

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



TRACTOR AGRÍCOLA

TRANSMISSÃO PARA AS RODAS

(Apontamentos para uso dos Alunos)

JOSÉ OLIVEIRA PEÇA

ÉVORA

2015

Resumo

Este trabalho destina-se a apoiar a aprendizagem de estudantes do ramo das ciências agrárias no que de relevante se refere à cadeia de componentes de transmissão para as rodas, bem como a pneus agrícolas e à modificação da bitola de tractores agrícolas.

A transmissão do motor para as rodas nos tractores agrícolas é um aspecto em constante evolução desde a última década do século XX, evolução que vai no sentido de tornar o tractor mais fácil de manobrar, apresentar uma maior escolha de velocidades no intervalo de utilização do motor e incluir funções memorizáveis que podem ser actuadas muito facilmente pelo operador, facilitando a gestão da transmissão em manobras repetitivas como as voltas de cabeceira.

A manutenção da transmissão é tarefa que pode evitar despesas vultuosas pelo que é importante o conhecimento básico dos meios, locais e periodicidades de manutenção.

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 fuso 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 via ou bitola é a distância medida desde o centro de um pneu ao centro do pneu oposto, no mesmo eixo. A bitola é por vezes alterada para adaptar o tractor a culturas em linha, a linhas de tráfego ou a necessidades específicas da alfaia. 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. Por este motivo é dada particular ênfase aos comandos e a aspectos de manutenção e segurança.

Este trabalho actualiza a edição anterior de 2012 e destina-se a ser utilizado no contexto de disciplinas em cursos da Universidade de Évora, nomeadamente:

- *Tractores e Equipamentos Automotrizes* (2006/07 até ao presente) – unidade curricular optativa da licenciatura em Agronomia.

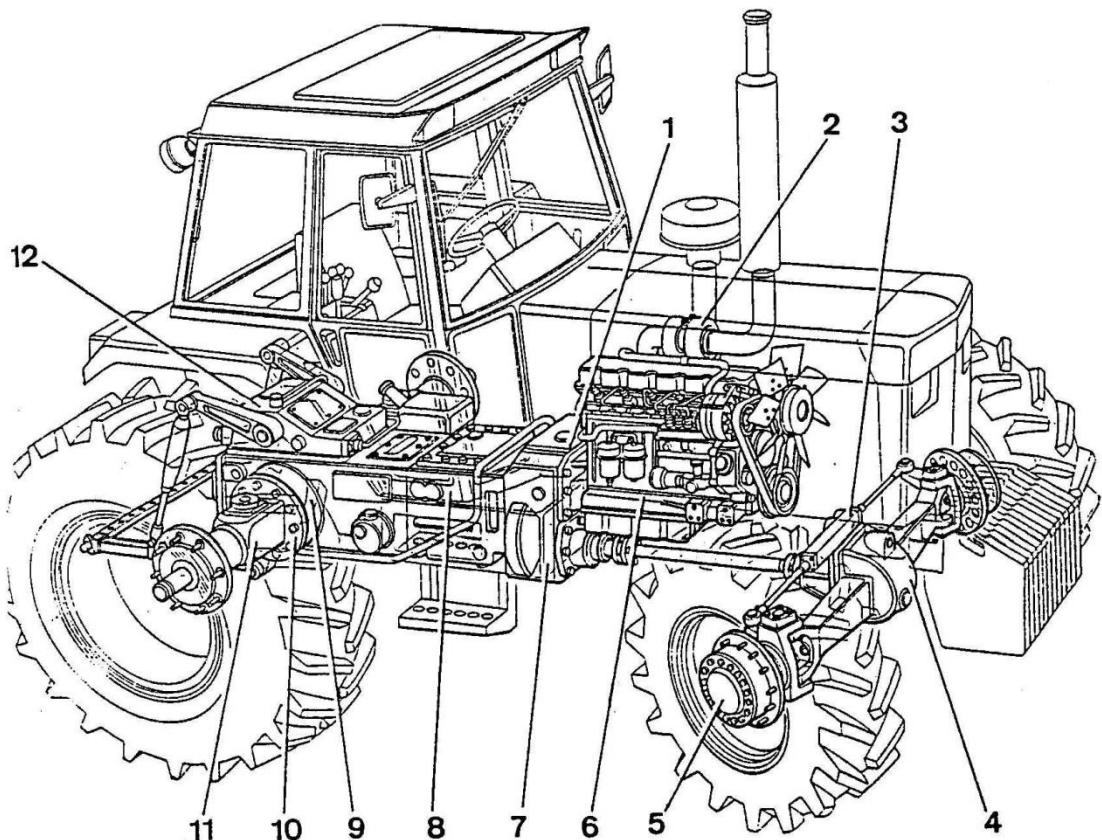
INDICE

1. Órgãos da transmissão para as rodas	5
1.1. Embraiagem principal.....	5
1.2. Cx. de gamas/caixa de velocidades/cx. do desmultiplicador/cx. do inversor.....	6
1.3. Grupo cónico/diferencial e redutores finais traseiros	7
1.3.1. Bloqueio do diferencial	7
1.4. Caixa/embraiagem de transferência para a tracção dianteira/ veio de transmissão para o eixo dianteiro	9
1.5. Grupo cónico/diferencial e redutores finais dianteiros.....	10
2. Comandos de transmissão para as rodas.....	10
2.1. Exemplo de transmissões clássica	10
2.2. Exemplo de transmissão clássica com “powershift” e “powershuttle”	13
2.2.1. Tractor Deutz-Fahr Agroplus 95	13
2.2.2. Tractor Deutz-Fahr Agrofarm 420	16
2.3. Exemplo de transmissão totalmente “powershift”	19
2.3.1. Tractor Massey Ferguson 5465	19
2.3.2. Tractor Massey Ferguson 5608	23
3. Manutenção da transmissão para as rodas e tdf.....	28
3.1. Lubrificação de “caixas”/eixo traseiro/tdf.....	29
3.1.1. Lubrificantes.....	29
3.1.2. Bujões e indicadores de nível	30
3.1.3. Filtros.....	32
3.1.4. Radiadores do óleo da transmissão/sistema hidráulico	34
3.2. Lubrificação do eixo dianteiro.....	35
3.2.1. Lubrificantes.....	35
3.2.2. Bujões e indicadores de nível	36
3.3. Exemplo de quadro de manutenção.....	37
4. Segurança.....	38
4.1. Conjunto tractor e semi-reboque a descer um declive.....	38
5. Pneus.....	38
5.1 Construção	38
5.2. Dimensões dos pneus	39
5.2.1. Pneus de tracção de construção radial	39
5.2.2. Pneus de tracção de construção diagonal	40
5.2.3. Pneus direccional, não motor.....	41
5.3. Substituição de pneus	41
5.4. Pressão de enchimento	42
5.5. Pneus especiais	44
5.5.1. Pneus estreitos	44
5.5.2. Pneus largos	46
5.6. Outros tipos de pneus	47
5.7. Outros tipos de rodados	48
6. Definição de bitola.....	49
6.1. Necessidade de alteração da bitola	49
6.2. Alteração da bitola em eixos de rodas não motoras	51
6.3. Alteração da bitola em eixos de rodas motoras	52
6.3.1. Jante formada por componentes apafusados	52
6.3.2. Jantes P.A.V.T. - Power Adjustable Variable Track	54
6.3.3. Ligação com manga de aperto cónica.....	56

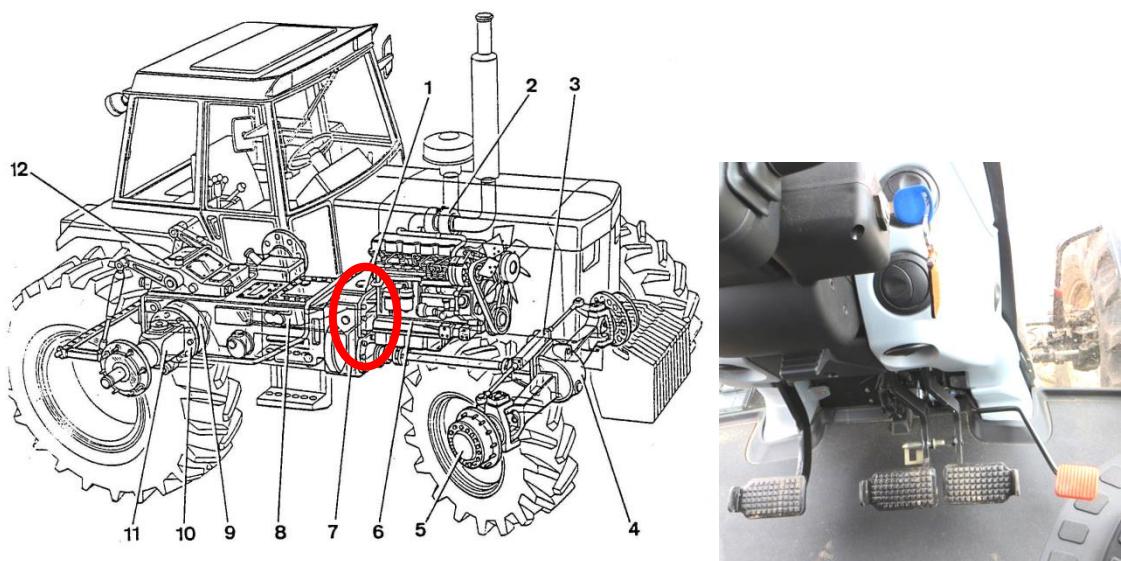
6.3.4. Sistema carroto e cremalheira.....	56
6.3.5. Jante soldada.....	57
7. Outras leituras.....	58

1. Órgãos da transmissão para as rodas

A figura seguinte mostra esquematicamente a transmissão de potência desde o motor Diesel até às rodas do tractor. A cadeia de componentes que possibilita esta transmissão compreende uma sucessão de órgãos e respectivos comandos que passaremos a enumerar e descrever sucintamente:

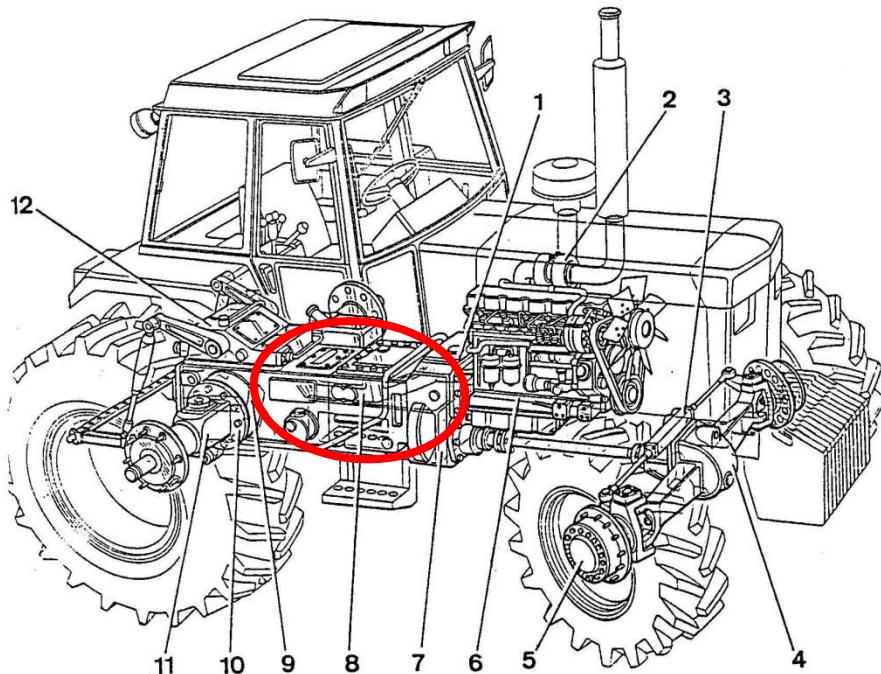


1.1. Embraiagem principal



A embraiagem principal, permite estabelecer ou interromper a passagem de potência do motor para as rodas e fazê-lo de forma suave e controlada. É normalmente do tipo mono-disco seco. É comandada pelo operador através do pedal esquerdo.

1.2. Cx. de gamas/caixa de velocidades/cx. do desmultiplicador/cx. do inversor



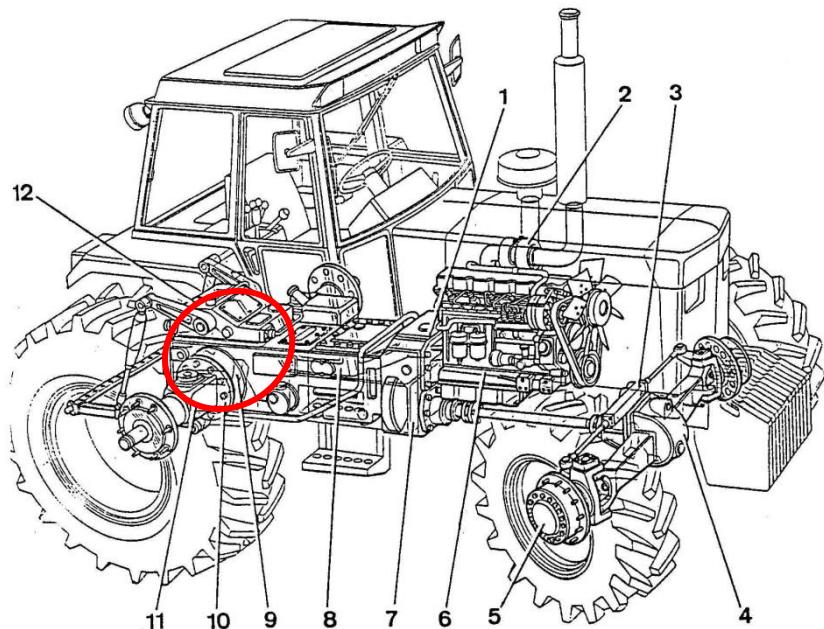
A caixa do inversor permite inverter a direcção do movimento do tractor. O comando da caixa de inversão tem normalmente 3 posições identificadas por símbolos que simbolizam marcha-à-frente, neutro e marcha atrás. É usual que o motor do tractor só possa ser colocado em marcha se a alavanca da caixa de inversão estiver no neutro (ponto morto).

