

UNIVERSIDADE DE ÉVORA
ESCOLA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA RURAL



MECANIZAÇÃO E VITICULTURA DE PRECISÃO

TRACTOR EM VITICULTURA - ANÁLISE DE ASPECTOS DE
OPERACIONALIDADE

(Apontamentos para uso dos Alunos)

JOSÉ OLIVEIRA PEÇA

ÉVORA

2018

INDICE

Resumo	3
1. Tractor agrícola na viticultura	4
1.1. Tipo convencional	4
1.2. Tipo vinhateiro/pomareiro, com 4 rodas iguais.....	5
1.3. Tractor de lagartas	6
1.3. Cabine de segurança	7
2. Análise estática de aspectos de segurança.....	9
2.1. Operação em declives longitudinais	11
2.2. Operação em declives transversias	15
3. Pneus.....	20
3.1 Construção.....	20
3.2. Dimensões dos pneus	21
3.2.1. Pneus de tracção de construção radial	21
3.2.2. Pneus de tracção de construção diagonal	22
3.3. Substituição de pneus	22
3.4. Pressão de enchimento	24
4. Definição de bitola.....	25
4.1. Alteração da bitola em eixos de rodas motoras	26
4.1.1. Jante formada por componentes aparafusados	26
4.1.2. Jantes P.A.V.T. - Power Adjustable Variable Track.....	27
Bibliografia.....	29

Resumo

Este trabalho destina-se a apoiar a aprendizagem de estudantes do ramo das ciências agrárias sobre aspectos relevantes à operacionalidade das máquinas agrícolas.

É feita a apresentação dos principais tipos de tractores utilizados em viticultura. Com o auxílio das equações de equilíbrio estático é feita a análise da carga sobre os eixos de tractores com alfaias montadas com vista a salvaguardar a estabilidade em declives longitudinais e laterais.

O pneu agrícola, sendo o último órgão na cadeia de tracção, tem de cumprir a função de distribuir no solo a carga nos eixos de forma a minorar a compactação. Finalmente é, na maioria dos casos a suspensão do tractor e, simultaneamente, um fusível na transmissão da potência do motor às rodas. A sua parcela nos custos de utilização do tractor justificaria por si só a atenção que deve ser dada a este componente.

A bitola que pode ser alterada para adaptar o tractor à cultura, pode ser, igualmente a maneira de mitigar os acidentes em declives laterais. Serão abordados os métodos mais usuais de alteração da bitola.

Os temas são apresentados numa perspectiva do utilizador e não do projectista ou do mecânico.

Este trabalho serve de apoio a alunos no contexto da unidade curricular de *Mecanização e Viticultura de Precisão*, obrigatória do Mestrado em Viticultura e Azeite.

1. Tractor agrícola na viticultura

1.1. Tipo convencional

Os tractores convencionais são, normalmente, modelos de 4 rodas motoras e com potências motoras de 60 a 100hp

De acordo com a distância entrelinha presente na vinha é possível encontrar na actividade vitícola o tractor *vinhateiro* e o tractor *fruteiro* ou *pomareiro*.

Os tractor *vinhateiro* requer entrelinhas superiores a 1.8m:



Entrelinha > 1.8m

Os construtores identificam normalmente o modelo do tractor *vinhateiro* recorrendo à inclusão da letra **V**.



O tractor *fruteiro* ou *pomareiro* requer entrelinhas superiores a 2.2m:



Os construtores identificam normalmente o modelo do tractor *pomareiro* ou tractor *fruteiro* recorrendo à inclusão, respectivamente, das letras **P** e **F**



1.2. Tipo vinhateiro/pomareiro, com 4 rodas iguais

Na mesma gama de potência que os tractores convencionais existem alguns construtores que apresentam tractores especializados para pomares. Estes tractores para serem baixos apresentam pneus de dimensão igual ou semelhante nos 2 eixos. Podem ser rígidos ou articulados e invariavelmente de 4 rodas motoras.



Rígido

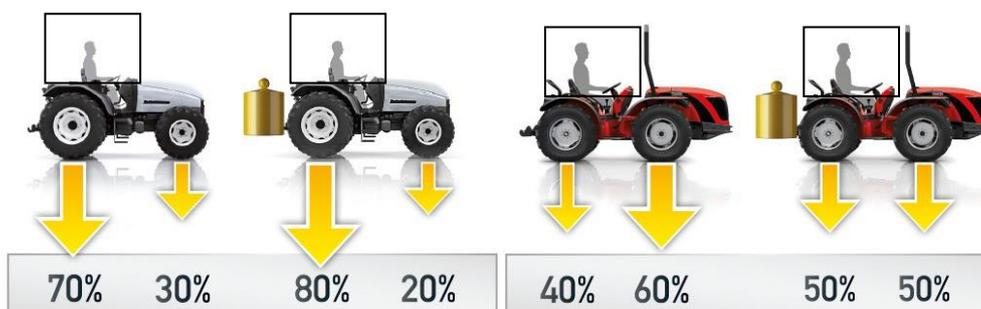


Articulado

O posicionamento baixo do seu centro de gravidade e uma distribuição de cargas nos eixos mais uniforme, são qualidades relevantes em terrenos declivosos.

Convencional

Baixo de 4 rodas iguais



1.3. Tractor de lagartas

Na gama de potência de 75 a 100hp existem alguns construtores que apresentam tractores especializados para vinhas e pomares. Estes tractores têm lagartas que podem ser metálicas ou de borracha e, por terem o centro de gravidade muito baixo, têm grande estabilidade, sendo, muitas vezes a melhor opção para locais declivosos.



Lagartas metálicas



Lagartas de borracha



1.3. Cabine de segurança

Equipamento cuja aptidão para a protecção do operador pode diferir consideravelmente, como se pode constatar na tabela seguinte

Protecção contra		Classe da cabina	Exigências mínimas	
Poeiras	Sim		4	Débito de renovação de ar
Aerosoles	Sim	Pressurização		20Pa
Vapores	Sim	Manómetro		Obrigatório
Poeiras	Sim	3	Débito de renovação de ar	30m ³ /h
Aerosoles	Sim		Pressurização	20Pa
Vapores	Não		Manómetro	Obrigatório
Poeiras	Sim	2	Débito de renovação de ar	30m ³ /h
Aerosoles	Não		Pressurização	20Pa
Vapores	Não		Manómetro	Facultativo
Poeiras	Não	1	Débito de renovação de ar	Não exigido
Aerosoles	Não		Pressurização	Não exigido
Vapores	Não		Manómetro	Não exigido

Por este motivo há que ser verificado no acto de aquisição a categoria da cabina.

Os 3 tractores apresentados na figura seguinte têm cabinas de categorias diferentes, que vão de 1 a 4 ...



