

A red tractor is shown in a field of dry, golden-brown grass. The tractor is viewed from a low angle, emphasizing its large rear wheel and smaller front wheel. The background shows a cloudy sky. The entire image is framed by a white border.

Curso
***Operador
Trator***

Central de Cursos do Brasil

Uberlândia/MG

APRESENTAÇÃO

O SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – é uma instituição prevista na Constituição Federal e criada pela Lei n.º 8.315, de 23/12/1991. Tem como objetivo a formação profissional e a promoção social do homem do campo para que ele melhore o resultado do seu trabalho e com isso aumente sua renda e a sua condição social.

No Paraná, o SENAR é administrado pela Federação da Agricultura do Estado do Paraná – FAEP – e vem respondendo por amplo e diversificado programa de treinamento.

Todos os cursos ministrados por intermédio do SENAR são coordenados pelos Sindicatos Rurais e contam com a colaboração de outras instituições governamentais e particulares, prefeituras municipais, cooperativas e empresas privadas.

O material didático de cada curso disponibilizado pelo SENAR é preparado de forma criteriosa e exclusiva para seu público-alvo, a exemplo deste manual. O objetivo é garantir que os benefícios dos treinamentos se consolidem e se estendam. Afinal, quanto maior o número de trabalhadores e produtores rurais qualificados, melhor será o resultado para a economia e para a sociedade em geral.

Agradecemos ao SENAR Administração Central por contribuir de forma relevante com o conteúdo deste manual e também à FATEC Pompéia/SP que viabilizou a infraestrutura, equipamentos e pessoal para a produção das imagens.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1 ASPECTOS LEGAIS E DE SEGURANÇA NA OPERAÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS	13
1.1 SAÚDE DO TRABALHADOR	13
1.2 NORMAS DE SEGURANÇA NO TRABALHO	13
1.3 ACIDENTE E DOENÇA DO TRABALHO	14
1.3.1 Acidente de trabalho	14
1.3.2 Doença do trabalho	14
1.4 AGENTES DE RISCOS NO TRABALHO RURAL	14
1.5 AGENTES DE RISCOS NO TRABALHO COM TRATORES AGRÍCOLAS	16
1.6 SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	17
1.7 USO DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E COLETIVA	19
1.7.1 Equipamentos de Proteção Individual - EPIs	19
1.7.2 Equipamentos de Proteção Coletiva - EPCs	20
1.8 PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA NA OPERAÇÃO E NA MANUTENÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS	20
1.9 NOÇÕES DE PRIMEIROS SOCORROS	24
1.10 MANUAL DO OPERADOR	24
2 O TRATOR AGRÍCOLA	27
2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS TRATORES AGRÍCOLAS	27
2.1.1 Classificação dos traores quanto ao tipo de rodado de pneu	27
2.1.2 Tipos de tratores agrícolas com rodado de esteira	29
2.2 FORMAS DE APROVEITAMENTO DA POTÊNCIA NO TRATOR	30
2.2.1 Barra de tração	30
2.2.2 Tomada de Potência (TDP)	31
2.2.3 Sistema hidráulico	31
3 COMPONENTES DO TRATOR	33
3.1 MOTOR	33
3.1.1 Potência do motor	34
3.1.2 Superalimentação do motor	37
3.2 SISTEMA DE TRANSMISSÃO	41
3.2.1 Embreagem.....	41
3.2.2 Câmbio.....	42
3.2.3 Diferencial.....	43
3.2.4 Redutor final	44
3.3 EIXO DIANTEIRO	45
3.4 SISTEMA DE RODADOS.	46