A caixa de gamas permite selecionar grupos de velocidades para utilização preferencial em estrada ou utilização preferencial em trabalho no campo. Os símbolos indicados na alavanca de comando são diversos (símbolos; letras). O número de opções é variável, havendo pelo menos a opção de gama de estrada e a gama de campo.

A caixa de velocidades permite em cada gama escolher a velocidade de avanço, normalmente identificados por números na respectiva alavanca de comando. O número é variável.

A caixa do desmultiplicador permite optar, em cada gama e em cada velocidade, por uma velocidade mais rápida ou por uma mais lenta. Esta caixa pode não existir senão como opcional. O comando pode ser uma alavanca com duas posições possíveis, identificadas com os símbolos lebre e tartaruga.

1.3. Grupo cónico/diferencial e redutores finais traseiros



A potência que está a ser transmitida por órgãos longitudinais ao tractor é transferida para órgãos transversais ao tractor por forma a chegar às rodas traseiras. Esta transferência é efectuada pelo grupo cônico e o diferencial que lhe está ligado. Ao grupo cônico cabe a função de transmitir a potência entre veios a 90° , enquanto o diferencial possibilita que a potência seja transmitida para ambas as rodas traseiras de forma independente, nomeadamente permitindo que estas rodem a velocidades diferentes (essencial quando o veículo estiver a curvar).

Os redutores finais (direito e esquerdo) têm a função de reduzir a rotação dos veios que vêm do grupo cônico e, desta forma, ampliar o momento transmitido às rodas traseiras do tractor. São na, grande maioria, redutores de engrenagens epícloidais.



Caixa do redutor final traseiro, do lado esquerdo, do tractor Fendt 415 Vario

1.3.1. Bloqueio do diferencial

Uma vez que a potência flui independente para cada uma das rodas, ela terá tendência a fluir para a roda que oferecer menor resistência. Em situação de estrada ambas as rodas

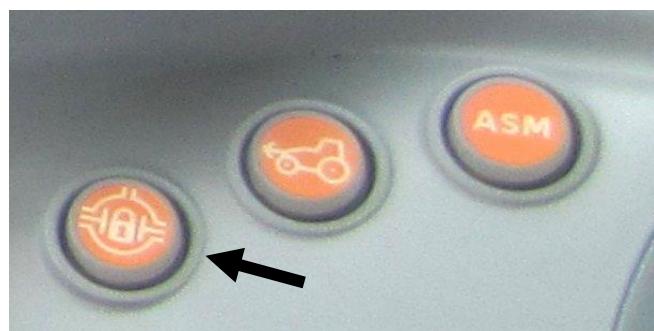
têm resistências semelhantes. No campo, diferentes consistências de solo debaixo de uma e outra roda, podem criar a situação de a potência fluir preferencialmente para a roda cujo solo oferece menor resistência (solo solto ou encharcado). A roda que estiver sobre o solo que ofereça menor resistência, começará a patinar, enquanto a outra roda (sobre solo duro ou seco) não recebe potência e se immobiliza.



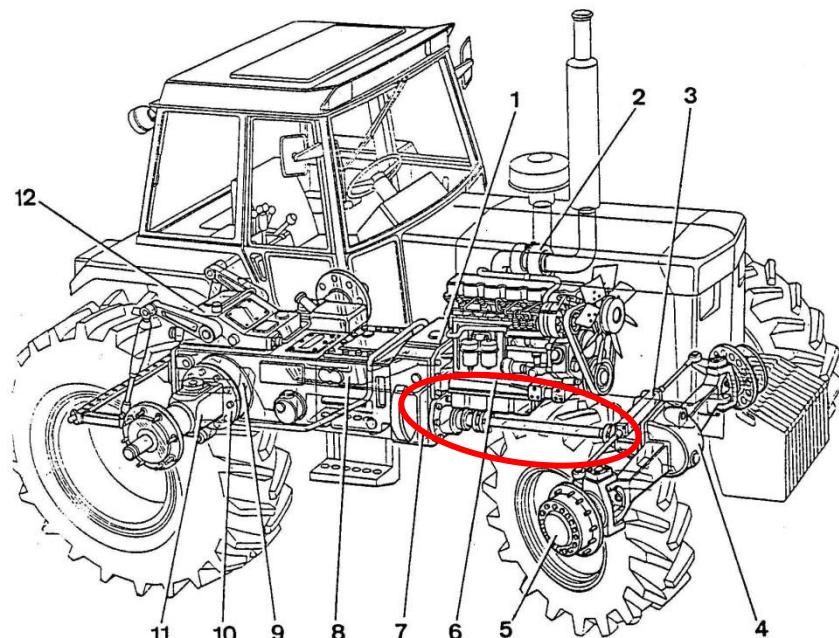
A imagem anterior ilustra uma situação em que as rodas que vão no rego de lavoura e as rodas que vão fora do rego encontram solos diferentes. Acresce o facto de as rodas que estão no rego terem maior carga vertical, dado a inclinação do tractor. Assim em situações em que o tractor está a lavrar é frequente verificar que as rodas foram do rego patinam.

Para ultrapassar esta dificuldade que, no extremo, leva à immobilização do tractor, existe um mecanismo que permite neutralizar o efeito do diferencial, fazendo com que ambas as rodas recebam potência e, de facto, passem a rodar à mesma velocidade.

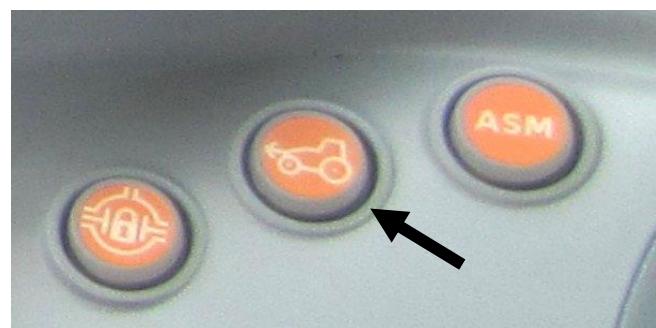
Um comando electro-hidráulico é a forma mais comum de comando do bloqueio do diferencial:



1.4. Caixa/embraiagem de transferência para a tracção dianteira/ veio de transmissão para o eixo dianteiro



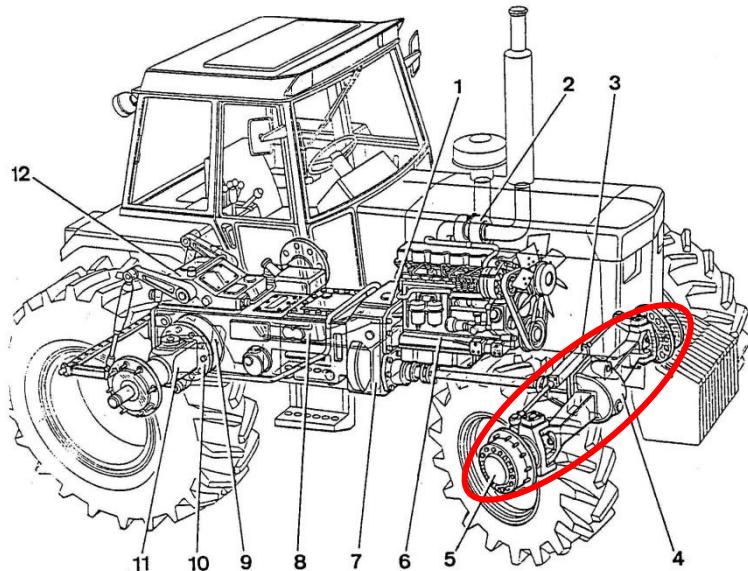
A caixa/embraiagem de transferência para o eixo dianteiro está a jusante da caixa de gamas/velocidades/inversor e permite estabelecer ou interromper a transmissão de potência para o eixo dianteiro. Esta embraiagem é do tipo multidisco em banho de óleo. Um comando electro-hidráulico é a forma mais comum de comando da tracção dianteira:



Um indicador luminoso no painel de instrumentos assinala ao operador que a tracção dianteira está ligada:



1.5. Grupo cónico/diferencial e redutores finais dianteiros



O grupo cónico e diferencial dianteiro (4) e os redutores finais dianteiros, do tipo epícloidal (5), completam a transmissão para a tracção dianteira.

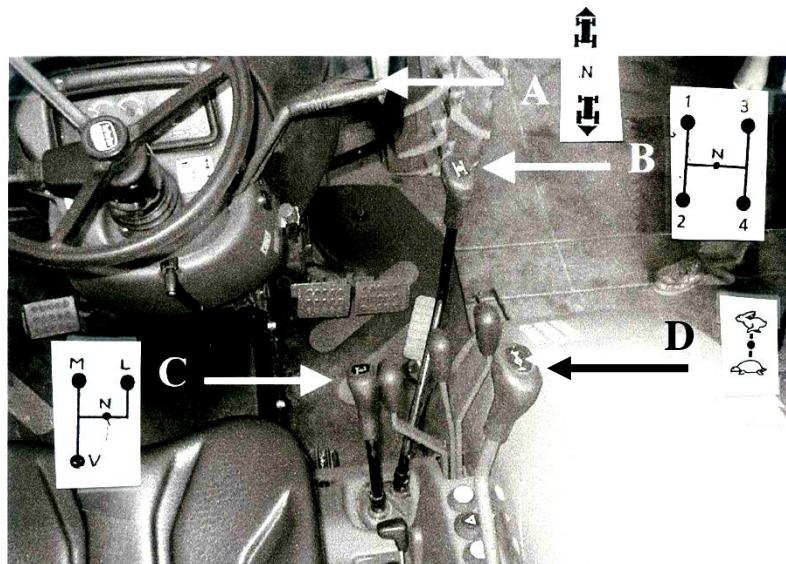
2. Comandos de transmissão para as rodas

2.1. Exemplo de transmissões clássica

A figura mostra o tractor **CARRARO AGRIPPLUS** utilizado nas aulas de Tractores Agrícolas nos anos lectivos de 2004/2005 e 2005/2006.



Tractores Agrícolas 2004/2005



**(A) - Caixa do inversor; (C) - Caixa de gamas; (B) - Caixa de velocidades;
(D) - Caixa do desmultiplicador.**

A caixa do inversor tem os símbolos indicados: marcha-à-frente, neutro e marcha atrás. O motor do tractor só possa ser colocado em marcha se a alavanca da caixa de inversão (A) estiver no neutro (ponto morto).

A caixa de gamas permite selecionar: V – Veloz (estrada); M – Média (campo); L – Lenta.

A caixa de velocidades permite em cada gama escolher da 1^a à 4^a velocidade.

A caixa do desmultiplicador permite optar, em cada gama e em cada velocidade, por uma velocidade mais rápida (lebre) ou por uma mais lenta (tartaruga).

No total o tractor possui 24 velocidades para a frente e 24 velocidades para trás, conforme a tabela de velocidades seguinte.

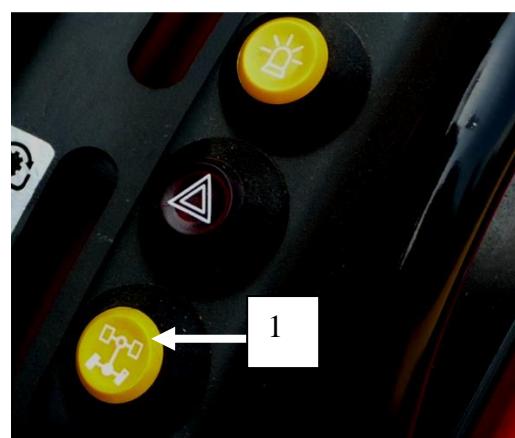
Esta transmissão diz-se clássica uma vez que é **necessário desembraiar para accionar qualquer dos comandos**: caixa de gamas (C); caixa de desmultiplicação (D); caixa de velocidades (B); caixa de inversão (A).

Além disso, o accionamento dos comandos da caixa de gamas (C), da caixa de inversão (A), e da caixa de desmultiplicação (D) só pode efectuar-se com o tractor imobilizado. Na caixa de velocidades, a passagem da 1^a para 2^a, da 2^a para 3^a, da 3^a para 4^a, da 4^a para 3^a; da 3^a para 2^a, pode ser efectuada com o tractor em andamento. A 1^a só pode ser engrenada com o tractor imobilizado.

**VELOCIDADES EM km/h, A 2350 rpm DO MOTOR E COM PNEUS
420/70 R 30**

L	TARTARUGA	1	0.465
		2	0.688
		3	1.007
		4	1.415
	LEBRE	1	0.607
		2	0.899
		3	1.316
		4	1.849
M	TARTARUGA	1	2.169
		2	3.212
		3	4.700
		4	6.605
	LEBRE	1	2.833
		2	4.196
		3	6.139
		4	8.627
V	TARTARUGA	1	9.401
		2	13.920
		3	20.368
		4	28.622
	LEBRE	1	12.278
		2	18.181
		3	26.603
		4	37.383

A figura seguinte mostra o botão de comando electro-hidráulico da ligação da tracção dianteira (1) a qual pode ser accionada com o tractor em andamento. Não usar a tracção dianteira na estrada ou no campo quando as condições de tracção não o justificarem.



