro devido à imobilização de uma das esteiras;*
- *elevada força de tração, que pode ser superior a 80% da sua massa total, e baixa patinagem, devido à grande superfície de contacto rasto - solo;*
- *baixa compactação do solo devido à baixa pressão exercida (0.3 - 0.4 kgf.cm⁻²) 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.*

Como principais desvantagens destacam-se:

- *a impossibilidade de circulação em estradas pelos estragos que as sapatas provocam;*
- *custo de aquisição e encargos com a manutenção bastante altos, especialmente das transmissões e esteiras; atualmente tem-se verificado uma tendência para a diminuição dos custos das esteiras, para aproximá-lo do custo dos pneus.*

2.7 Tratores florestais

Devido às condições de trabalho impostas pelo setor, um trator florestal deve ser uma máquina de grande massa, capaz de transitar em terrenos de grande declive, solos de consistência muito variada e com muitos obstáculos, e desenvolver grande força de tração, necessitando portanto, de grande disponibilidade de potência. Além disso, o trator florestal deve possuir boa aderência, estabilidade e manobrabilidade e oferecer comodidade e segurança para o operador (ergonomia).

Os tratores de esteiras apresentam a maioria destas condições mas, devido aos aspectos econômicos e à sua reduzida polivalência, têm sido substituídos por tratores florestais de quatro rodas motrizes iguais, geralmente articulados.



Figura 11. Tratores florestais: a) de esteiras (“**Feller-buncher**”); b) de rodas (“**Forwarder**”). Fonte: FONTANA, 2005).

2.8 Tratores Especiais

Os tratores especiais são tratores agrícolas projetados e construídos para utilização em determinada atividade, dentre os quais podemos destacar.

- *Tratores de duas rodas*
- *Tratores de três rodas*
- *Tratores cafeeiros.*

2.8.1. Tratores de Duas Rodas

Também chamados de motocultivadores ou tratores de rabiças (Figura 12), são indicados para trabalho em áreas pequenas (até 30 ha), sendo muito utilizados em trabalhos hortícolas.

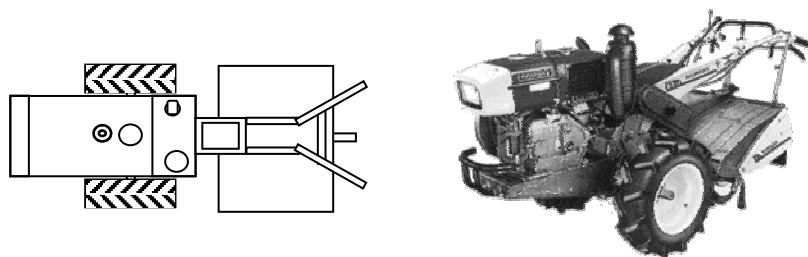


Figura 12. Tratores de duas rodas.

2.8.2. Tratores de Três Rodas

Apresentam eixo traseiro com duas rodas motrizes e eixo dianteiro com uma roda - simples ou dupla (Figura 13). No Brasil estes tratores não são comercializados.

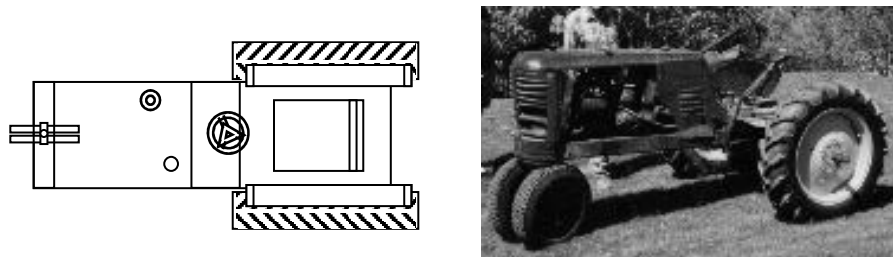


Figura 13. Tratores de três rodas.

4 Órgãos de acoplamento

O trator é a fonte de potência no campo, para seu uso é necessário a união com um equipamento, o conjunto-trator equipamento é unido por meio de acoplamentos. O acoplamento é importante do ponto de vista do desempenho do conjunto.