Os construtores apresentam cabinas cuja concepção se adapta à especialização destes tractores:

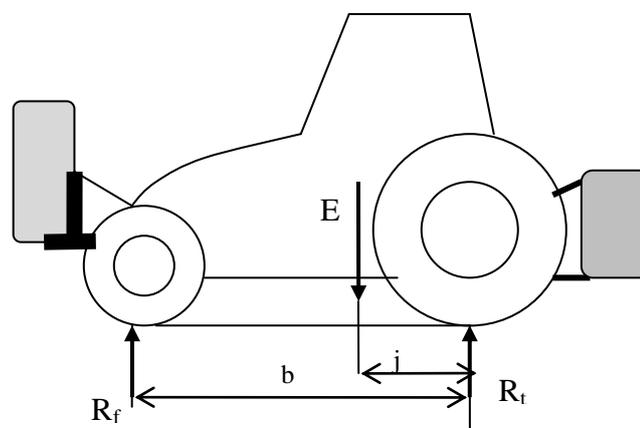


A garantia da protecção de uma cabine passa por ser cumprida a sua manutenção. No Manual de Operador do Trator estará indicada a periodicidade com que o filtro da cabine deverá ser substituído.



2. Análise estática de aspectos de segurança

A figura seguinte mostra um tractor com uma podadora. As barras de corte estão montadas na frente do tractor. Na traseira está montada a fonte de potência hidráulica que actua o equipamento. Este exemplo retrata a situação mais completa em que o tractor tem equipamento montado na frente e na traseira.



A Força E é a resultante do sistema de forças formado por todas as cargas estáticas aplicadas, nomeadamente: o peso próprio da parte da alfaia montada na frente; o peso próprio da parte da alfaia montada na traseira; o peso próprio do tractor (tara).

R_f - Reacção no eixo frontal do veículo (daN);

R_t - Reacção no eixo traseiro do veículo (daN);

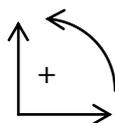
j - Distância de E ao eixo traseiro (m);

b - Distância entre-eixos (m);

Note que as distâncias são sempre medidas perpendicularmente às forças.

A resolução do sistema de forças da figura acima, através das leis do equilíbrio estático, conduzirá

Admitamos a convenção:



Equilíbrio de forças:

$$- E + R_f + R_t = 0$$

Equilíbrio de momentos

$$- R_f \times b + E \times j = 0$$

Resolvendo em ordem a R_f e R_t obtemos:

$$R_f = \frac{E \times j}{b}$$

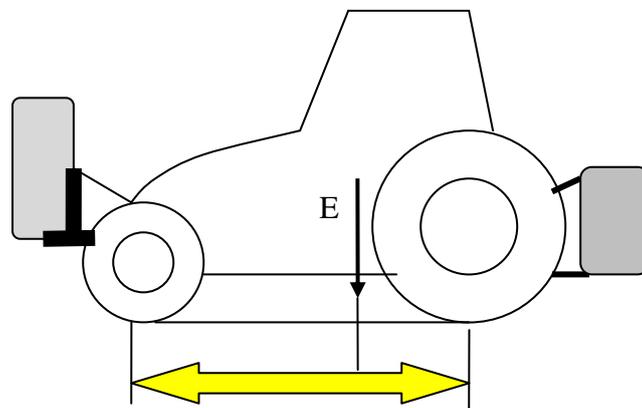
$$R_t = \frac{E \times (b - j)}{b}$$

As seguintes observações podem ser tiradas, as quais são estritamente válidas nas condições estáticas do conjunto tractor alfaia, isto é o conjunto ou está parado ou encontra-se em deslocamento rectilíneo com velocidade constante (movimento rectilíneo e uniforme).

À medida que R_f se aproxima de zero o tractor torna-se instável, uma vez que começa a haver o perigo do eixo frontal perder o contacto com o solo. Tal acontece quando j tender para zero, isto é, a força resultante E se aproximar do eixo traseiro do tractor.

De outro modo, à medida que R_t se aproxima de zero o tractor torna-se igualmente instável, uma vez que começa a haver o perigo do eixo traseiro perder o contacto com o solo. Tal acontece quando j tender para b , isto é, a força resultante E se aproximar do eixo dianteiro do tractor.

Podemos então afirmar que nas condições de equilíbrio estático, a estabilidade requer que a linha de acção da força E (resultante de todas as cargas estáticas aplicadas no tractor) tenha de passar entre os rodados do tractor (base de sustentação).

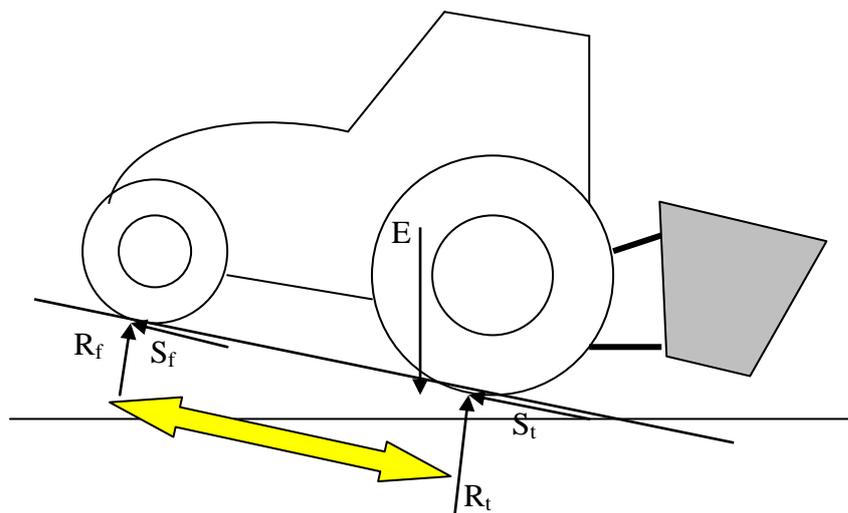


2.1. Operação em declives longitudinais

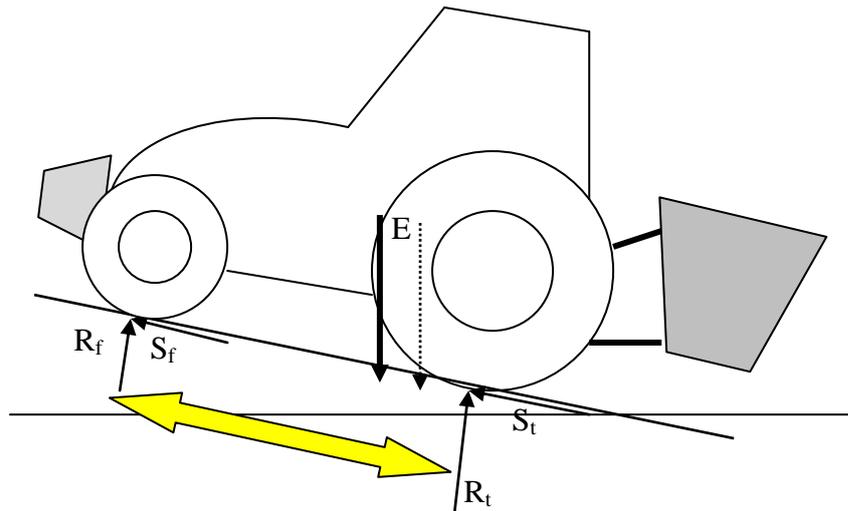
São muitas as situações em que o operador do conjunto tractor e alfaia se expõe ao risco de instabilidade em declives.