2.2. Exemplo de transmissão clássica com “powershift” e “powershuttle”

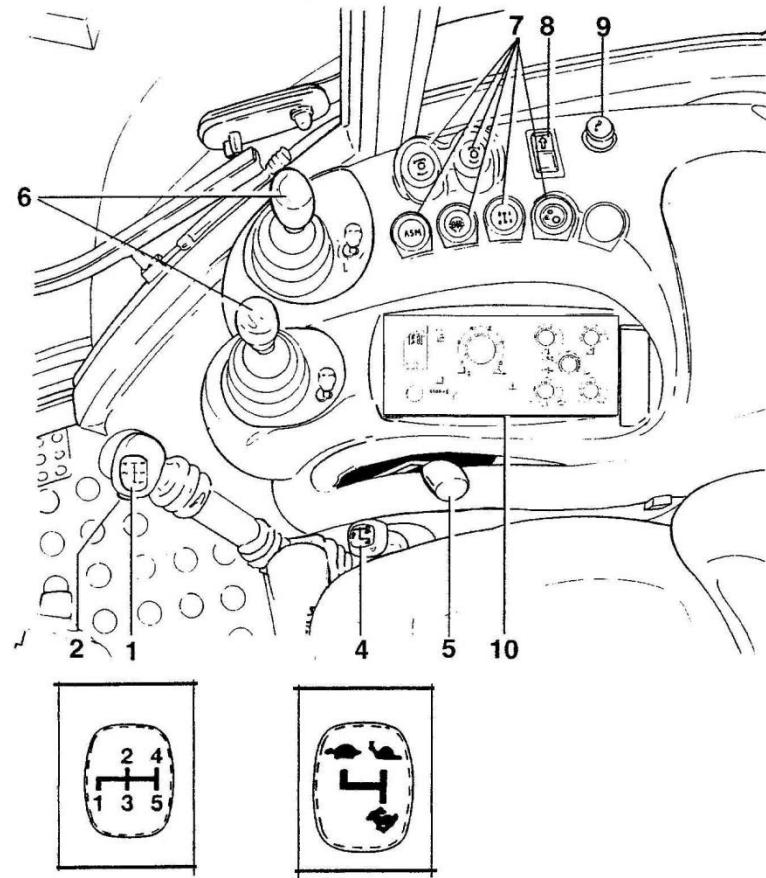
2.2.1. Tractor Deutz-Fahr Agroplus 95

A figura seguinte mostra o tractor **DEUTZ - FAHR AGROPLUS 95** utilizado nas aulas de Tractores Agrícolas no ano lectivo de 2002/2003.



www.tractorpool.com

A figura mostra os comandos da caixa de velocidades (1), da caixa de gamas (4), **sendo necessário desembraiar para accionar qualquer destes comandos.**



O accionamento dos comandos da caixa de gamas (4) só pode efectuar-se com o tractor imobilizado. Na caixa de velocidades, a passagem da 1^a para 2^a, da 2^a para 3^a, da 3^a para 4^a, da 4^a para 5^a, da 5^a para 4^a, da 4^a para 3^a; da 3^a para 2^a, pode ser efectuada com o tractor em andamento. A 1^a só pode ser engrenada com o tractor imobilizado. O tractor tem dois comandos para desembraiar: o normal comando de pedal e um botão na alavanca de velocidades:

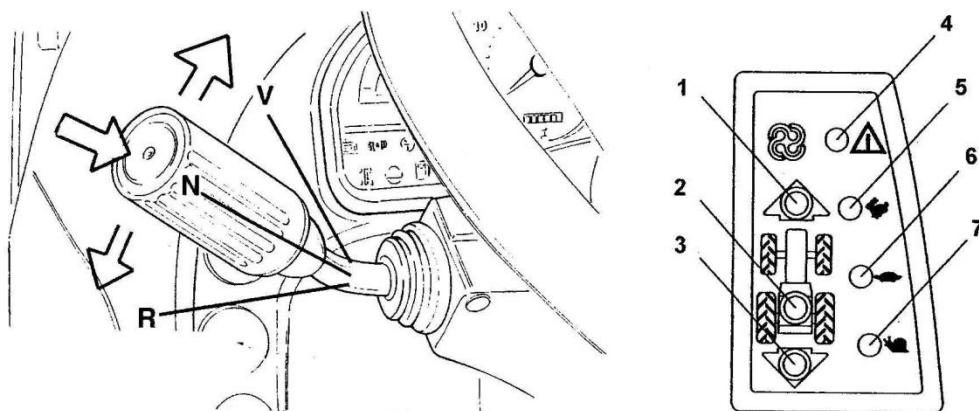


Comando electro-hidráulico da embraiagem principal

A utilização deste último facilita a a mudança de uma velocidade para outra, já que o operador com a mesma mão desembraia e muda de velocidade.

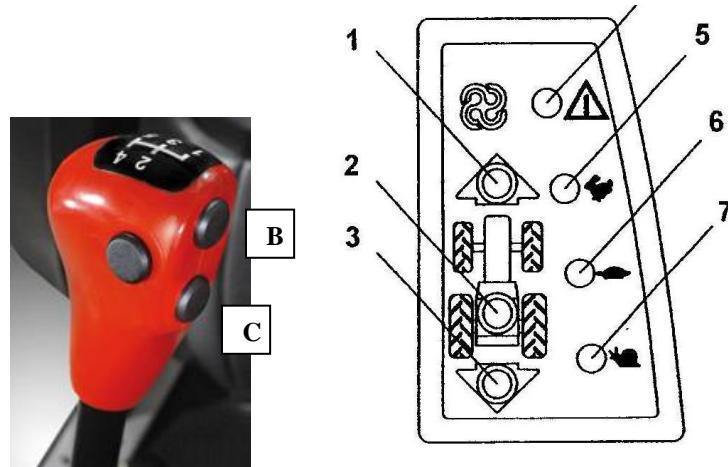
A figura seguinte mostra o comando da caixa de inversão, a qual tem 3 posições: neutro (não há transmissão de potência às rodas - LED 2 aceso); premindo axialmente na alavanca e levando-a à frente (o tractor avança para a frente - LED 1 aceso); premindo axialmente na alavanca e levando-a atrás (o tractor recua - LED 3 aceso). **Não é necessário desembraiar para utilizar este comando (powershuttle).**

A tecnologia “powershuttle” vem facilitar muito as manobras repetitivas de inversão de marcha, sendo o exemplo mais comum o trabalho de manuseamento de cargas com carregador frontal.



Uma vez actuada a alavanca de inversão de marcha, esta só se efectua se o tractor estiver a deslocar-se a uma velocidade inferior a 10km/h. Caso contrário, ainda que o comando de inversão seja actuado a inversão de marcha não se realiza e um alarme é activado, acendendo-se ainda o LED 4

A transmissão deste tractor está ainda equipada com uma caixa *powershift* de 3 velocidades, accionada nos botões (B) e (C) existente na alavanca de comando da caixa de velocidades:



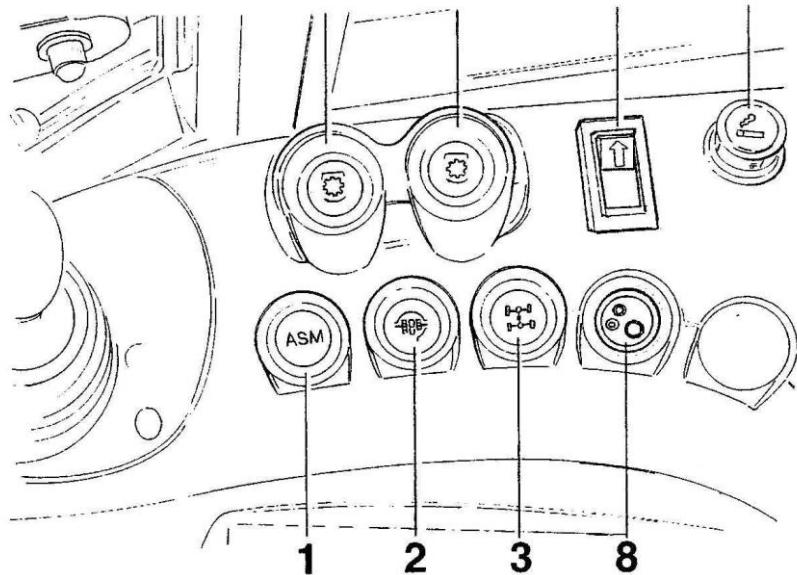
Comandos powershift

Admita que o tractor está a deslocar-se a uma certa velocidade, encontrando-se aceso o LED 6 no painel de instrumentos. Se for premido o botão (C), haverá uma ligeira redução de velocidade do tractor, passando a estar aceso o LED 7. Se agora for premido o botão (B), a velocidade voltará ao valor anterior, acendendo-se de novo o LED 6. Se agora for premido mais uma vez o botão (B), haverá um ligeiro aumento de velocidade do tractor (em relação à inicial), passando a estar aceso o LED 5. **Os botões (B) e (C) são utilizados com o tractor em andamento e sem desembraiari**.

O tractor possui 45 velocidades para a frente e 45 velocidades para trás, conforme a seguinte tabela de velocidades (km/h), válida para 2300 rpm do motor e pneus traseiros de medida 14.9 R 38:

GAMA	VELOCIDA DE	PORWERSHI FT		
CARACOL	1	1.09	1.31	1.60
	2	1.62	1.94	2.37
	3	2.16	2.58	3.15
	4	2.85	3.41	4.16
	5	4.02	4.81	5.86
TARTARU GA	1	2.37	2.83	3.45
	2	3.51	4.20	5.11
	3	4.66	5.58	6.80
	4	6.16	7.37	8.98
	5	8.68	10.39	12.66
LEBRE	1	7.05	8.43	10.28
	2	10.44	12.50	15.23
	3	13.90	16.63	20.20
	4	18.30	21.90	26.70
	5	25.80	30.90	37.70

A figura seguinte mostra parte da consola lateral onde se encontram, entre outros, o interruptor de comando do bloqueio do diferencial (2), o interruptor da ligação da tracção dianteira (3) e o interruptor de selecção "BRUSCO / SUAVE" (8), nas mudanças de velocidade powershift.



Ao premir o botão o bloqueio fica actuado e uma luz de aviso acende-se no painel. Ao premir de novo o interruptor, o bloqueio fica desactivado e a luz de aviso apaga-se. **Utilizar o bloqueio em percursos EXCLUSIVAMENTE em linha recta**, e antes que se verifique excessiva patinagem. Quando detectar que uma roda patina muito em relação à outra, antes de ligar o bloqueio, deve desembraiar.

A tracção dianteira só pode ser accionada com o tractor immobilizado. Ao premir o botão a tracção dianteira fica ligada, e uma luz no painel de instrumentos fica iluminada. Voltando a premir no botão a tracção dianteira desliga-se e a luz de aviso apaga-se. Não usar a tracção dianteira na estrada ou no campo quando as condições de tracção não o justificarem

O comando "BRUSCO / SUAVE", permite seleccionar o modo, mais brusco, ou mais suave, com que a transmissão reage à mudança de velocidade que se obtém com os botões *powershift*.

O modo "SUAVE" deve ser seleccionado para transporte e deslocações em estrada. O modo "BRUSCO" é utilizado em trabalho de campo e obrigatoriamente em todas as condições de tracção.

2.2.2. Tractor Deutz-Fahr Agrofarm 420

A figura seguinte ilustra o tractor **DEUTZ-FAHR AGROFARM 420** utilizado nas aulas de Tractores e Equipamentos Automotrizes no ano lectivo de 2009/2010:



A figura seguinte mostra o comando da caixa de inversão (inversor electro-hidráulico), a qual tem 3 posições: neutro (não há transmissão de potência às rodas); levantando a alavanca e levando-a à frente (o tractor avança para a frente); levantando a alavanca e levando-a atrás (o tractor recua). **Não é necessário desembraiar para utilizar este comando (powershuttle).**



A figura seguinte mostra o comando da caixa de velocidades (5 velocidades) e da caixa de gamas, **sendo necessário desembraiar para accionar qualquer destes comandos.**



O tractor tem dois comandos para desembraiar: o normal comando de pedal e um botão na alavanca de velocidades.

O tractor possui 4 gamas: lebre, tartaruga, caracol e superlentas. Esta última gama é normalmente uma opção, já que são pouco frequentes os trabalhos agrícolas requerendo esta gama.



Plantador: exemplo de trabalho que requer velocidades super-lentas

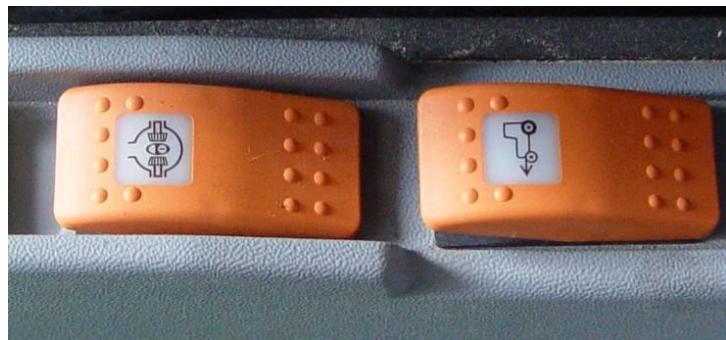
O accionamento do comando da caixa de gamas só pode efectuar-se com o tractor imobilizado. Na caixa de velocidades, passagens a subir desde a 2^a e a descer até à 2^a, podem ser efectuadas com o tractor em andamento. A 1^a só pode ser engrenada com o tractor imobilizado.

Lateralmente, na alavanca da caixa de velocidades existe um botão que permite em cada gama e em cada uma das 5 posições da caixa, optar por uma velocidade mais lenta ou mais rápida. Estes comandos denominam-se *powershift* e a sua vantagem está no facto de o operador actuar este comando sem necessidade de desembraiar. Assim, em trabalho de mobilização a alteração de velocidade com o comando powershift o tractor não se imobiliza.