Os equipamentos podem estar acoplados ao trator pela barra de tração, sistema hidráulico de três pontos, tomada de potência e sistema hidráulico auxiliar. Esses acoplamentos podem ser classificados segundo Hunt (1977) da seguinte forma:

- por apenas um ponto (barra de tração): denominados de equipamentos de arrasto, estes são livres para deslocamentos laterais, flexibilidade para deslocamentos verticais,
- por dois pontos (braços inferiores do sistema hidráulico de três pontos): são os equipamentos semi-montados, o movimento lateral é restringido, livre para o vertical,
- pelos três pontos (sistema hidráulico de três pontos): designados de equipamentos montados, neste tanto os deslocamentos horizontal e vertical são restringidos, e
- acoplados ao sistema hidráulico auxiliar, utiliza-se fluxo de óleo em mangueiras...

A barra de tração localiza-se na parte traseira do trator, pode ser deslocada tanto lateralmente, para permitir que o implemento acompanhe o trator em curvas, quanto longitudinalmente, para permitir o acoplamento da TDP em alguns implementos. Pode-se fazer na barra de tração duas regulagens importantes. Uma delas seria pela alteração da altura do ponto de engate em relação ao solo, que se dá por meio da inversão (giro de 180°) da mesma no suporte, onde se coloca a “boca de jacaré” da barra de tração mais próxima ou mais afastada do solo, como mostrado na Figura 14:

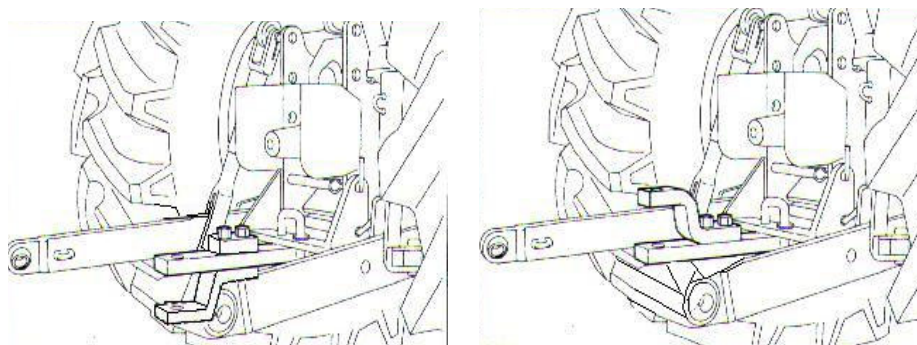


Figura 14. Inversão da barra de tração.

5 Manejo dos tratores

Na utilização de um trator agrícola existe uma série de recomendações técnicas, das quais resultam em maior rendimento, economia e facilidade de operação. Assim, antes de colocar o trator em funcionamento, deve-se ler atentamente o manual de operação e tenha-o sempre a mão para consulta.

Nos tratores utilizam-se vários símbolos internacionais, que tem estão representados na Figura 15.



Figura 15. Símbolos internacionais. Fonte: New Holland.

O acesso ao posto de comando é realizado sempre pelo estribo lateral esquerdo, este deve estar sempre livre. Para começar a operar o trator primeiramente familiarizar-se com os comandos, o trator quando operado incorretamente pode tornar-se perigoso ao próprio operador ou as pessoas próximas. Antes de acionar o motor é importante o ajuste da distância do banco, este deve ficar a uma distância compatível com o tamanho do operador.

Nos tratores pode-se ter estrutura contra capotagem, com quatro pontos de apoio, ou apenas um

arco de segurança (Santo Antonio), nesses dois casos, deve-se utilizar o cinto de segurança. Para tratores que não possuem essa estrutura, não utilizar o cinto de segurança.

Ao acionar a partida do motor ter a certeza de que o freio de estacionamento esteja aplicado, que os comandos da tomada de potência, alavancas de marchas e do controle remoto estejam na posição neutra. Para facilitar a partida do motor é necessário acionar o pedal da embreagem, este interrompe o movimento do motor com o restante da transmissão, aliviando assim a partida. Sempre que deixar o trator, deve-se desligar o motor e aplicar o freio de estacionamento.