3.5	SISTEMA DE FREIOS	47
3.6	SISTEMA DE DIREÇÃO	48
3.7	SISTEMA HIDRÁULICO	48
3.7.1	Sistema hidráulico de três pontos	48
3.7.2	Sistema hidráulico de controle remoto	49
3.8	BARRA DE TRACÇÃO	50
3.9	TOMADA DE POTÊNCIA	50
3.10	SISTEMA ELÉTRICO	51
4	POSTO DE TRABALHO DO OPERADOR	53
4.1	ACESSO AO POSTO DE TRABALHO	54
4.2	REGULAGENS DO ASSENTO DO OPERADOR	54
4.3	REGULAGENS DA COLUNA DE DIREÇÃO	55
4.4	CONDICIONADOR DE AR	56
4.5	CHAVE DE IGNIÇÃO	57
4.6	INTERRUPTORES DE LUZES	57
4.7	CONTROLE DO LIMPADOR DO PARA-BRISA	58
5	SIMBOLOGIA EM TRATORES AGRÍCOLAS	59
5.1	SIMBOLOGIA INDIVIDUAL	59
5.2	SIMBOLOGIA CONJUGADA	60
5.3	SIGLAS E ABREVIATURAS	61
5.4	SIMBOLOGIA DO MODO VEÍCULO	61
5.5	SIMBOLOGIA DO MODO OPERAÇÃO	62
6	MEDIDORES E INDICADORES	63
6.1	MEDIDORES DO PAINEL	64
6.2	INDICADORES DO PAINEL	66
7	COMANDOS DE OPERAÇÃO DO TRATOR	71
7.1	ACELERADOR	71
7.2	FREIOS	72
7.3	TRACÇÃO DIANTEIRA	74
7.3.1	Formas de acionamento da tração dianteira	74
7.3.2	Cuidados na utilização da tração dianteira	75
7.3.3	Relações entre a tração dianteira e o sistema de freios	76
7.4	DIREÇÃO	77
7.5	BLOQUEIO DO DIFERENCIAL	78
7.5.1	Acionamento mecânico do bloqueio do diferencial	78

7.5.2	Acionamento eletro-hidráulico do bloqueio do diferencial	79
7.6	ALAVANCAS DO CÂMBIO	80
7.6.1	Tipos de alavancas do câmbio	80
7.6.2	Escolha da marcha de trabalho	84
7.7	EMBREAGEM	86
7.7.1	Tipos de embreagem simples	86
7.7.2	Tipos de embreagem dupla	87
7.8	TOMADA DE POTÊNCIA (TDP)	88
7.8.1	Rotações normatizadas da tomada de potência	89
7.8.2	Tomada de potência com rotação padrão de 540 rpm	90
7.8.3	Tomada de potência com 540E (Econômica)	91
7.8.4	Tomada de potência com rotação de 1000 rpm	92
7.8.5	Tomada de potência com rotação proporcional à velocidade do trator	92
7.8.6	Sistema de partida suave da TDP	93
7.8.7	Sistema de liberação do freio da TDP	94
7.8.8	Formas de acionamento da tomada de potência	94
8	SISTEMA HIDRÁULICO DO TRATOR	97
8.1	SISTEMA HIDRÁULICO DE TRÊS PONTOS	98
8.1.1	Controle de posição	100
8.1.2	Controle de profundidade	101
8.1.3	Controle de ondulação	102
8.1.4	Controle de subida e descida	106
8.1.5	Controle de velocidade de descida	106
8.1.6	Sistema hidráulico de três pontos eletrônico	107
8.2	SISTEMA HIDRÁULICO DE CONTROLE REMOTO	108
8.2.1	Válvula de controle remoto (VCR)	109
8.2.2	Alavancas de controle remoto	112
8.2.3	Capacidade de vazão do trator e exigência do implemento	113
8.2.4	Cuidados na utilização do hidráulico de controle remoto	114
9	REGULAGENS DOS SISTEMAS DE ACOPLAMENTO	119
9.1	REGULAGENS NO TRATOR PARA IMPLEMENTOS ACOPLADOS NOS TRÊS PONTOS	119
9.1.1	Categorias dos pinos de engate	119
9.1.2	Sequência de acoplamento para implemento de três pontos	120
9.1.3	Regulagem dos braços estabilizadores	123
9.1.4	Regulagem dos braços intermediários.....	124
9.1.5	Regulagem do braço do terceiro ponto	125
9.1.6	Furos da barra de levante inferior	126
9.1.7	Furo oblongo do braço intermediário	126
9.2	REGULAGENS NO TRATOR PARA IMPLEMENTOS DE ARRASTO	127