No conjunto o tractor possui $5 \times 4 \times 2 = 40$ velocidades para a frente e 40 velocidades para trás, conforme a seguinte tabela de velocidades (km/h), apresentada para 4 valores de rotação do motor (incluindo a nominal de 2300 rpm) e pneus traseiros de medida 18.4R34:

ENGINE	1400		1800		2082		2300		RPM
1S	0.27	0.32	0.35	0.41	0.41	0.48	0.45	0.52	S P E E D
2S	0.37	0.43	0.47	0.55	0.55	0.64	0.61	0.71	
3S	0.49	0.57	0.63	0.74	0.73	0.85	0.81	0.94	
4S	0.70	0.81	0.90	1.05	1.04	1.21	1.15	1.34	
5S	0.94	1.10	1.21	1.41	1.40	1.63	1.55	1.80	
1	0.93	1.09	1.20	1.40	1.38	1.62	1.53	1.78	
2	1.25	1.46	1.61	1.88	1.86	2.17	2.06	2.40	
3	1.67	1.94	2.14	2.50	2.48	2.89	2.74	3.19	
4	2.37	2.77	3.05	3.56	3.53	4.12	3.90	4.55	
5	3.20	3.73	4.11	4.80	4.76	5.55	5.26	6.13	
1	2.01	2.35	2.58	3.02	2.99	3.49	3.30	3.85	T Y R E
2	2.70	3.16	3.48	4.06	4.02	4.69	4.44	5.18	
3	3.60	4.20	4.63	5.40	5.35	6.24	5.91	6.90	
4	5.12	5.98	6.59	7.69	7.62	8.89	8.42	9.82	
5	6.91	8.06	8.88	10.4	10.3	12.0	11.4	13.2	
1	5.99	6.98	7.70	8.98	8.90	10.4	9.83	11.5	
2	8.05	9.39	10.3	12.1	12.0	14.0	13.2	15.4	
3	10.7	12.5	13.8	16.1	16.0	18.6	17.6	20.5	
4	15.3	17.8	19.6	22.9	22.7	26.5	25.1	29.2	
5	20.6	24.0	26.5	30.9	30.6	35.7	33.8	39.4	
P	363	467	540	596	RPM	18.4/34	RPM	18.4/34	RPM
T	463	595	689	761					
O	613	788	911	1006					
	781	1005	1162	1284					

A figura seguinte mostra parte da consola lateral onde se encontram, entre outros, o interruptor de comando do bloqueio do diferencial (*diff-lock rocker switch*), o interruptor da ligação da tracção dianteira (*four-wheel-drive rocker switch*):



Actuando o bloqueio do diferencial acende-se uma luz de aviso no painel. **Utilizar o bloqueio em percursos EXCLUSIVAMENTE em linha recta**, e antes que se verifique excessiva patinagem (*wheel slip*). Quando detectar que uma roda patina muito em relação à do outro lado, antes de ligar o bloqueio, deve desembraiar.

A tracção dianteira só pode ser accionada com o tractor imobilizado. Uma luz no painel de instrumentos avisa quando a tracção dianteira está ligada. Não usar a tracção dianteira na estrada. No campo só usar a tracção dianteira em trabalhos exigentes em tracção.

2.3. Exemplo de transmissão totalmente “powershift”

2.3.1. Tractor Massey Ferguson 5465

A figura seguinte ilustra o tractor **MASSEY FERGUSON 5465** utilizado nas aulas de Tractores e Equipamentos Automotrices no ano lectivo de 2009/2010:



A figura seguinte mostra o comando da caixa de inversão (inversor electro-hidráulico), a qual tem 3 posições: neutro (não há transmissão de potência às rodas); levantando a alavanca e levando-a à frente (o tractor avança para a frente); levantando a alavanca e levando-a atrás (o tractor recua). **Não é necessário desembraiar para utilizar este comando (powershuttle).**



A figura seguinte mostra parte da consola lateral onde se encontram, entre outros, o potenciómetro de regulação entre "BRUSCO / SUAVE", nas mudanças de direcção powershuttle.





Regulação para “suave” para evitar queda da carga.



Regulação para “brusco” para minorar perdas de tempo.

Os comandos da caixa de velocidades e da caixa de gamas estão agrupados na alavanca indicada na figura seguinte:



O tractor possui quatro gamas, numeradas de 1 a 4 e indicadas com luzes no mostrador junto da alavanca. Para subir nas gamas basta levar a alavanca no sentido do +, premindo ao mesmo tempo o botão lateral. Para descer nas gamas basta levar a alavanca no sentido do -, premindo ao mesmo tempo o botão lateral. Não necessita de usar a embraiagem (transmissão **powershift**)



O tractor possui quatro velocidades, letras A a C e indicadas com luzes no painel de instrumentos. Para subir nas velocidades basta levar a alavanca no sentido do +. Para descer nas velocidades basta levar a alavanca no sentido do -. Não necessita de usar a embraiagem (transmissão **powershift**)



A vantagem da transmissão *powershift* pode ser observada na facilidade com que uma mudança é efectuada em operações de estrada, mas é sobretudo em trabalhos de mobilização em que a alteração da mudança, não vai imobilizar o tractor, pelo facto de não ser necessário desembraiar.

A mudança de velocidade (A,B,C,D) e de gama (1,2,3,4) pode ser alterada em andamento. No caso do operador, em andamento, efectuar uma alteração de gama, a gestão electrónica da transmissão selecciona automaticamente, entre A a C, a opção certa que esteja mais próxima da velocidade de deslocamento a que se vai. Deste modo evitam-se variações bruscas.

O comando de alteração da velocidade A a C está duplicado na alavanca de **powershuttle**:



Com a marcha à frente seleccionada, levando a alavanca no sentido do +, sobe-se nas velocidades . Para descer nas velocidades basta levar a alavanca no sentido do -. Não necessita de usar a embraiagem (transmissão *powershift*).
Procedimento semelhante se pode executar em marcha-atrás.

A figura seguinte mostra parte da consola lateral onde se encontram, entre outros, o interruptor de comando do bloqueio do diferencial, o interruptor da ligação da tracção dianteira:



O tractor possui 16 velocidades para a frente e 16 velocidades para trás, conforme a seguinte tabela de velocidades (km/h), válida para 2200 rpm do motor e pneus traseiros de medida 18.4 R 34:

GAMA	VELOCIDA DE	Para a frente
1	A	1.96
	B	2.42
	C	2.95
	D	3.62
2	A	4.66
	B	5.73
	C	6.99
	D	8.60
3	A	9.46
	B	11.64
	C	14.19
	D	17.46
4	A	21.82
	B	26.84
	C	32.74
	D	40.27

2.3.2. Tractor Massey Ferguson 5608

A figura seguinte ilustra o tractor **MASSEY FERGUSON 5608** da Universidade de Évora desde o ano lectivo de 2015/2016:



A figura seguinte mostra o **comando powershuttle** (inversor electro-hidráulico).



O tractor dispõe de uma transmissão denominada *Dyna -4* que compreende:

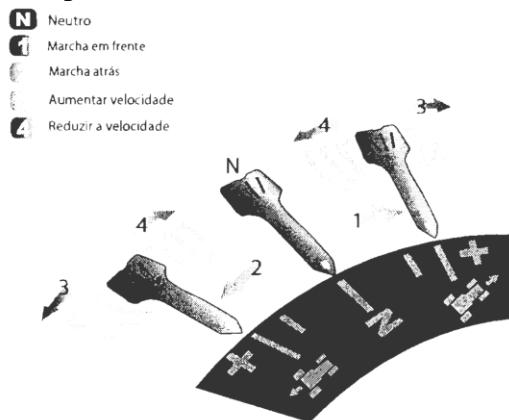
- 2 modos: tartaruga (campo) e lebre (estrada). Estes modos podem ser selecionados utilizando a alavanca de comando, premindo simultaneamente o botão lateral. No sentido do +, passa de tartaruga para lebre; no sentido do - passa de lebre para tartaruga. Não necessita de usar a embraiagem (transmissão **powershift**).



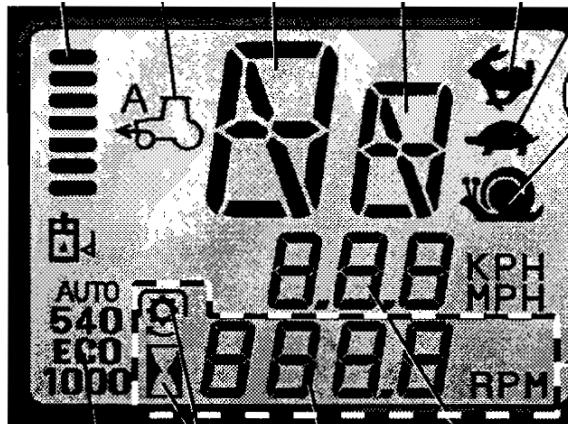
- 4 gamas (numeradas de 1 a 4)
- 4 velocidades (A;B;C;D;).

A transmissão é sequencial (1A;1B;1C;1D;2A;2B;2C;2D; 3A, etc). Para subir na sequência basta levar a alavanca no sentido +. Para descer na sequência basta levar a alavanca no sentido -. Não necessita de usar a embraiagem (transmissão **powershift**)

O comando da transmissão sequencial está duplicado na alavanca de **powershuttle**: Com a marcha à frente seleccionada, levando a alavanca no sentido do +, sobe-se na sequência. Para descer na sequência basta levar a alavanca no sentido do -. Não necessita de usar a embraiagem (transmissão **powershift**). Procedimento semelhante se pode executar em marcha-atrás.



Num LCD do painel de instrumentos do tractor fica registado o modo (lebre e tartaruga) a mudança de avanço seleccionada:



O tractor, no total, possui 32 velocidades para a frente e 32 velocidades para trás

A transmissão deste tractor possui uma função (explicada como activar no Manual de Operador) com a qual o operador pode predefinir, de entre as mudanças 1A;2A;3A;4A, qual a que pretende para iniciar a marcha, quer em marcha-à-frente, quer em marcha-atrás.

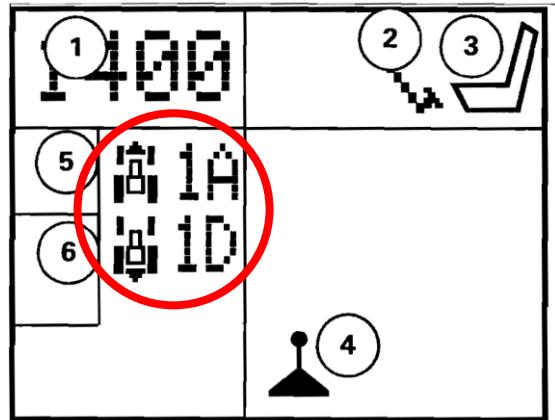
Esta função pode ser útil quando, na aproximação se requer marcha lenta, mas para o afastamento a marcha pode ser mais rápida.



Colheita mecânica de azeitona com vibrador de tronco

A figura anterior mostra um exemplo de operação em que a manobra de aproximação deverá ser mais lenta do que a manobra de afastamento.

Num LCD do painel de instrumentos do tractor fica registado a velocidade de avanço e de recuo pré-selecionadas:

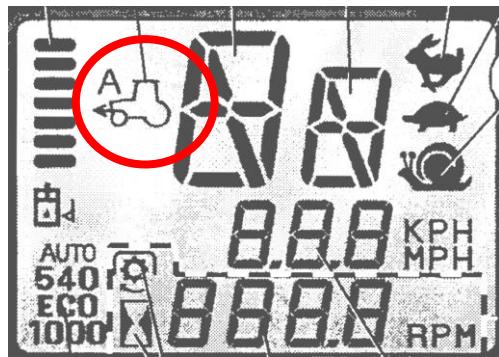


A figura seguinte mostra parte da consola lateral onde se encontram, entre outros, o interruptor de comando do bloqueio do diferencial, o interruptor da ligação da tração dianteira:



Premindo o interruptor 1, a tracção dianteira fica ligada. Voltando a premir a tracção dianteira desliga-se. Este comando denomina-se “ligação manual da tracção dianteira”. Uma luz de aviso no painel de instrumentos assinala se a tracção dianteira está ligada.

Premindo o interruptor 2, a tracção dianteira fica ligada. Este comando denomina-se “ligação automática da tracção dianteira”. Voltando a premir a tracção dianteira desliga-se. Um aviso no LCD do painel de instrumentos assinala se a tracção dianteira está ligada de forma automática:



Com a “ligação automática da tracção dianteira”, a tracção desliga-se automaticamente se a velocidade de deslocamento ultrapassar 20km/h e restabelece-se se descer abaixo de 19km/h.

Com a “ligação automática da tracção dianteira”, a tracção desliga-se automaticamente se o ângulo da direcção ultrapassar 25° e restabelece-se se descer abaixo de 23°.

Premindo o interruptor 3, os diferenciais (traseiro e dianteiro) ficam bloqueados e a tracção dianteira fica ligada (se já não estiver). Este comando denomina-se “ligação manual do bloqueio do diferencial”. Uma luz de aviso no painel de instrumentos assinala se a tracção dianteira está ligada.

Voltando a premir o botão 3, o bloqueio sessa. O bloqueio sessa se a velocidade de deslocamento ultrapassar 20km/h. O bloqueio sessa, igualmente, se os travões forem actuados.

Premindo o interruptor 4, os diferenciais (traseiro e dianteiro) ficam bloqueados e a tracção dianteira fica ligada (se já não estiver). Este comando denomina-se “bloqueio automático dos diferenciais”. Voltando a premir o botão 4, o bloqueio sessa. O bloqueio sessa se a velocidade de deslocamento ultrapassar 20km/h. O bloqueio sessa, igualmente, se os travões forem actuados.

Com o “bloqueio automático dos diferenciais”, o bloqueio sessa automaticamente se o ângulo da direcção ultrapassar 7° e restabelece-se se descer abaixo de 5°.