Reparar que na situação em que um tractor sobe um declive com uma carga colocada na traseira, a linha de acção da força E (resultante de todas as cargas estáticas aplicadas) tem mais probabilidade de passar fora da base de sustentação do tractor, provocando instabilidade.



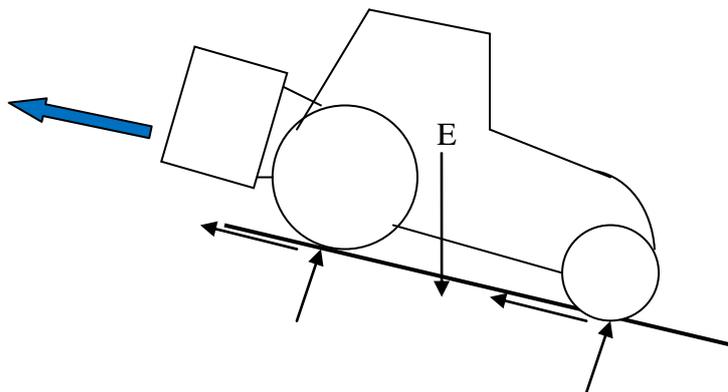
O recurso a lastragem frontal permite mitigar esta situação, reposicionando a força E :



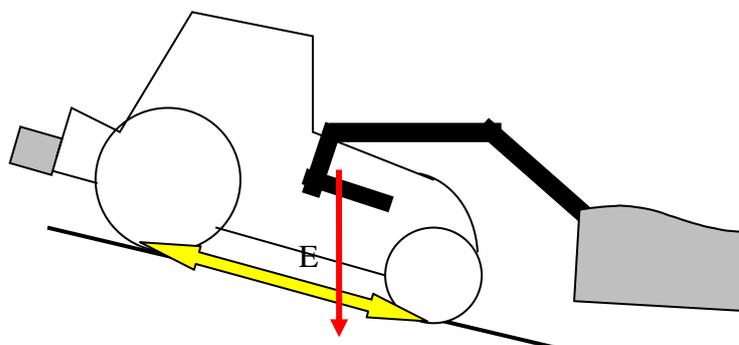
Como se mostra na figura seguinte, equipamentos que se repartem pela frente e pela traseira do tractor são uma boa opção sob o ponto de vista de estabilidade:



Numa situação de manobra de subida em grande declive, pode sempre recorrer-se a progredir em marcha-atrás.

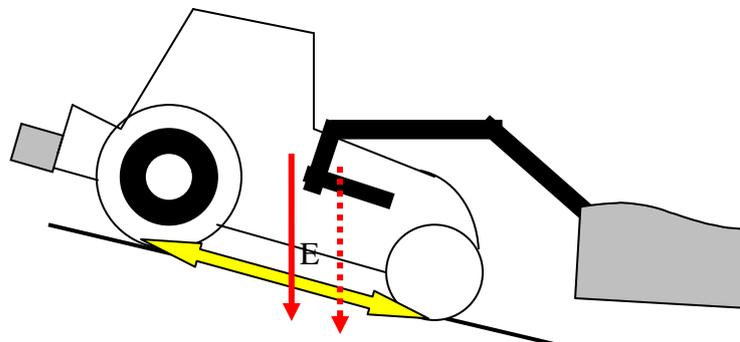


Com a carga na frente, passam a ser as manobras a descer que podem causar instabilidade. O tractor da figura seguinte, equipado com caixa de recolha de azeitona, por erro de delineamento da operação de colheita, teve de efectuar a sua operação sempre a descer.



No ano seguinte, o delineamento foi corrigido e o trator passou a operar a subir o declive!

O recurso a lastragem traseira permite mitigar esta situação, reposicionando a força E:

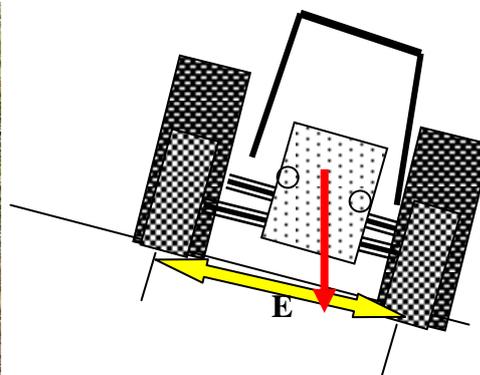


Pode recorrer-se a pesos (discos) aparafusados nas jantes das rodas traseiras.

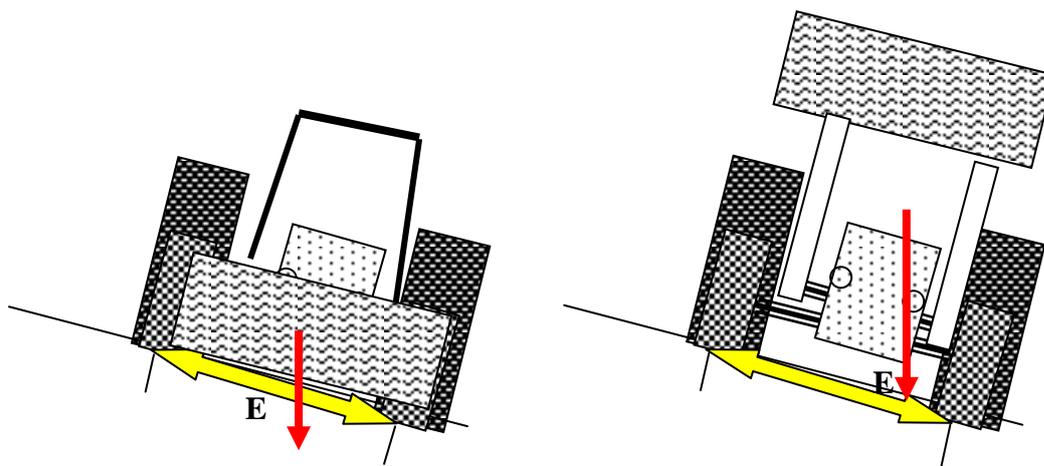


2.2. Operação em declives transversais

Há que ter em consideração que a base de sustentação do trator é menor quando se encontra lateralmente ao declive.



Por esta razão é sempre prudente transportar a carga de equipamento de manuseamento (carregadores frontais ou traseiros) **o mais próximo do solo possível**.