9.2.1	Tipos de barra de tração quanto ao formato	127
9.2.2	Regulagem no comprimento da barra de tração	128
9.2.3	Posições da barra de tração na bandeja	129
9.2.4	Tipos de cabeçalho do implemento	130
9.2.5	Adequação entre o cabeçalho do implemento e a barra de tração do trator	132
9.2.6	Sequência de acoplamento para implemento de arrasto	135
10	BITOLA DO TRATOR	137
10.1	SISTEMAS DE REGULAGEM DA BITOLA	138
10.1.1	Eixo traseiro	138
10.1.2	Eixo dianteiro	140
10.2	VARIAÇÕES DA MEDIDA DA BITOLA	142
10.3	MEDIDA DA BITOLA EM TRATORES COM RODAGEM DUPLA	143
10.4	DETERMINAÇÃO DA MEDIDA DA BITOLA	144
11	ADEQUAÇÃO DO PESO DO TRATOR	147
11.1	FORMAS PARA AUMENTAR A ADERÊNCIA ENTRE O RODADO E O SOLO	147
11.2	FATORES QUE DETERMINAM A QUANTIDADE E A DISTRIBUIÇÃO DE LASTRO NO TRATOR	148
11.3	PREJUÍZOS CAUSADOS PELA LASTRAGEM INCORRETA	148
11.4	RELAÇÃO ENTRE O PESO E A POTÊNCIA DO TRATOR	149
11.5	DISTRIBUIÇÃO DE PESO NO TRATOR	150
11.6	LASTRAGEM SÓLIDA	152
11.7	LASTRAGEM LÍQUIDA	153
12	CLASSIFICAÇÃO DOS PNEUS AGRÍCOLAS	159
12.1	CONSTITUIÇÃO DO PNEU	159
12.2	TIPO DE CONSTRUÇÃO DA CARCAÇA DO PNEU	160
12.3	NOMENCLATURA DO TAMANHO DO PNEU	161
12.3.1	Nomenclatura do tamanho do pneu diagonal	161
12.3.2	Nomenclatura do tamanho do pneu radial	162
12.3.3	Nomenclatura do tamanho do pneu diagonal cintado (BPAF)	163
12.4	TIPOS DE DESENHOS DA BANDA DE RODAGEM DOS PNEUS	164
12.4.1	Desenho da banda de rodagem para tração	164
12.4.2	Desenho da banda de rodagem direcional	165
12.5	CAPACIDADE DE CARGA DO PNEU	166
12.6	ÍNDICE DE VELOCIDADE MÁXIMA DO PNEU	168
12.7	CALIBRAÇÃO DA PRESSÃO DOS PNEUS	169
12.8	CUIDADOS COM OS PNEUS	170

13 FATORES DE DESEMPENHO OPERACIONAL DO TRATOR	171
13.1 AVANÇO DE VELOCIDADE DO EIXO DIANTEIRO	171
13.1.1 Condições para realização do teste	171
13.1.2 Sequência para determinação do avanço do eixo dianteiro	171
13.1.3 Recursos para alterar o percentual do avanço	174
13.2 ÍNDICE DE PATINAGEM DO TRATOR	174
13.2.1 Fatores que causam a patinagem do trator	175
13.2.2 Limites aceitáveis do índice de patinagem	175
13.2.3 Modo prático de observar a patinagem	176
13.2.4 Sequência para determinação do índice de patinagem do trator	176
13.3 SISTEMA DE RODAGEM DUPLA	178
13.4 GALOPE DO TRATOR	179
14 OPERAÇÃO DO TRATOR	181
14.1 ITENS DE MANUTENÇÃO DIÁRIA	181
14.2 FUNCIONAMENTO DO MOTOR	182
14.3 SELEÇÃO DA MARCHA	183
14.4 SELEÇÃO DA ROTAÇÃO DO MOTOR	184
14.5 CUIDADOS AO MOVIMENTAR O TRATOR	185
14.6 CUIDADOS NA OPERAÇÃO DO TRATOR NO PERÍODO DE AMACIAMENTO	185
14.7 LIMPEZA DO TRATOR	186
14.8 CUIDADOS COM O TRATOR EM PERÍODOS INATIVOS	186
15 CONSIDERAÇÕES FINAIS	187
REFERÊNCIAS	189