Com o “bloqueio automático dos diferenciais”, o bloqueio sessa automaticamente se o sistema hidráulico de 3 pontos for colocado na posição de subida e restabelece-se quando for colocado na posição de descida.

São visíveis as vantagens dos modos automáticos, quer da tracção dianteira, quer do bloqueio do diferencial, em manobras de cabeceira:

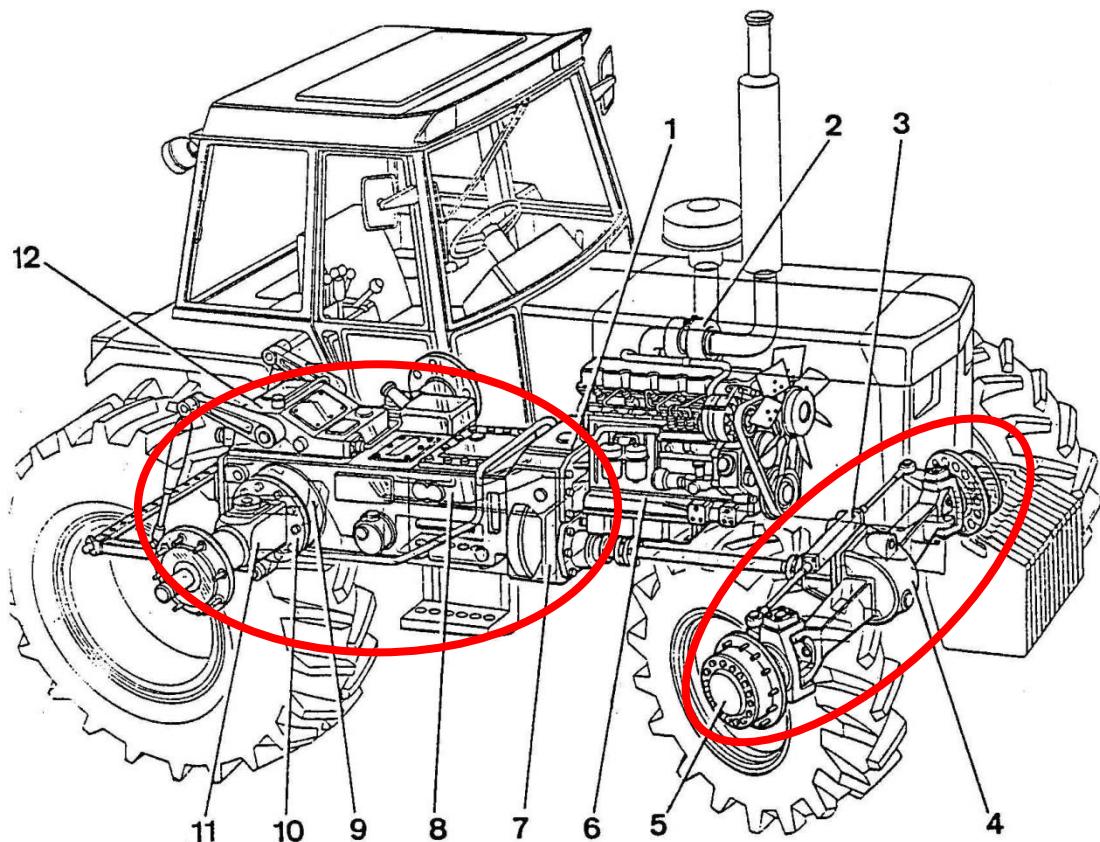


3. Manutenção da transmissão para as rodas e tdf

Neste ponto aborda-se a manutenção de órgãos da transmissão do tractor, agrupados em eixo dianteiro e “caixas”/eixo traseiro/tomada-de-força.

Tomando como referência a figura seguinte, o **eixo dianteiro** é constituído pelos seguintes órgãos: grupo cónico e diferencial dianteiro (4); redutores finais dianteiros (5). As **“caixas”** compreendem a caixa de velocidades/gamas/inversor (8), a caixa de

transferência para o eixo dianteiro (7). O **eixo traseiro** é constituído pelos seguintes órgãos: grupo cónico/diferencial e redutores finais traseiros (9). A tdf inclui a caixa de velocidades e embraiagem da tdf.



Existe variedade quanto ao modo como a manutenção é efectuada, bem como à periodicidade e produtos a utilizar.

Remete-se para o MANUAL DO OPERADOR de cada tractor os aspectos específicos, pelo que se abordarão apenas os casos mais vulgarmente encontrados.

3.1. Lubrificação de “caixas”/eixo traseiro/tdf

3.1.1. Lubrificantes

Em tractores agrícolas é normal haver um *carter* comum para as “caixas” e eixo traseiro. Desta forma, as engrenagens nas caixas de velocidades/gamas/inversor, na caixa de transferência; no grupo cónico/diferencial traseiro, nos redutores finais traseiros e na caixa de velocidades da tdf, são lubrificados pelo mesmo óleo. Contudo, este óleo ainda cumpre outras funções:

- circula ainda nas embraiagens multidisco da transmissão *powershift* e *powershuttle*;
- circula na embraiagem multidisco da transmissão para a tdf;
- circula na embraiagem multidisco da transmissão para tracção dianteira;
- circula nos travões de disco;
- é o óleo do sistema hidráulico do tractor.

Para satisfazer esta variedade de funções requere-se um óleo especial denominado **Óleos Universais de Transmissão (óleos U.T.T.O.-Universal Tractor Transmission Oil).**

O manual de operador especifica o óleo U.T.T.O. a utilizar, indicando:

- Especificações de viscosidade (classificação de viscosidade SAE);
- Informação técnica referente às exigências na utilização (classificação API);

- Especificações impostas pelos próprios construtores de tractores e ou de transmissões.

A classificação API (*American Petroleum Institute*) de óleos para transmissões apresenta seis categorias, GL1 a GL6, sendo a categoria GL4 e GL5 as mais utilizadas em tractores.

Exemplo de especificações de um óleo UTTO:

SAE 10W-30

API GL4

Massey Ferguson - M1143 & M1135

New Holland Ford - M2C 134D

John Deere - J 20C

ZF TE ML 06&B&07B

Existem ainda lubrificantes denominados **Óleos STOU (Super Tractor Oil Universal)** que, para além da lubrificação da transmissão (caixa de velocidades, diferencial e redutores finais), arrefecimento de embraiagens e travões multidisco, fluído do sistema hidráulico do tractor, pode ser usado na lubrificação do próprio motor do tractor.

Para os utilizadores, os óleos STOU evitam erros por troca dos óleos, eliminam a contaminação de óleos diferentes no mesmo vasilhame e simplificam a gestão de stocks no parque de óleos da herdade.

Exemplo de especificações de um óleo STUO:

SAE 10W-40

ACEA E2

API CE/CF4/GL4

Massey Ferguson - M1135&M1139&M1144

New Holland Ford - M2C 159B

John Deere - J 27

Allison C4

Caterpillar TO-2

ISO HV 68/100

No exemplo anterior pode observar-se na classificação API a dupla missão de óleo de lubrificação de motor e de transmissão.

3.1.2. Bujões e indicadores de nível

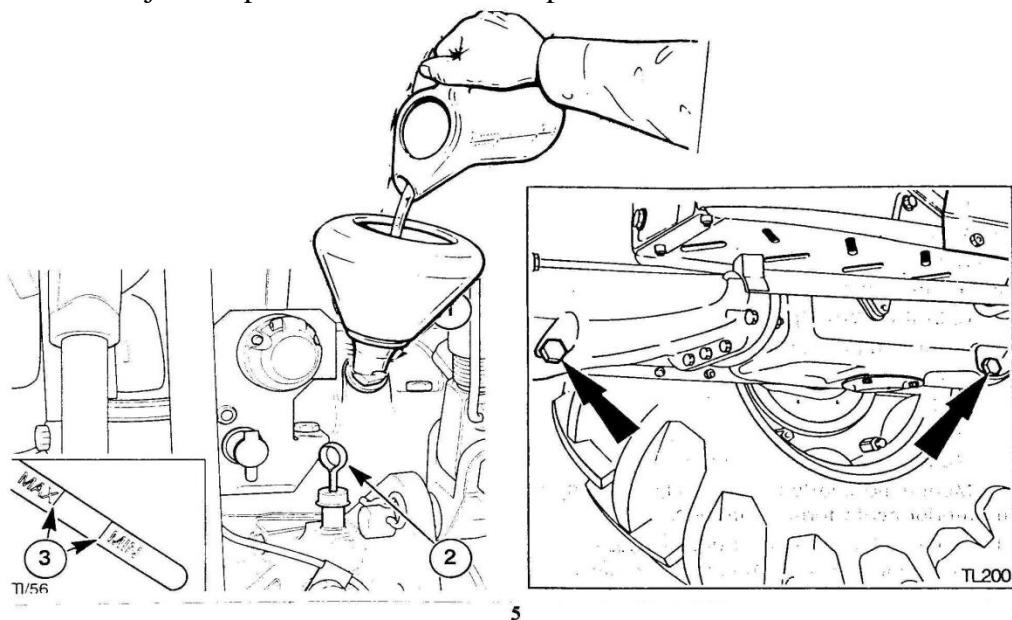
Como já foi referido, a lubrificação destes dois grupos é efectuada a partir de um *carter* comum. Além disso, este óleo é também o óleo do sistema hidráulico.

Um bujão, normalmente na traseira do tractor, permite o enchimento do *carter*:



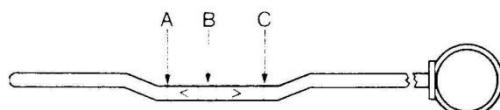
Tractores e Equipamentos Automotizes 2011/12 – Tractor Fendt 415 Vario

Um ou mais bujões na parte inferior do *carter* permite retirar o óleo do sistema.



5

Periodicamente o nível do óleo deverá ser verificado, o que é normalmente feito através de uma vareta.



«A» — Marca do nível mínimo.

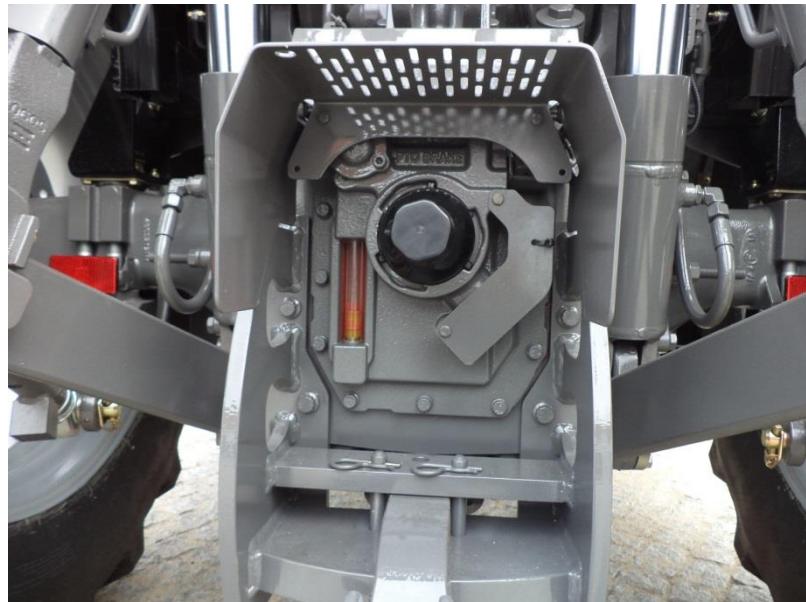
Nunca deixa que o nível seja inferior a esta marca.

«B» — Marca do nível normal.

«C» — Marca do nível máximo.
Atestar até esta marca sempre que utilizar o sistema hidráulico auxiliar ou alfaias que requeiram um elevado volume de óleo

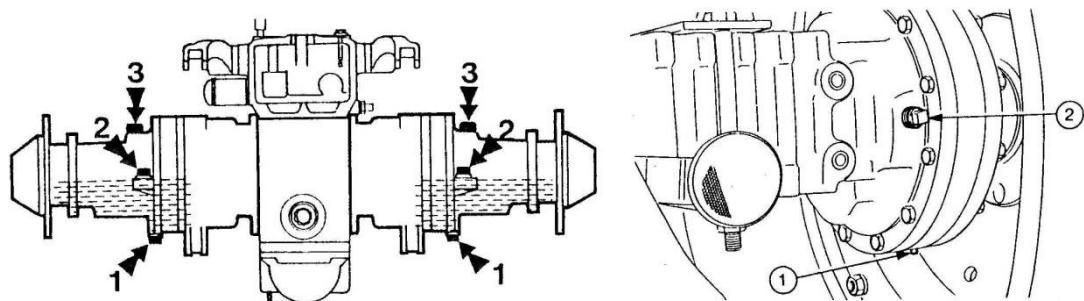
Por vezes é mencionado no MANUAL DE OPERADOR e vem indicado na vareta, um nível de óleo correspondente a um excesso que se deve colocar sempre que o tractor trabalhe com o SERVIÇO EXTERNO DO SISTEMA HIDRÁULICO alimentando circuitos de alfaias que requerem muito óleo. Assim não haverá perigo de faltar óleo para a lubrificação da transmissão.

Em alternativa à vareta, poderá existir um bujão para inspecionar o nível ou um visor transparente.



Visor transparente indicador do nível do óleo da transmissão/sistema hidráulico do tractor MF 5610 (2014)

Há tractores cujos redutores finais traseiros possuem um *carter* próprio, separado do principal (um de cada lado do eixo traseiro). A figura seguinte mostra um destes casos, sendo realçado um bujão na parte inferior de cada redutor para retirar o óleo (1), um bujão na face do redutor para verificar o nível (2) e um bujão no topo para o enchimento (3). Em certos casos o enchimento faz-se pelo bujão de nível.