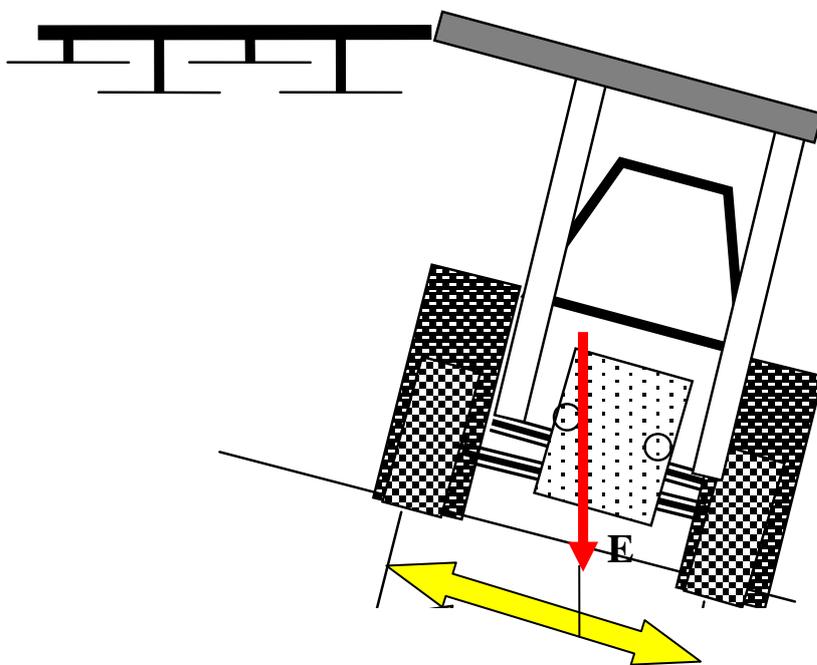
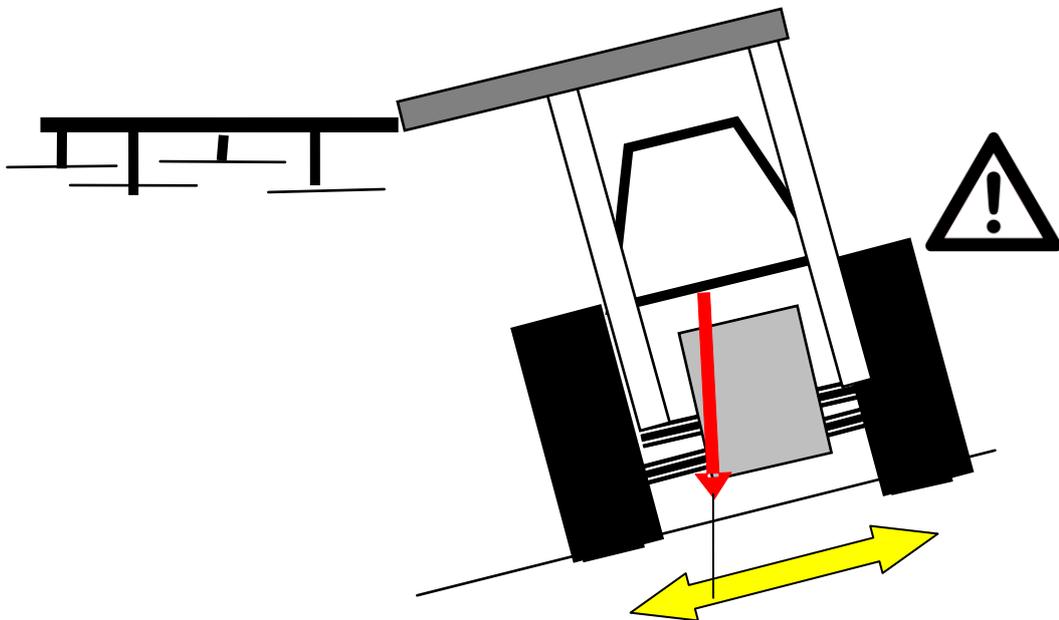
É visível, na situação da direita, que a linha de acção da força E (resultante de todas as cargas estáticas aplicadas) tem mais probabilidade de passar fora da base de sustentação do tractor, provocando instabilidade.

Lateralmente ao declive, cargas excêntricas ao tractor têm que ser geridas sensatamente.

A máquina de podar de discos é um exemplo de equipamento que impõe elevado risco de instabilidade lateral:



A operação deste equipamento deve estar reservada a pomares implantados em terrenos planos ou com pouca inclinação lateral e, neste caso, operando sempre com a barra de corte no lado de cima da encosta



Repare-se que, para compensar a excentricidade da barra de corte, o depósito de óleo da máquina está colocado na traseira e no lado contrário.



Nos tractores específicos para culturas como a vinha (tractor vinhateiro) as bitolas são mais estreitas do que no tractor convencional de uso geral. Há que ter atenção à sua estabilidade lateral em declives, especialmente com cargas excêntricas.



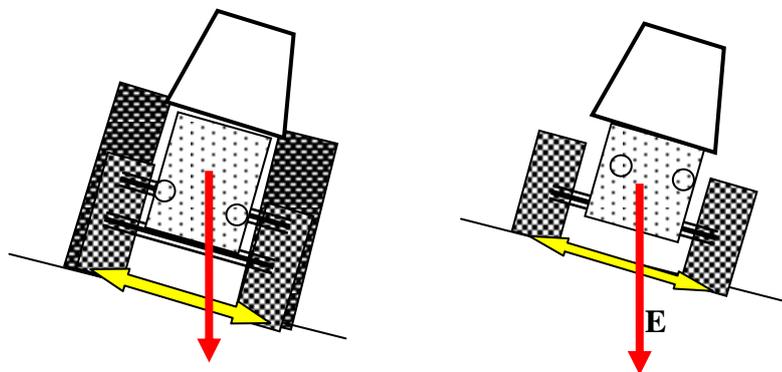
Tractores e Equipamentos Automotrizes (2012/13) – visita de estudo ao Entreposto Máquinas – Setúbal, 2012.

A bitola dos tractores agrícolas pode ser alterada dentro de certos limites, pelo que pode ser um modo de aumentar a estabilidade lateral.

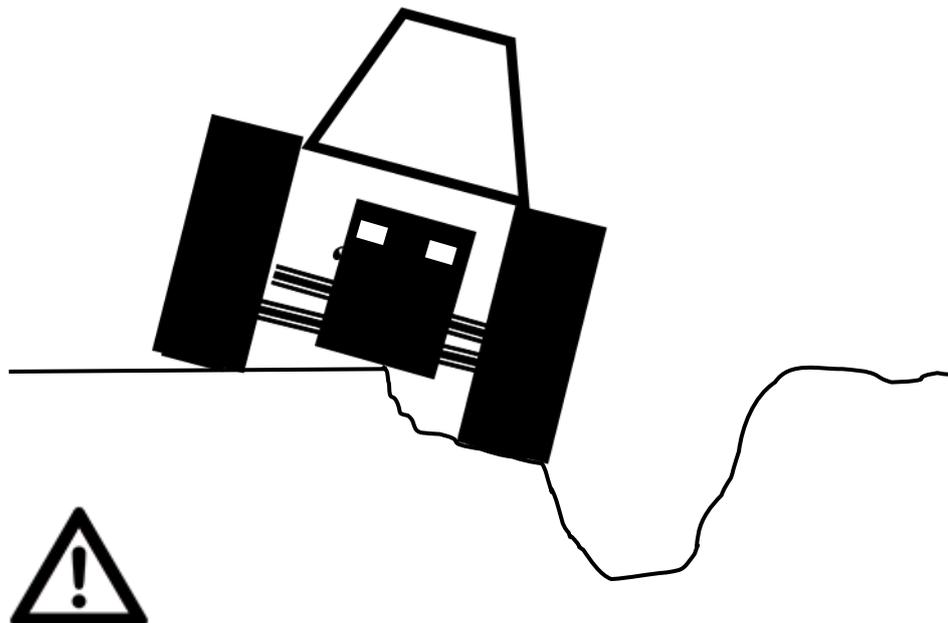
Existem igualmente tractores não convencionais para trabalhos em vinhas e pomares (imagem seguinte à direita):