INTRODUÇÃO

O trator agrícola é um equipamento valioso e presente praticamente em todas as operações agrícolas mecanizadas. Por isso, a sua correta operação é imprescindível para otimizar o seu rendimento e diminuir o seu custo.

Este material descreve os procedimentos necessários para a realização da operação e aproveitamento dos recursos tecnológicos oferecidos pelo trator, de forma detalhada e generalizada para diferentes marcas e modelos.

Atende ao conteúdo programático exigido pelas normas regulamentadoras na capacitação de operadores, abordando os aspectos legais e de segurança na operação do trator, preservando a saúde e a segurança do trabalhador, o que irá interferir na melhoria da qualidade e produtividade das operações agrícolas.

Trata também da constituição do trator como veículo e como fonte de energia para movimentação dos órgãos ativos dos implementos agrícolas nele acoplados. Descreve os itens do posto de operação, com seus indicadores, medidores e a utilização dos comandos operacionais.

Aborda o manuseio dos sistemas hidráulicos, regulagens de acoplamento do implemento ao trator, a adequação do trator às diferentes operações agrícolas e ressalta os fatores de desempenho operacional do trator.

Além deste material, é indispensável que o operador tenha sempre em mãos o manual do operador específico. Este deve ser sempre consultado, para ajudar o operador a sanar possíveis dúvidas com relação ao bom funcionamento do trator.

Por intermédio de treinamentos, com capacitação e atualização do operador é possível aproveitar todos os recursos que o trator oferece, melhorando a qualidade do trabalho, evitando quebras, aumentando o rendimento, garantindo uma maior vida útil do equipamento e, conseqüentemente, reduzindo o custo operacional.

1 ASPECTOS LEGAIS E DE SEGURANÇA NA OPERAÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS

A Norma Regulamentadora 31/2005 (BRASIL, 2005) e a Portaria do MTE n.º 2.546/2011 (BRASIL, 2011), que altera o item 31.12 Segurança no Trabalho em Máquinas e Implementos Agrícolas traz considerações sobre a capacitação dos trabalhadores visando ao manuseio e à operação segura de máquinas e implementos (Itens 31.12.74 ao 31.12.82). O item 31.12.77 trata do conteúdo programático mínimo a ser trabalhado na capacitação de operadores de máquinas autopropelidas e implementos.

A Norma Regulamentadora 12/2010 (BRASIL, 2010a) (itens 12.135 ao 12.147) e o seu Anexo II (Conteúdo programático da capacitação), também traz as considerações sobre o conteúdo programático e os procedimentos da capacitação do trabalhador.

Por isso, antes de entender o trator agrícola e a sua operação se faz necessário conhecer também os aspectos legais sobre a operação com tratores, as normas de segurança, os agentes de risco no trabalho, os procedimentos de segurança na operação e o manual do operador.

1.1 SAÚDE DO TRABALHADOR

A saúde é o maior patrimônio do trabalhador e cabe a ele preservá-la, atentando para as condições do seu trabalho. Ao empregador cabe oferecer todos os meios para que o trabalho realizado pelo empregado ocorra amparado por todos os recursos possíveis a fim de preservar a integridade física do trabalhador.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (2016), "Saúde é um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não consiste apenas na ausência de doença ou de enfermidade".

A saúde é o resultado das condições de alimentação, educação, renda, meio ambiente, trabalho, transporte, emprego, lazer, liberdade, acesso a serviços de saúde, formas de organização social e de produção.