3.1.3. Filtros

Existem várias modalidades no que respeita à localização e manutenção dos filtros de óleo da transmissão/sistema hidráulico. A figura seguinte mostra o filtro de pressão (A) e o filtro de retorno (B) do óleo da transmissão, ambos situados na traseira do tractor. A sua mudança será efectuada de acordo com as indicações constantes no Manual de Operador do tractor.



Tractores e Equipamentos Automotizes 2010/11 -Tractor Valtra N82

No interior encontra-se o elemento filtrante substituível (tipo *cartridge*):

Existem casos em que o elemento filtrante lavável em gasóleo:



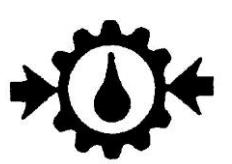
www.wixfilters.com

A figura seguinte mostra o filtro de óleo de transmissão tipo *canister* (de enroscar):



<http://m-and-d.com>

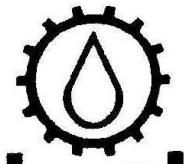
Os tractores dispõem de luzes de monitorização da transmissão:



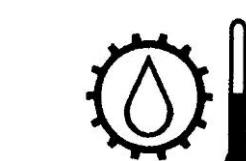
pressão do óleo da transmissão



filtro de óleo da transmissão colmatado



temperatura do óleo de transmissão:



3.1.4. Radiadores do óleo da transmissão/sistema hidráulico

Frequentemente os tractores dispõem de um radiador do óleo da transmissão/sistema hidráulico no sentido de manter controlada a temperatura do óleo.



Tractores e Equipamentos Automotrices 2010/11 -Tractor Valtra N82

Este radiador está situado à frente do radiador da água do motor para receber a mesma corrente de ar de arrefecimento. Periodicamente o seu ninho deve ser limpo com ar comprimido.

No sentido de facilitar a limpeza dos radiadores situados na frente do tractor, existem mecanismos de separação dos diferentes radiadores.



Tractores e Equipamentos Automotizes 2010/11 -Tractor Valtra N82

3.2. Lubrificação do eixo dianteiro

3.2.1. Lubrificantes

Com utilização mais limitada em tractores agrícolas, mas muito utilizados em cárter de engrenagens de alfaia, existem os óleos denominados **óleos de engrenagens (gear oil)**. Em tractores agrícolas podem ser recomendados para a lubrificação do grupo cónico/diferencial e dos redutores finais de eixos dianteiros e, ainda na lubrificação dos redutores finais de eixos traseiros apenas no caso destes terem *carter* separado do resto da transmissão traseira.

Exemplo de especificações de um óleo de engrenagem (*gear oil*):

SAE 80W-90

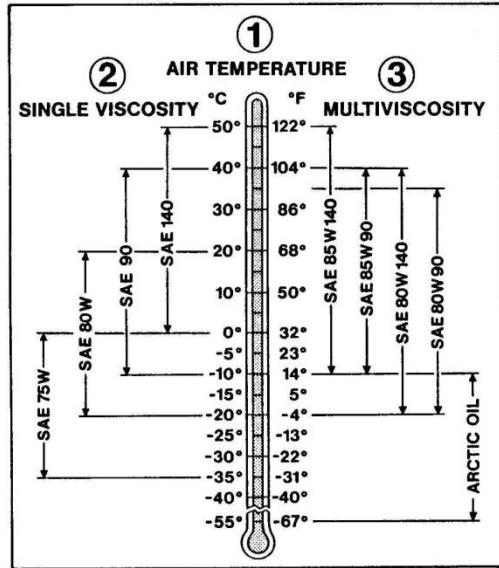
API GL5

A SAE classifica os óleos de engrenagens em 6 graus de viscosidade, sendo 3 graus referentes a óleos com viscosidade adequada para condições ambientais de temperaturas altas (SAE 90, 140 e 250) e 3 graus referente a óleos com viscosidade adequada para condições ambientais de temperaturas baixas (SAE 75W, 80W e 85W).

O óleo SAE 75W tem características de viscosidade que o tornam adequado, exclusivamente, para uma utilização nas condições ambientais de temperaturas muito baixas. Em oposição, o óleo SAE 250 tem características de viscosidade que o tornam adequado, exclusivamente, para uma utilização nas condições ambientais de temperaturas muito altas.

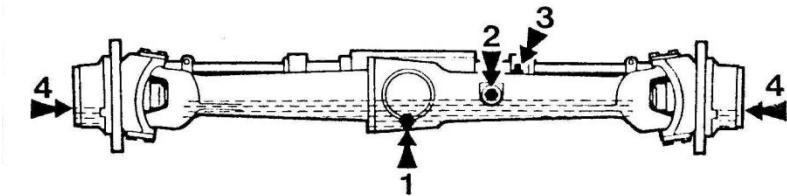
Um óleo de engrenagem com a classificação SAE 85W-90 (ou SAE 85W-140) tem características de viscosidade que o tornam apto para uma utilização quer em condições ambientais frias (Inverno), quer em condições ambientais quentes (Verão), isto é, poder ser utilizado o ano inteiro.

Atendendo a que os tractores são vendidos para diversas partes do globo, com diferentes características climáticas, é frequente encontrar-se nos **MANUAIS DE OPERADOR** informação como a que seguidamente se apresenta, a qual permite, claramente, verificar a aptidão dos óleos SAE 90 e SAE 85W-90 para as condições ambientais de Portugal.



3.2.2. Bujões e indicadores de nível

O grupo cónico/diferencial dianteiro dispõe de um bujão inferior (1) e de um bujão superior (3) para a mudança do óleo:



Um bujão situado na face (2) permite a verificação do nível.



Cada um dos redutores finais dianteiros dispõe de um bujão na sua face (4):

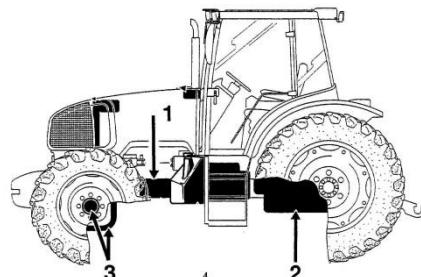


Tractores e Equipamentos Automotrices 2011/12 – Tractor Fendt 415 Vario

A posição mostrada na figura anterior permite verificar o nível e introduzir óleo recorrendo a uma seringa de lubrificação. Rodando a roda, por forma a posicionar o bujão na parte inferior, permite retirar o óleo.

3.3. Exemplo de quadro de manutenção

O exemplo seguinte foi adaptado directamente de um MANUAL DE OPERADOR



ÓRGÃO	CAPACIDADE	ÓLEO / CARACTERÍSTICAS
Motor (1)	Mínimo 20 litro Máximo 28 litro	ELF TRACTORENAULT SDM óleo multigraduado SAE 15W-40 para motor Diesel, satisfazendo as seguintes especificações: ACEA E2.96 ; API CG4 ; MIL-L 2104E ; MIL.- L 46152C
Transmissão traseira e sistema hidráulico (2)	105 litro	ELF TRACTORENAULT G.A12 Óleo específico para transmissões mecânicas com embraiagens e travões a disco imersos em óleo. Óleo homologado segundo: GIMA M-1143 ; ALLISON C4 ; API GL4 ; MIL-L 2105
Transmis. dianteira (3) Diferencial Redutor final	6 litro 1.5 litro (cada)	TRANSELF BLS 90 Óleo para extrema pressão, com capacidade de lubrificar diferenciais autobloqueantes ou deslizamento limitado. API GL5 ; MIL-L 2105D

No exemplo anterior observe-se que os MANUAIS DE OPERAÇÃO podem dirigir o utilizador para determinada marca e respectivo produto. No entanto, respeitando

claramente a indicação da **informação técnica** referente ao óleo a utilizar, pode optar-se por escolher outra marca de lubrificante.

Se a informação técnica nos **MANUAIS DE OPERAÇÃO** não for clara, o utilizador do tractor deve apoiar-se no aconselhamento, quer do agente que representa a marca do tractor, quer dos serviços de apoio ao cliente da marca de lubrificantes que tem em vista.

4. Segurança

4.1. Conjunto tractor e semi-reboque a descer um declive

Esta situação de trabalho carece de atenção particular, uma vez que é pode resultar em acidentes muito graves. Por outro lado a exploração florestal, normalmente em locais de grande relevo, faz uso do conjunto tractor agrícola e semi-reboque florestal.

Nestas condições o operador do tractor deverá:

Antes de iniciar o declive, engrenar uma mudança da gama baixa;

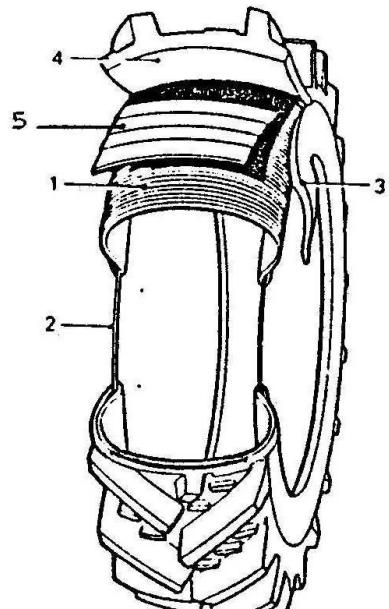
Antes de iniciar o declive, ligar a tracção dianteira;

Antes de iniciar o declive, ligar a tracção do semi-reboque.

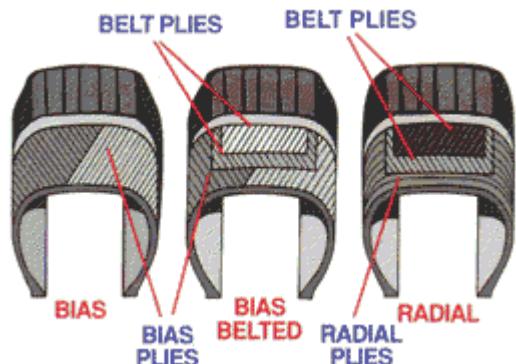
Travar com o motor; usar moderadamente os travões

5. Pneus

5.1 Construção



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



<http://www.4crawler.com/Diesel/Tires.shtml#INTRODUCTION>

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. Conforme o modo como o fio está enrolado, os pneus dizem-se de construção **diagonal (Bias)** ou de construção **radial**.

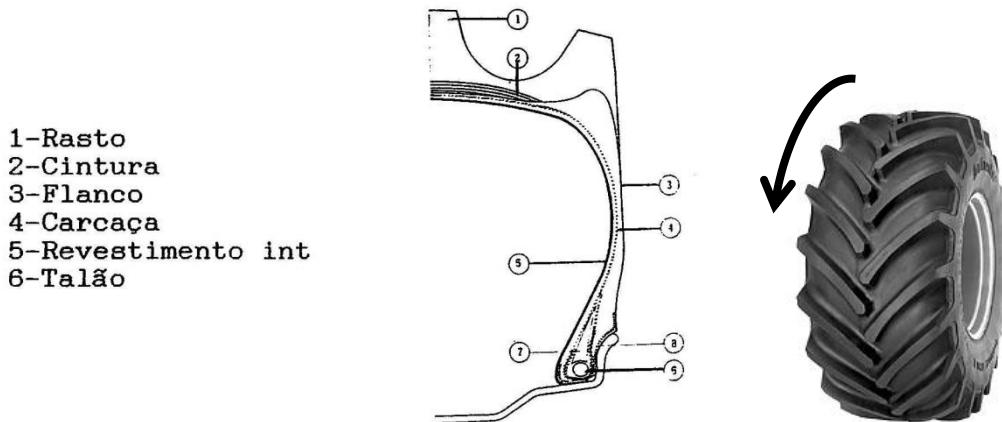
A construção radial tem hoje maior difusão nos pneus de tracção, enquanto a construção diagonal é utilizada em pneus não motores (pneus do eixo frontal de tractores de 2RM). Ambos os tipos de construção são usados em pneus de semi-reboques.

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.

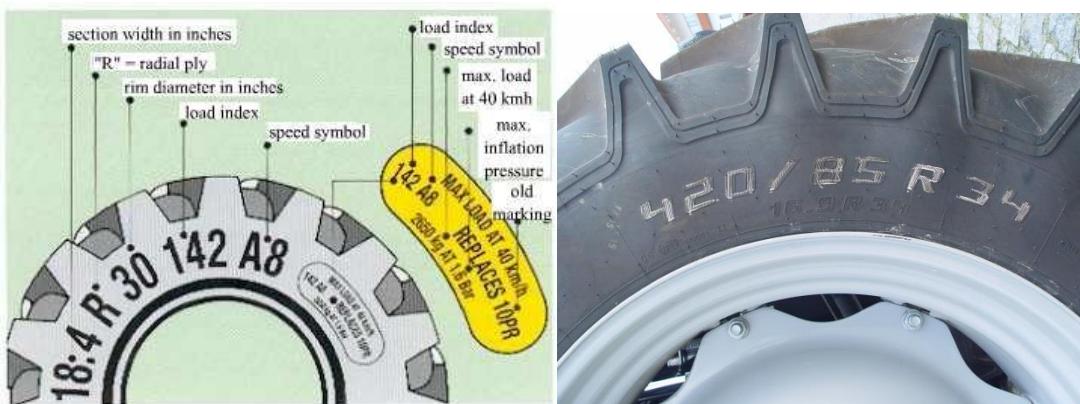
O espaço interior do pneu está revestido de borracha impermeável ao ar (pneu Tubless), já que este espaço se destina a ser ocupado com ar comprimido.