A localização do centro de gravidade destes tractores mais próximo do solo, permite-lhes maior estabilidade, como se pode observar no esquema seguinte

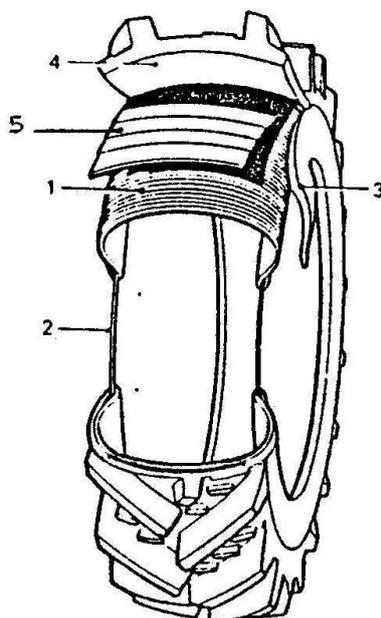


Muita vezes esquecido é o facto de nem sempre se se “poder contar” com uma base de sustentação firme. Tantas vezes ignora-se que a base onde se apoia o equipamento pode deformar-se sob acção das cargas.



3. Pneus

3.1 Construção



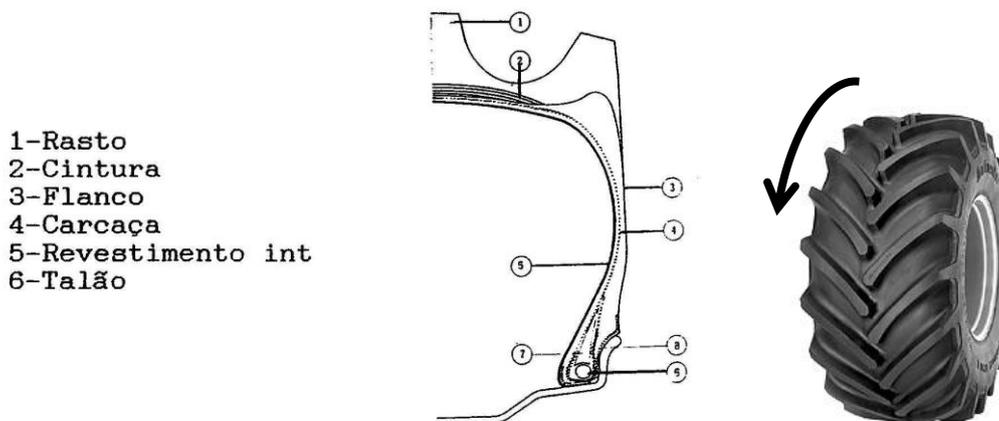
1 - Carcaça; 2 - Talão; 3 - Flanco; 4 - Rasto; 5 - Cintura

A figura anterior mostra as partes constituintes de um pneu agrícola. A carcaça é um tecido feito pelo enrolamento de fios de *nylon* ou de aço

A **carcaça** está coberta na periferia do pneu pelo **rasto** e nos lados pelos **flancos**. O flanco termina no **talão**, onde se dá o contacto do pneu com a **jante** onde é montado. O talão tem no seu interior fios de aço que lhe confere rigidez e em volta do qual se enrolam os fios da carcaça.

Nos pneus de construção radial existem ainda as cinturas colocadas por cima da carcaça, as quais conferem rigidez ao rasto, proporcionando maior resistência ao choque.

O espaço interior do pneu está revestido de borracha impermeável ao ar (pneu Tubless), já que este espaço se destina a ser ocupado com ar comprimido.



Para que o rasto do pneu de tracção cumpra correctamente a sua função há que respeitar a posição de montagem do pneu.

3.2. Dimensões dos pneus

3.2.1. Pneus de tracção de construção radial

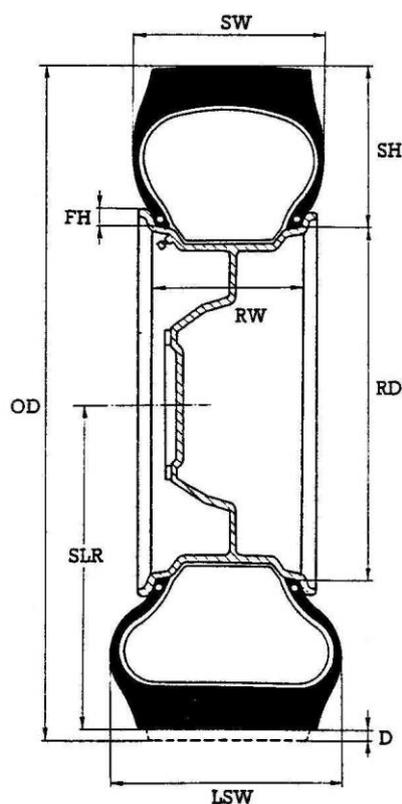


<http://winntyres.co.uk/loadspeed.htm>

http://www.tyreteam.co.nz/tr-tyretech.html#Tractor_Tyre_Marking

A figura anterior mostra exemplos de marcações nos flancos dos pneus deste tipo:

- O primeiro número, que pode vir indicado em polegadas (exemplo: 18.4") ou em milímetros (exemplo: 420mm), é a largura entre flancos, SW na figura seguinte;
- A letra **R** significa que o pneu é de construção radial;
- O número apresentado a seguir ao R é, sempre em polegadas, o diâmetro exterior da jante onde o pneu é montado, RD na figura seguinte;