Os tratores possuem dois pedais de freio, que podem ser acionados independentemente, que podem auxiliar em manobras em espaços reduzidos, ou simultaneamente. Tomar o cuidado de manter os pedais unidos quando utilizar o trator em estradas. Existem também dois aceleradores, um com alavanca manual que deve ser utilizado nas operações agrícolas, visto que essas exigem rotação constante, e um pedal, que é recomendado para as manobras e na estrada. Tomar o cuidado de quando utilizar o pedal do acelerador manter a alavanca manual na posição neutra. O pedal da embreagem serve para interromper a potência do motor e a transmissão e transferir essa potência suavemente a transmissão para a movimentação do trator, também, deve ser utilizado para mudança de marchas (velocidades). Evitar “descansar” o pé no pedal da embreagem, pois provoca desgaste prematuro da mesma.

O bloqueio do diferencial deve ser acionado quando ocorre patinagem, para tanto diminuir a rotação do motor antes do acionamento, também não acionar o mesmo em velocidades altas ou em curvas.

Quando desejar trabalhar com equipamentos acoplados ao trator, deve-se também observar todas as recomendações do manual de instruções do mesmo.

6 Mecanização Agrícola

Normalmente os agricultores preocupam-se com o custo horário das máquinas e implementos agrícolas, não levando em consideração o custo operacional, ou seja, o dinheiro gasto por área trabalhada. Melhorando-se algumas condições operacionais, tais como, velocidade de deslocamento do conjunto trator-equipamento, largura de trabalho, rotação do motor, eficiência de trabalho, entre outras, os custos operacionais, com certeza, diminuem.

A capacidade de campo teórica (CCT) é a relação entre área trabalhada e tempo, normalmente medida em hectares por hora. A largura de trabalho é definida pelas dimensões dos órgãos ativos do

equipamento, mais especificamente da largura de corte e da velocidade de deslocamento.

A capacidade de campo efetiva (CCE) é a relação entre o tempo em que a operação é realizada, sem levar em conta tempos de interrupção, ou seja, é a capacidade efetivamente demonstrada pela máquina no campo, pode ser expressa pela equação 1.

$$CCE = \frac{\text{Área trabalhada}}{\text{Tempo efetivo}} \quad (1)$$

A área trabalhada deve ser medida sobre as passadas executadas pela máquina no campo e o tempo cronometrado durante a realização efetiva da operação. A diferença entre a CCE e a CCT, é que a primeira leva em consideração as sobreposições de passadas adjacentes e a velocidade real de deslocamento, assim sendo, a CCE quase sempre resulta menor que a CCT, sendo no máximo igual.

A capacidade de campo operacional (CCO) representa a capacidade do equipamento no campo, na qual incluem o tempo todo da jornada diária de trabalho, ou seja, tempo para preparo da máquina, tempo de operação, manobras, paradas e outros, é representada pela equação 2.

$$CCO = \frac{\text{Área trabalhada}}{\text{Tempo total no campo}} \quad (2)$$

Pode-se também, caracterizar a CCO pela equação 3.

$$CCO = \frac{L.v.Ef}{10} \quad (3)$$

Em que,

V = velocidade média de deslocamento (km.h⁻¹),

L = largura média de trabalho (m),

Ef = eficiência de campo (%) e

10 = fator de conversão para ha.h⁻¹

A eficiência de campo, expressa em porcentagem, é a relação entre a capacidade de campo efetiva (CCE) e a capacidade de campo operacional (CCO). O maior valor da eficiência de campo, demonstra menor tempo com interrupções e maior tempo o conjunto efetivamente trabalhando, portanto mais barato o custo operacional. Na Tabela 1 são apresentados alguns valores de eficiência de campo.

Tabela 1. Valores de eficiência de campo de algumas operações agrícolas.

Operação	Limites de Eficiência (%)	Eficiência média (%)
Aração	0,75 – 0,90	0,80
Gradagem/subsolagem	0,70 – 0,90	0,80
Semeadura	0,65 – 0,85	0,75
Colheita de forragens	0,50 – 0,75	0,60
Colheita de grãos	0,60 – 0,80	0,70

Fonte: Adaptado de Balastreire (1987) e Ripoli et al (2005).

7 Referências

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

FONTANA, G. **Avaliação ergonômica do projeto interno de cabines de forwarders e skidders**.

Dissertação (Mestrado em Agronomia: Máquinas Agrícolas). ESALQ/USAP, PIRACICABA, 2005. 80 p.

HUNT, D.R. **Farm power and machinery management: laboratory manual and work book**. 7ed.

Ames: Yowa State University Press, 1977, 365p.