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

5.2. Dimensões dos pneus

5.2.1. Pneus de tracção de construção radial



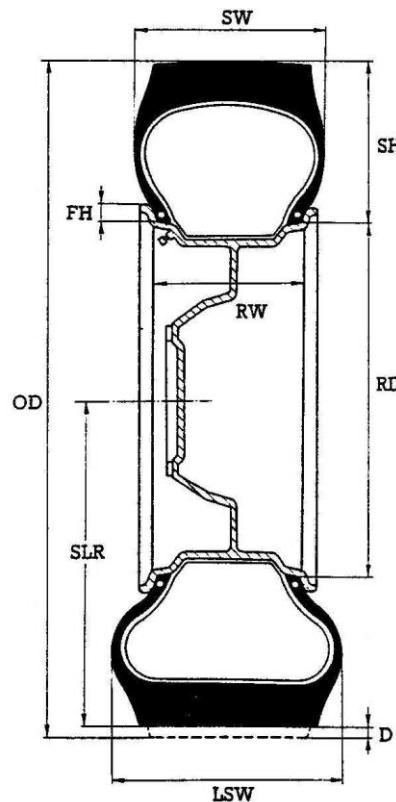
<http://winntyres.co.uk/loadnspeed.htm>

http://www.tyretteam.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;

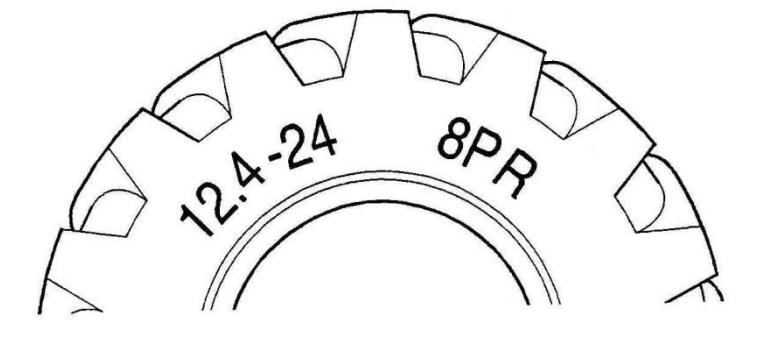
- O número apresentado a seguir ao R é, sempre em polegadas, o diâmetro exterior da jante onde o pneu é montado, RD na figura seguinte;



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.

5.2.2. Pneus de tracção de construção diagonal



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.

5.2.3. Pneus direccional, não motor



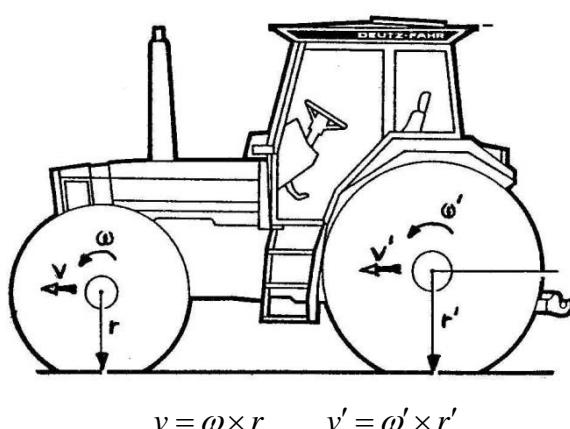
<http://www.titanstore.com/store/agricultural.html>

As marcações neste tipo de pneus seguem um modelo semelhante ao apresentado anteriormente. Assim uma marcação 6.00 - 16 6PR, significa que o pneu tem 6 polegadas entre flancos, é montado numa jante com 16 polegadas de diâmetro externo. O seu valor de *Ply Rating* é de 6.

5.3. 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.



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

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.

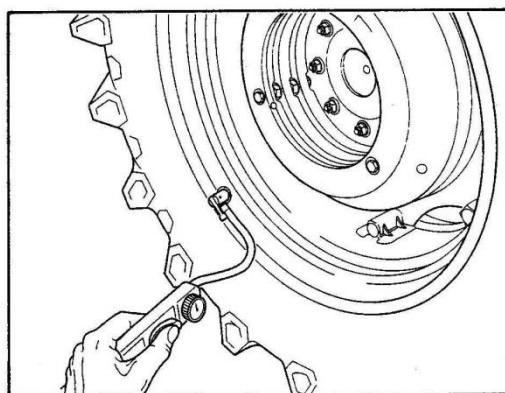
Dito de outro modo, num tractor de 4RM, as medidas dos pneus do eixo frontal e as medidas dos pneus do eixo traseiro obedecem a uma relação.

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.

5.4. 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		CONTENANCE EN LITRES D'EAU A 75 %	VITESSE en km/h	PRESSIONS (bar) & CHARGE MAXI (kg) PAR PNEU								
Indice de charge/Symbole vitesse (Pneu standard équivalent)				Tenir compte de la charge et du type de travail à réaliser pour ajuster les pressions*								
480/70 R 30 ★ TL		298	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	2,1		
141 A8/138 B (16.9 R 30)▲			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 correção 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-Fahr 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 consequentemente 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:

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

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

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

5.5. Pneus especiais

Para que o tractor/alfaia possa cumprir com maior eficácia as diferentes operações culturais a que se destina, terá por vezes de ser equipado com pneus especiais. As figuras seguintes ilustram situações em que os tractores foram equipados com jantes e pneus que lhe permitem trabalhar eficazmente nas tarefas particulares que têm de desempenhar:

5.5.1. Pneus estreitos

Pneus estreitos (*row crop tyres*) para trabalhos de controlo de infestantes; adubação de culturas já instaladas



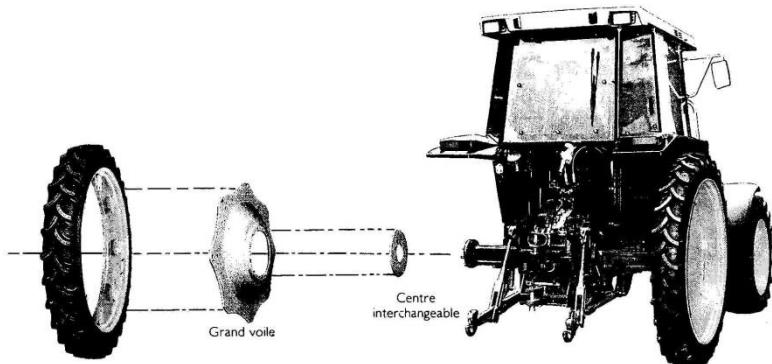
EXEMPLO

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

DIMENSIONS		PRESSIONS (bar) & CHARGE MAXI (kg) PAR PNEU								
VITESSE en km/h	▼	Tenir compte de la charge et du type de travail à réaliser pour ajuster les pressions*								
		1,8	2,2	2,4	3	3,4	3,6	3,8	4,2	4,4
10	1610	1800	1900	2180						
30	1440	1610	1700							
40	1350	1520	1600							

11.2 R 38 ★★ TL
124 A8/135 A2

As tabelas anteriores, adaptadas de um catálogo de um fabricante de pneus, mostram a informação referente ao pneu da medida 480/70R30 e ao pneu estreito da medida 11.2 R 38, que é o pneu recomendado para o substituir quando se tiver que optar por uma medida estreita.

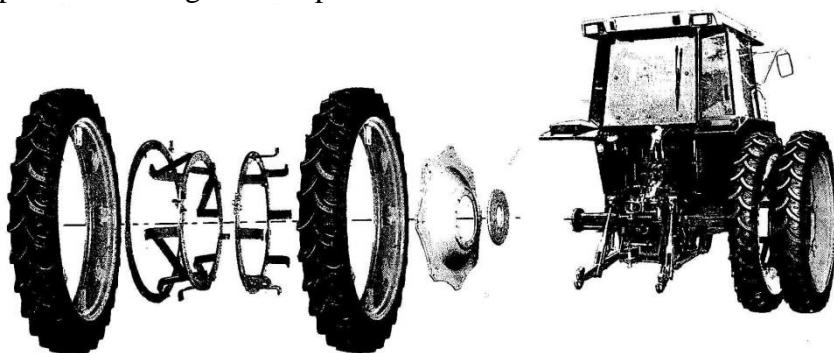


Podemos verificar da tabela que se o pneu estreito tiver que suportar a mesma carga vertical de 2200daN, então, em trabalho de campo (até 10km/h), a pressão mínima recomendada é de 3.0bar, à qual este pneu ainda poderia suportar o valor próximo de 2180daN de carga.

Em transporte por estrada a 30km/h ou 40km/h, a carga não poderia ser transportada, porque o máximo de pressão recomendada para transporte de estrada para este pneu é de 2.4bar, pressão à qual o pneu suporta uma carga máxima de 1600 a 1700daN.

Provavelmente o agricultor optaria por efectuar por estrada apenas o transporte do tractor, transportando a alfaia à parte. Isto reduziria de certo a carga sobre o pneu por forma e poder circular na estrada.

Em trabalho de campo a pressão de 3.0bar poder-se-á revelar elevada, provocando sulcos no solo e consequente compactação. O agricultor poderá optar por pneus gémeos da mesma medida. A carga de 2200daN, agora distribuída por dois pneus, permite, como se pode ler na tabela anterior, a utilização da pressão mínima a que estes pneus podem trabalhar, cujo valor é de 1.8bar. A esta pressão os pneus gémeos poderiam mesmo suportar uma carga bem superior.



Notar bem: nas decisões relativas à alteração de medidas do conjunto pneu/jante o utilizador do tractor pode e deve apoiar-se no aconselhamento, quer do agente que representa a marca do tractor, quer do serviço de apoio ao cliente da marca de pneus que tem em vista.

5.5.2. Pneus largos

Pneus largos (baixa pressão – *Flotation tyres*) para trabalhos de preparação de solo e sementeira evitando compactação do solo:



EXEMPLO

Um tractor vem equipado de série com o pneu traseiro 480/70R34.

A correspondente medida de pneu largo é: 600/70R30.

As tabelas seguintes, retiradas de um catálogo de um construtor de pneus, dão informação dos valores pressão / carga dos pneus.

Pneu 480/70R34

	Carga máxima (kg)							
	Pressão (bar)							
km/h	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.1
10				2670	2910	3160	3400	4010
30	1350	1910	2120	2330	2530	2740	2950	
40		1780	1970	2160	2350	2540	2725	

Pneu 600/70R30

	Carga máxima (kg)							
	Pressão (bar)							
km/h	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.1
10				3540	3870	4190	4510	5330
30	1730	2470	2730	3000	3270	3530	3800	
40		2310	2560	2800	3050	3300	3550	

Se no eixo traseiro o tractor tiver 6800kg de carga, então a tabela indica a pressão de trabalho (10km/h) de 1.6bar com o pneu de série e 1.0bar com o pneu largo.

Em alternativa pode geminar-se o pneu de série, ficando a operar igualmente com 1.0bar.



O conjunto pneu/jante é pesado, pelo que em operações de mudança de pneus ou de ligação de pneus gémeos, adopte meios que permita efectuar a operação em segurança.



<http://www.farmerstyre.co.uk/>

5.6. Outros tipos de pneus

Pneus florestais para trabalho de tractor agrícola em tarefas florestais:



Pneu *Grassland* para trabalho de tractor agrícola em manutenção de espaços verdes:



Pneu para trabalhos públicos (trabalhos sobretudo em estrada: exemplo com tractor versão municipal)



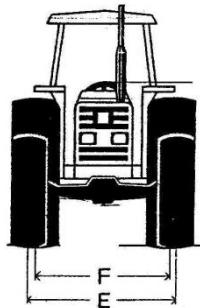
5.7. Outros tipos de rodados

Para certas aplicações específicas, como a “rebaixa” em canteiros de arroz, são usadas rodas de construção em aço como as ilustradas na figura seguinte:



6. 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.



6.1. Necessidade de alteração da bitola

A bitola é por vezes alterada para adaptar o tractor a:

- 1) Culturas em linha:



- 2) Compatibilidade com a largura de trabalho das máquinas de colheita:



Campo de Tomate. Visita de estudo à herdade do Falcão (2014-2015)



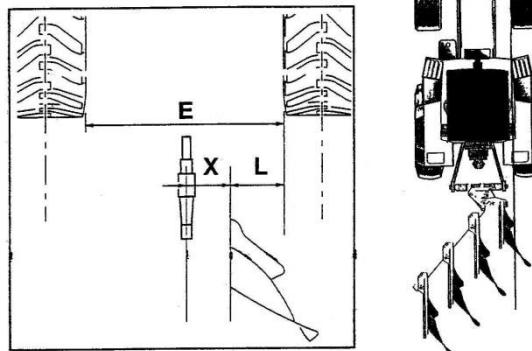
Cultura da batata

3) Linhas de tráfego:



4) Necessidades específicas da alfaia, como por exemplo a charrua que se segue:
A distância entre os flancos internos dos pneus traseiros (E) de um tractor agrícola para trabalho com uma charrua de aivecas, reversível, é determinada pela expressão seguinte:

$$E = (L + X) \times 2$$



L é a largura de relha e X a distância transversal da chapa de encosto do 1º ferro ao eixo de rotação da charrua. Torna-se, assim necessário adaptar a bitola para garantir que a ponta externa da relha do primeiro ferro esteja alinhada com o flanco interno do pneu traseiro, condição essencial para lavrar com a roda no rego.

A bitola do eixo da frente deverá ser igualmente adaptada para que os flancos internos dos pneus dianteiros e traseiros estejam na mesma linha.