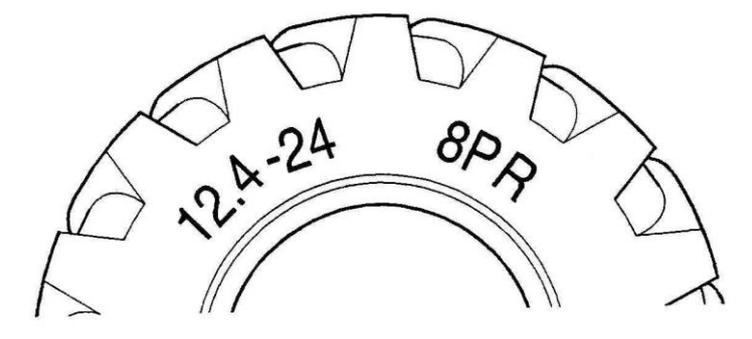


A altura do flanco do pneu (SH) é, habitualmente 80 a 85% da largura entre flancos (SW). Existem pneus, denominados pneus de perfil baixo, em que o valor é mais baixo,

como por exemplo 75%, 70%, 65% ou mesmo 60%. Nas marcações dos pneus pode vir incluído o valor da percentagem, logo a seguir à largura entre flancos e separada desta por uma barra (exemplo 420/85)

Para além das marcações anteriores que têm a ver com a geometria do pneu, existem outras marcações que têm a ver com a sua capacidade de suportar carga e velocidade. Estas marcações são o índice de carga e o símbolo de velocidade (exemplo 142 A8) que representam, em código, os aspectos anteriormente referidos.

3.2.2. Pneus de tracção de construção diagonal



A construção diagonal, já se não se usa em pneus de tracção. Contudo poderá aparecer em tractores mais antigos. A figura anterior mostra exemplos de marcações nos flancos dos pneus deste tipo.

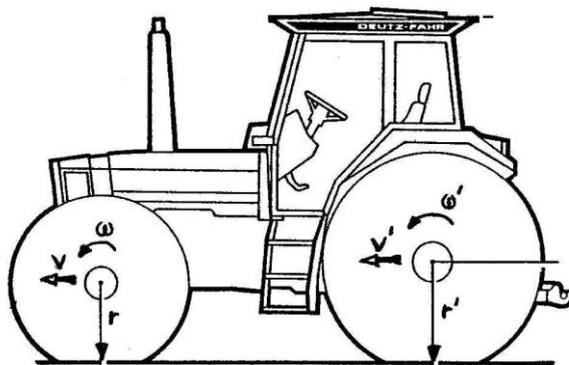
- O primeiro número, sempre em polegadas (exemplo: 12.4") é a largura entre flancos;
- O número seguinte, sempre em polegadas (exemplo: 24"), é o diâmetro exterior da jante onde o pneu é montado.

Para além das marcações anteriores, que têm a ver com a geometria do pneu, existe uma marcação, conhecida pelas iniciais PR (de *Ply Rating*), acompanhadas por um número (exemplo: 8PR). Esta marcação, de forma codificada, tem a ver com a robustez do pneu.

3.3. Substituição de pneus

Na substituição de pneus num tractor agrícola tem que se respeitar os dados indicados na marcação, quer respeitante à geometria, quer respeitante à robustez, ficando ao critério do agricultor a marca e modelo do pneu.

Num tractor de 4RM o diâmetro total dos pneus frontais está relacionado com o diâmetro total dos pneus traseiros.



$$v = \omega \times r \quad v' = \omega' \times r'$$

Uma vez que $v = v'$, então: $\frac{\omega}{\omega'} = \frac{r'}{r} = \text{const.}$

Dado que $\frac{\omega}{\omega'}$ é uma relação fixa em cada tractor, imposta pela relação de transmissão existente nos diferentes órgãos da transmissão, então $\frac{r'}{r}$ é igualmente constante em cada tractor de 4RM.

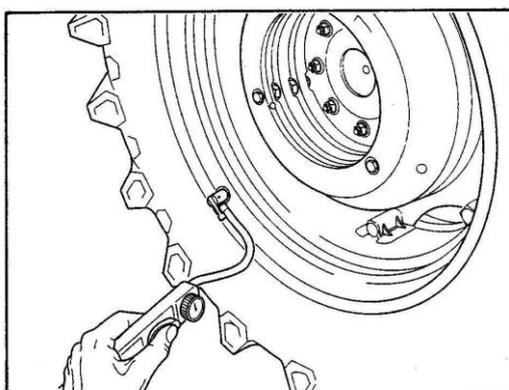
Dito de outro modo, num tractor de 4RM, as medidas dos pneus do eixo frontal e as medidas dos pneus do eixo traseiro obedecem a uma relação.

É por este facto que os MANUAIS DE OPERADOR indicam as combinações de medidas de pneus que podem ser adoptadas pelo tractor. Um exemplo está ilustrado na tabela seguinte:

Tractor Deutz-Fahr Agrofarm									
	Pneu traseiro								
Pneu Diant.	540/65R 34	420/85R 34	480/70R 34	340/85R 38	460/85R 34	480/70R 38	420/85R 38	540/65R 38	520/70R 34
480/65R 24									
380/85R 24									
420/70R 24									
320/85R 28									
380/70R 28									
340/85R 28									
420/85R 24									
440/65R 28									
480/70R 24									

Nas diferentes combinações possíveis indicadas na tabela anterior, a relação (r'/r) é praticamente constante.

3.4. Pressão de enchimento



Para cada dimensão de pneu, a pressão adequada de enchimento depende da carga vertical a que o pneu está sujeito e da velocidade a que o pneu se desloca.

Tabelas reunindo esta informação podem ser fornecidas pelos representantes de marcas de pneus. O MANUAL DE OPERADOR do tractor, habitualmente, não faz menção da pressão de enchimento dos pneus com o pormenor das referidas tabelas, limitando-se a apresentar um valor de pressão para utilização geral, sem particularizar a adequação da pressão em função da carga ou da velocidade.

DIMENSIONS Indice de charge/Symbole vitesse (Pneu standard équivalent)	CONTENANCE EN LITRES D'EAU A 75 %	VITESSE en km/h							
		PRESSIONS (bar) & CHARGE MAXI (kg) PAR PNEU Tenir compte de la charge et du type de travail à réaliser pour ajuster les pressions*							
		0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	2,1
480/70 R 30 ★ TL 141 A8/138 B (16.9 R 30)▲	298	10			2530	2760	2990	3220	3800
		30	1280	1810	2000	2200	2400	2590	2790
		40		1680	1860	2040	2220	2400	2580
		50			1710	1870	2040	2200	2360

A tabela anterior, adaptada de um catálogo de um fabricante de pneus, mostra que se um pneu da medida 480/70 R 30 tiver que suportar a carga vertical de cerca de 2200daN, então, em trabalho de campo (até 10km/h), a pressão mínima recomendada é de 1.0bar, à qual este pneu ainda poderia suportar até 2530daN de carga.

Em transporte por estrada (até 30km/h) esta mesma carga poderia ser transportada sem qualquer alteração de pressão.

Em transporte prolongado em estrada a 40km/h, então a pressão deveria ser aumentada para 1.2bar ou, caso seja possível, retirar cerca de 200daN da carga vertical sobre o pneu.