A preservação da saúde não traz vantagem maior a não ser aos próprios trabalhadores.

1.2 NORMAS DE SEGURANÇA NO TRABALHO

Segurança é um conjunto de medidas que são adotadas visando minimizar os acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, bem como proteger a integridade e a capacidade de trabalho do trabalhador (ALBUQUERQUE, 2012).

O operador do trator deve estar capacitado e autorizado para essa função. Para isso, deve ser capaz de compreender as instruções inerentes a sua função, por meio de cursos de formação, e conhecer as normas de segurança relativas ao trabalho que realiza.

Devido aos riscos de acidentes a que o operador rural está sujeito, foram criadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego normas de segurança, que visam diminuir os acidentes no trabalho. Especificamente, no que tange ao assunto de máquinas e implementos agrícolas, citam-se as Normas Regulamentadoras 06/2001, 12/2010 e 31/2005. (BRASIL, 2001; 2010a, 2005).

1.3 ACIDENTE E DOENÇA DO TRABALHO

No ambiente de trabalho o trabalhador está exposto a diversos fatores de riscos que podem ocasionar acidentes ou doenças.

1.3.1 Acidente de trabalho

No âmbito legal, é considerado acidente de trabalho aquele que acontece no exercício do trabalho a serviço da empresa, provoca lesão corporal ou perturbação funcional e pode causar morte, perda ou redução permanente ou temporária da capacidade para o trabalho conforme Lei nº8213/1991.

Segundo Almeida & Blinder (2000), o acidente de trabalho pode ser previsível e prevenível, não sendo assim uma obra do acaso, pois suas causas estão no ambiente de trabalho, desta forma, são passíveis de identificação e neutralização, antes que o acidente aconteça.

As possíveis causas de acidentes de trabalho são o ato inseguro e a condição insegura.

Ato inseguro: é a maneira como as pessoas se expõem, consciente ou inconscientemente, aos riscos de acidentes.

Condição insegura: são condições presentes no ambiente de trabalho que oferecem perigo ou riscos ao trabalhador.

1.3.2 Doença do trabalho

São aquelas que podem ser adquiridas ou desencadeadas pelas condições inadequadas em que o trabalho é realizado e que expõem o trabalhador aos agentes nocivos à saúde.

As doenças do trabalho normalmente ocorrem quando há pequenas exposições ao risco por um período prolongado, podendo aparecer meses ou anos depois.

O trabalhador deve cuidar da sua saúde diminuindo sua exposição aos fatores de risco, pois o fato de não haver sinais ou sintomas de intoxicação imediatos não quer dizer que a doença não possa aparecer no futuro.

1.4 AGENTES DE RISCOS NO TRABALHO RURAL

Os riscos no trabalho rural são inerentes à atividade, por isso o trabalhador deve estar capacitado para o uso dos equipamentos a fim de minimizá-los e assim diminuir os acidentes.

De acordo com o Ministério do Trabalho e Emprego, os riscos no ambiente laboral podem ser classificados em cinco tipos que são identificados por uma cor, o que facilita a sinalização, contribuindo para a segurança do trabalhador.

Quadro 1 – Classificação de riscos.

GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5
RISCOS FÍSICOS	RISCOS QUÍMICOS	RISCOS BIOLÓGICOS	RISCOS ERGONÔMICOS	RISCOS DE ACIDENTES
Ruídos	Poeiras	Vírus	Esforço físico intenso	Arranjo físico inadequado
Vibrações	Fumos	Bactérias	Levantamento e transporte manual de peso	Máquinas e equipamentos sem proteção
Radiações ionizantes	Névoas	Fungos	Exigência de postura inadequada	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
Radiações não ionizantes	Neblinas	Protozoários	Controle rígido de produtividade	Iluminação inadequada
Frio	Gases	Bacilos	Imposição de ritmos excessivos	Eletricidade
Calor	Vapores		Trabalho em turno noturno	Probabilidade de incêndio ou explosão
Vento	Substâncias compostas		Jornadas de trabalho prolongadas	Armazenamento inadequado
Umidade	Produtos químicos em geral		Monotonia e repetitividade	Animais peçonhentos
Pressões anormais			Outras situações causadas por estresse físico ou psíquico	Outras situações de riscos que poderão contribuir para ocorrência de acidentes

Fonte: Brasil (2010a).