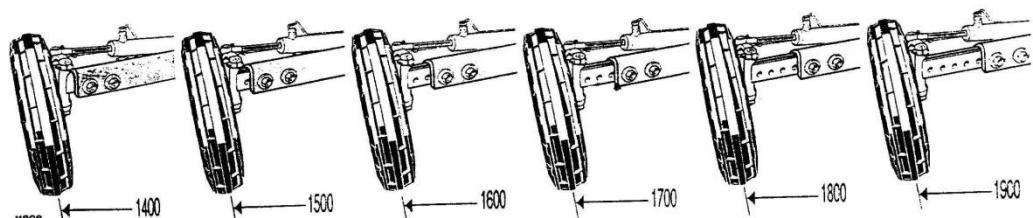


6.2. Alteração da bitola em eixos de rodas não motoras

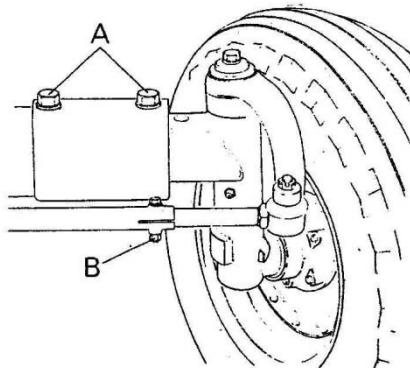


Curso de Operadores de Máquinas Agrícolas 2006

Nos tractores de 2RM o eixo frontal é telescópico, permitindo ser aparafusado em diversas posições, como se indica na figura.



Com a alteração da via há que proceder ao ajustamento das barras transversal e longitudinal da direcção, seguindo as indicações a esse respeito no MANUAL DE OPERADOR



A – Parafuso de fixação do eixo; B – Parafuso de fixação da barra de direcção

6.3. Alteração da bitola em eixos de rodas motoras

6.3.1. Jante formada por componentes aparafusados



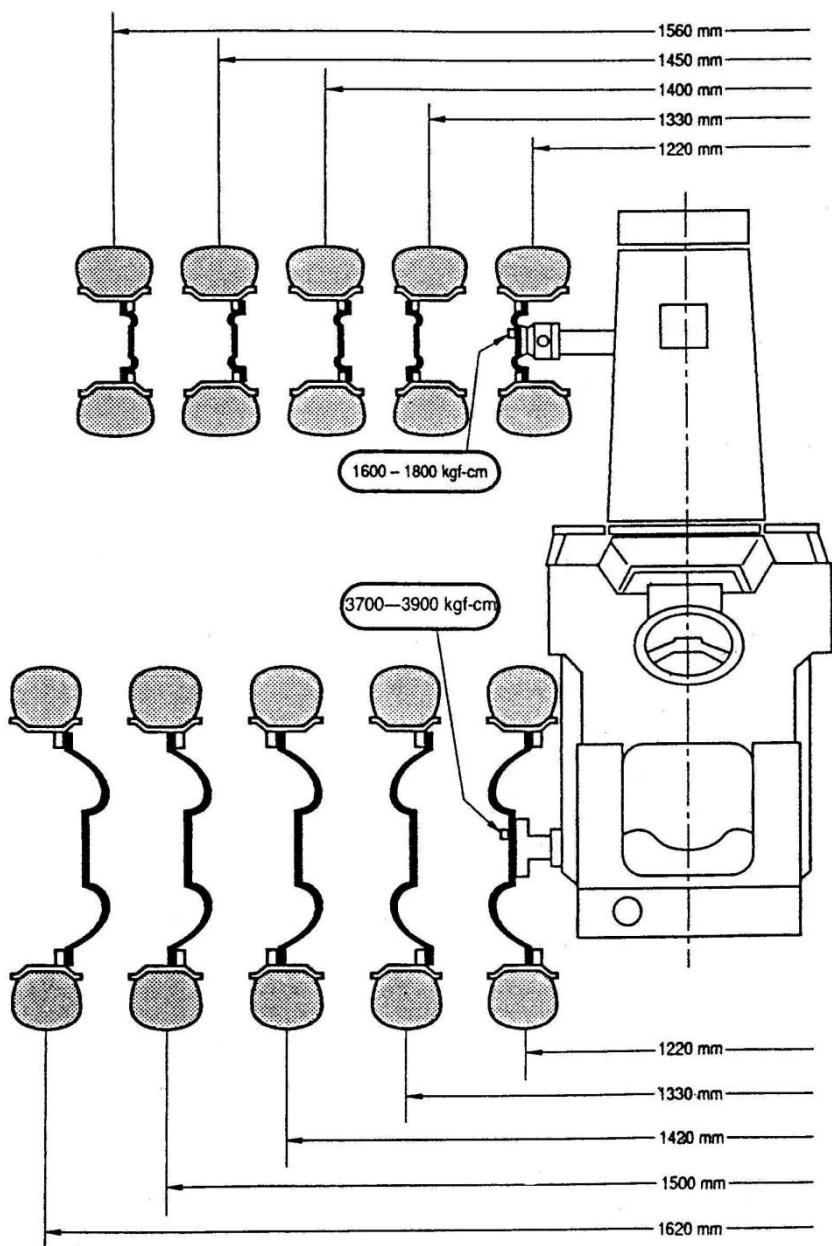
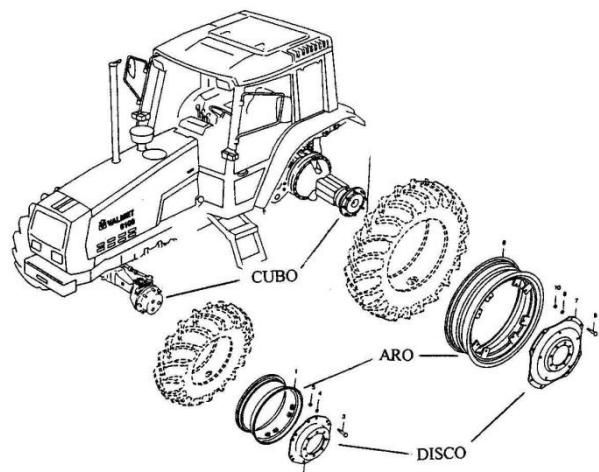
Tractor Deutz Fahr Agrofarm 420 – 2009/2010

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.



6.3.2. 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

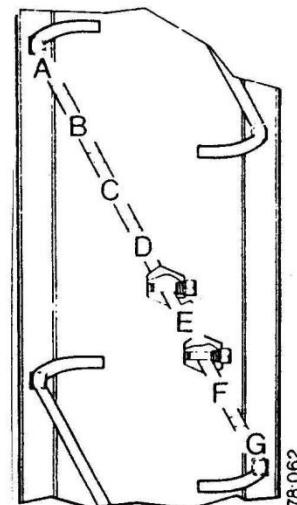
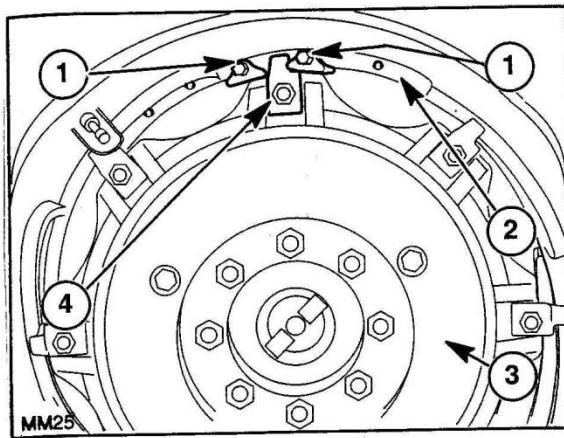
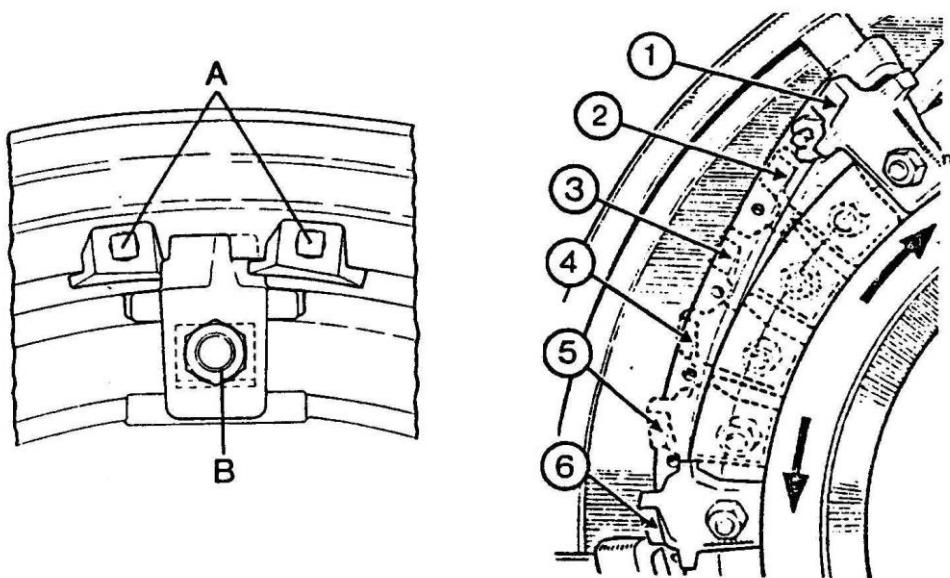


FIGURE ■ POWER ADJUSTED WHEELS

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.

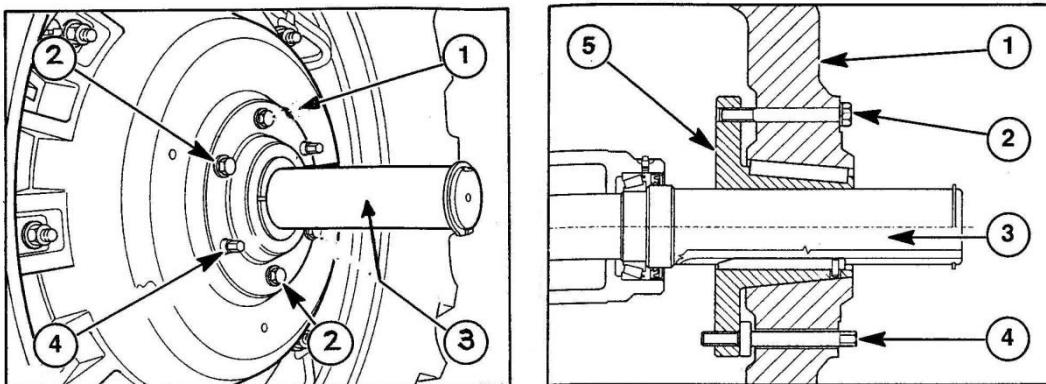
Pormenores da operação, bem como os valores de bitola conseguidos em cada posição possível ao longo das calhas, encontram-se no **MANUAL DE OPERADOR**.

6.3.3. Ligação com manga de aperto cónica



Plantador florestal R&O em plantação de eucalipto no Uruguai

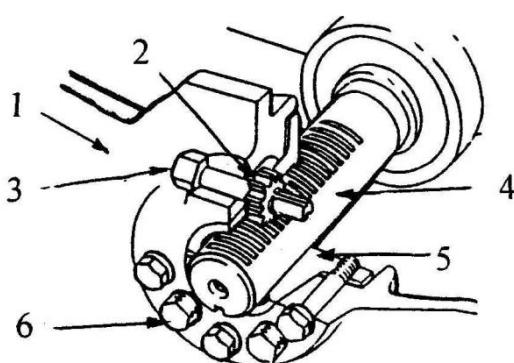
Neste processo o conjunto pneu/jante (1) esta apafusado a uma manga cónica (5) que está apertada no semi-eixo (3). Se o aperto da manga no semi-eixo for neutralizado, então o conjunto pode ser deslocado axialmente no semi-eixo e re-apertado noutra posição (nova bitola).



O Manual de Operador descreve as operações necessárias para aliviar o aperto da manga cónica no semi-eixo.

6.3.4. Sistema carroto e cremalheira

Para promover o deslocamento axial do conjunto pneu/jante alguns sistemas possuem um par constituído por um carroto e uma cremalheira, como mostra a figura seguinte, estando o carroto (2) inserido na manga de aperto e a cremalheira talhada no semi-eixo (4). É através do parafuso (3), solidário com o carroto, que se efectua o ajustamento da bitola.



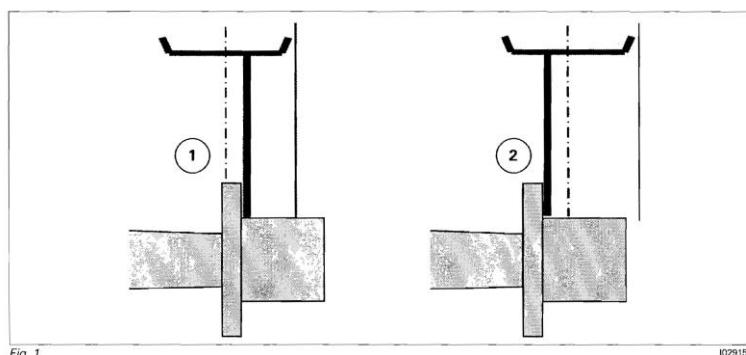
Do mesmo modo que nas jantes P.A.V.T., a vantagem deste processo de alteração da bitola, reside no facto do conjunto da jante e pneu não necessitar de ser retirado do tractor, aspecto importante em tractores de média e elevada potência, em que o conjunto pneu/jante têm um peso considerável.

6.3.5. Jante soldada



Tractor usado nas aulas no ano lectivo de 2001/2002

Neste tipo de jante, constituída por uma peça inteiriça, a alteração da bitola é só possível trocando o pneu do lado direito com o pneu do lado esquerdo, o que permite 2 únicas dimensões de bitola:



7. Outras leituras

Claude Culpin, *Farm Machinery*, Read Books, 2008.

http://www.firestoneag.com/agricultural_tires.asp

<http://www.firestoneag.com/techbulletins.asp>

<http://www.4crawler.com/Diesel/Tires.shtml#INTRODUCTION>

<http://www.ostlestyres.co.uk/uniroyal-agri.html>

<http://tfe.goodyear.co.uk/services/tyreguide/optitrac.html>

http://www.firestoneag.com/tiredata/info/info_hydro_1.asp