Recentes desenvolvimentos da indústria dos pneus agrícolas, estão a trazer para o mercado pneus cuja pressão de enchimento, sob carga máxima, na estrada (40km/h), é de tal forma baixa (da ordem de 1bar), que evita qualquer correcção de pressão da passagem da estrada para a utilização no campo, ou vice-versa. São exemplo a gama Xeobib da Michelin.

Notar na tabela anterior que em trabalho de campo (10km/h) não se recomenda pressão inferior a 1bar. Tal deve-se ao facto de em trabalho de campo ser necessário exercer tracção (por vezes elevada, como em trabalhos de mobilização de solo) o que poderia provocar o deslizamento do talão do pneu no aro da jante, em condições de fraca pressão de enchimento.

A tabela seguinte mostra, de um determinado construtor de pneus; a oferta para as medidas dos pneus traseiros do tractor Deutz-Farh Agrofarm:

Pneus Kleber

Medida	540/65R 34	420/85R 34	480/70 R 34	340/85R 38	460/85R 34	480/70 R 38	420/85R 38	540/65R 38	520/70R 34
Modelo	Super 11L	Traker	Super 9L/Fitker	Traker	Traker	Super 9L/Fitker	Traker	Super 11L	Super 9L
Raio (mm)	718	718	720	717	745	770	756	764	757
Pressão mínima (bar)	0.6	0.6	1/0.8	0.6	0.6	1/0.8	0.6	0.6	1
Correspondente carga a 10km/h	2090	2270	2670/ 2550	1760	2630	2860/ 2720	2390	2210	3060

Saliente-se que o modelo Super 11L e sobretudo o Traker podem suportar cargas a pressões de 0.6bar, garantia de menor compactação do solo. Note-se a influência do modelo e portanto da sua construção: o modelo Traker 420/85R34, sendo de igual diâmetro que o Super 11L 540/65R34, suporta mais carga à pressão mínima, não obstante de ser mais estreito. Portanto as dimensões externas dos pneus (diâmetro e largura) podem não ter uma correspondência directa com a sua capacidade de carga com a pressão. Depende da construção de cada modelo, sendo que esta também se reflectirá no preço.

O agricultor não tem muita flexibilidade na escolha dos pneus, exceptuando o caso das grandes explorações cujo volume de aquisição de tractores e conseqüentemente de pneus lhe permitirá uma base negocial mais favorável.

Contudo a relação (r'/r) terá sempre de ser respeitada, pelo que é aconselhável pedir conselho ao fornecedor de pneus sobre qual o modelo e medida a usar, **bem como informar o representante da marca do tractor sobre a intenção de alterar os pneus no sentido de conhecer alguma limitação de carácter técnico.**

Conversão:

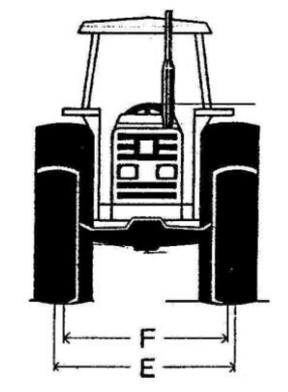
$$1p.s.i. = 1kPa \div 6.895$$

$$1kPa = 1psi \times 6.895$$

$$1bar = 1kPa \div 100$$

4. Definição de bitola

A via ou bitola é a distância medida desde o centro de um pneu ao centro do pneu oposto, no mesmo eixo.



4.1. Alteração da bitola em eixos de rodas motoras

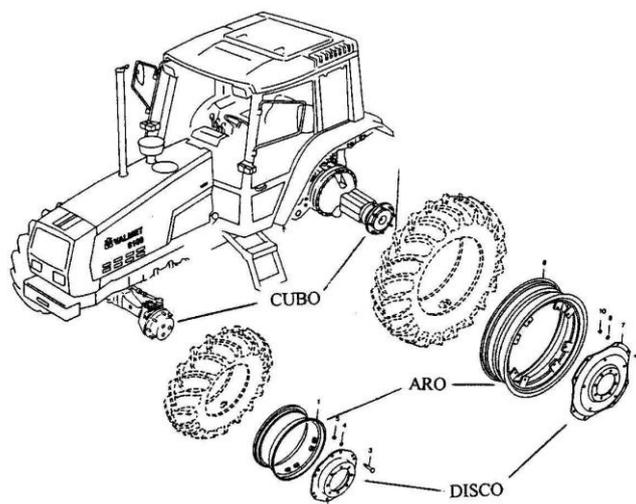
4.1.1. Jante formada por componentes aparafusados

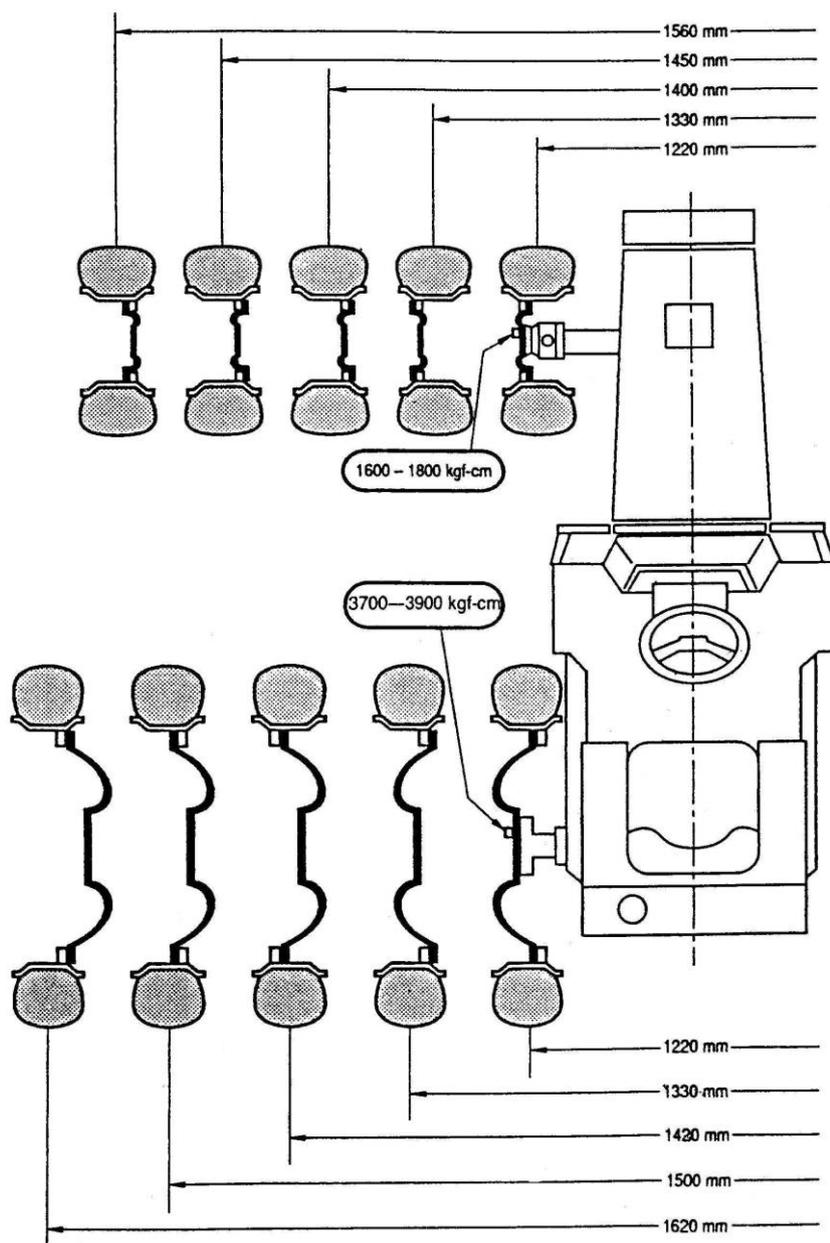


Tractor Deutz Fahr Agrofarm 420 – 2009/2010

Trata-se do sistema mais comum de alteração da bitola, quer em eixos traseiros quer em eixos dianteiros motores.

É conseguido pela alteração das posições de aperto do **aro** no **disco**, e/ou pela inversão da posição de aperto do **disco** no **cubo** da roda, como se mostra nas figuras seguintes.





O Manual de Operador especifica a ordem de aperto dos parafusos, bem como o momento de aperto, o qual deverá ser feito com chave dinamométrica. Não esquecer de respeitar o sentido correcto de rotação dos pneus de tracção.

4.1.2. Jantes P.A.V.T. - Power Adjustable Variable Track

Neste processo de ajustamento da bitola, o disco (3) está fixado, por grampos (4), a calhas (2), soldadas ao aro da jante. Estas calhas estão em diagonal em relação ao aro.



Controlo de Equipamentos e Mecanização Aplicada 2010/2011

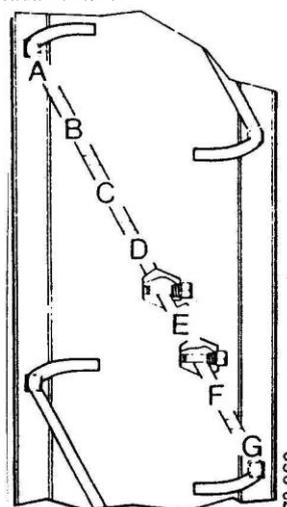
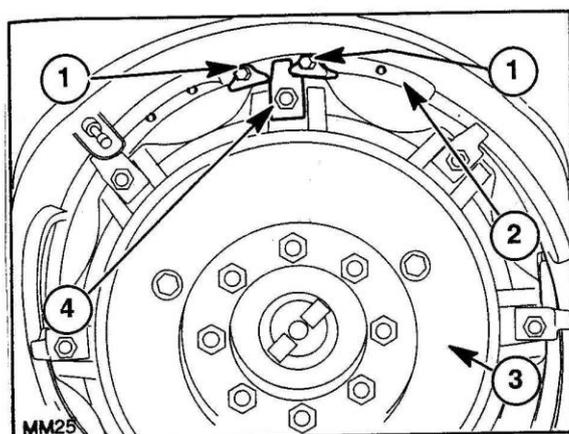
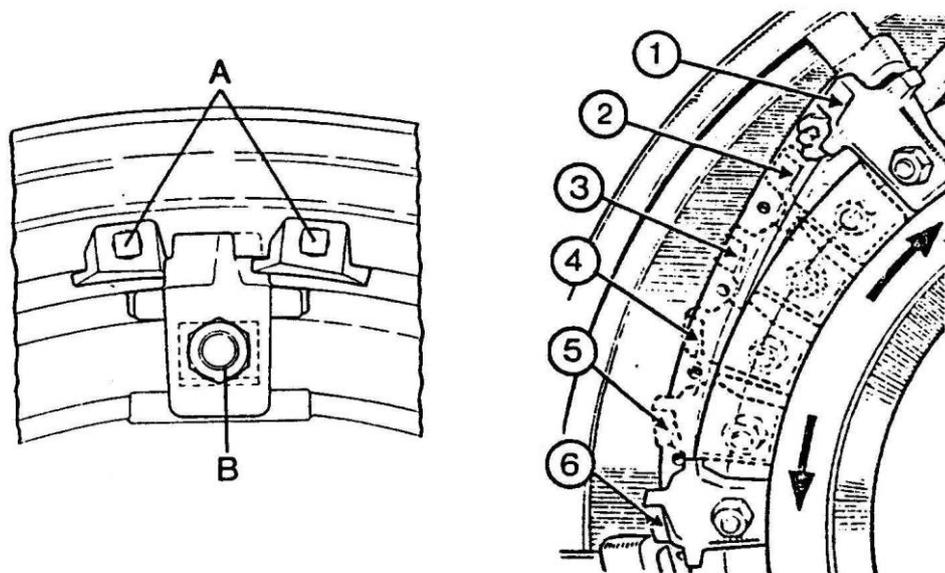


FIGURE ■ POWER ADJUSTED WHEELS

- | | |
|--------------------|--------------------|
| A. 56 in (1420 mm) | E. 72 in (1829 mm) |
| B. 60 in (1524 mm) | F. 76 in (1930 mm) |
| C. 64 in (1626 mm) | G. 80 in (2032 mm) |
| D. 68 in (1727 mm) | |

O posicionamento em diagonal das calhas no aro, faz com que ao movimentar-se os grampos nas respectivas calhas, se produza um deslocamento do aro (e portanto do pneu) para dentro ou para fora, em relação ao disco, alterando a bitola.

Em condições de trabalho os grampos são impedidos de deslizar nas calhas por batentes (A), enroscados em furos existentes nas calhas. A furos das calhas permitem o posicionamento dos grampos em várias posições diferentes (entre os batentes), o que corresponde a outras tantas medidas de bitola.



A principal vantagem deste processo de alteração da bitola, reside no facto do conjunto da jante e pneu não necessitar de ser retirado do tractor:



Curso de Operadores de Máquinas Agrícolas 2009

Basta levantar o tractor com um macaco, aliviar o aperto dos parafusos dos grampos, retirar os batentes, rodar o conjunto aro/pneu nas calhas (o que fará aproximar ou afastar o pneu do tractor (conforme o sentido em que se rodar), voltar a colocar os batentes nos furos (da calha), um de cada lado do grampo, e tornar a apertar os parafusos do grampos.

Pormenores da operação, bem como os valores de bitola conseguidos em cada posição possível ao longo das calhas, encontram-se no MANUAL DE OPERADOR.

Bibliografia

Márquez, Luis, Tractores Agrícolas: Tecnología y utilización, B&H Grupo Editorial, 844pp.; ISBN 978-84-935183-5-6, 2011.

Boto Fidalgo, J.A. et al. , La mecanización agraria : principios y aplicaciones, Universidade de León, 462pp.; ISBN: 84-9773-269-3, 2006.

Culpin, Claude, Farm machinery, twelfth edition, Wiley-Blackwell, 456pp.; ISBN 978-0-632-03159-7, 1992.