1.5 AGENTES DE RISCOS NO TRABALHO COM TRATORES AGRÍCOLAS

Os possíveis riscos e suas medidas preventivas no trabalho com tratores agrícolas estão descritos no Quadro 2.

Quadro 2 – Agentes de riscos no trabalho com tratores agrícolas.

RISCO FÍSICO	Ruído	Fonte geradora	O próprio equipamento. Tratores sem cabine.
		Tempo de exposição	Contínuo
		Medidas preventivas	Uso do protetor auricular e manutenção preventiva no equipamento. Uso de cabines.
	Não ionizante	Fonte geradora	Sol
		Tempo de exposição	Contínuo
		Medidas preventivas	Uso de protetor solar, mangas compridas e trator com cabine.
RISCO QUÍMICO	Uso do trator na operação com sementes, agrotóxicos, fertilizantes e corretivos	Fonte geradora	Manuseio do insumo no abastecimento e na aplicação dos produtos.
		Tempo de exposição	Contínuo
		Medidas preventivas	Uso de EPIs específicos para aplicação desses insumos (máscara própria para produtos orgânicos, jaleco e calça impermeáveis, toca árabe, viseira ou óculos, luvas a base de nitrila e bota de PVC, em alguns casos o uso do avental impermeável).
RISCO BIOLÓGICO	Contaminação com fungos e bactérias	Fonte geradora	Filtro do condicionador de ar da cabine
		Tempo de exposição	Contínuo quando em tratores cabinados
		Medidas preventivas	Manutenção adequada do filtro do condicionador de ar
RISCO ERGOMÉTRICO	Exigência de postura inadequada	Fonte geradora	Posto de trabalho inadequado.
		Tempo de exposição	Durante a operação do trator.
		Medidas preventivas	Readequar o posto de trabalho.

RISCO DE ACIDENTES	Cortes, perfurações e esmagamento	Fonte geradora	Acessórios do implemento (parafusos, pontas de ferro, cantos da máquina, polias, eixo cardam, etc.)
		Tempo de exposição	Acoplamento, inspeção e manutenção do trator.
		Medidas preventivas	Treinamento, uso de luvas e ferramentas adequadas.
	Quedas	Fonte geradora	Entrada e saída do trator. Manutenção do trator.
		Tempo de exposição	Durante a entrada e saída do posto de trabalho.
		Medidas preventivas	Treinamento e adesivos antiderrapantes.

Fonte: Brasil (2010a).

1.6 SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

A função da sinalização de segurança é orientar e condicionar as ações do trabalhador nas situações de risco de acidentes.

O ambiente de trabalho deve ser sinalizado precavendo a segurança e a saúde de todos os trabalhadores.

A sinalização de segurança pode ser dividida em vários grupos, com seus respectivos símbolos.

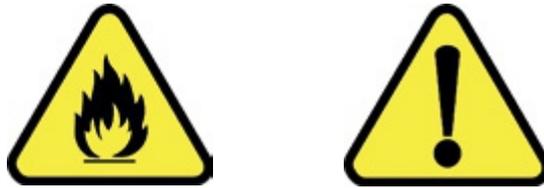
Sinalização de segurança e saúde: fornece indicações ou prescrições relativas à Segurança e Saúde do Trabalho por intermédio de placas, cores, comunicações verbais e sinais luminosos, acústicos ou gestuais.



Sinal de proibição: proíbe um comportamento susceptível de provocar ou se expor a um perigo



Sinal de aviso: adverte sobre um perigo ou um risco.



Sinal de obrigação: impõe um determinado comportamento.



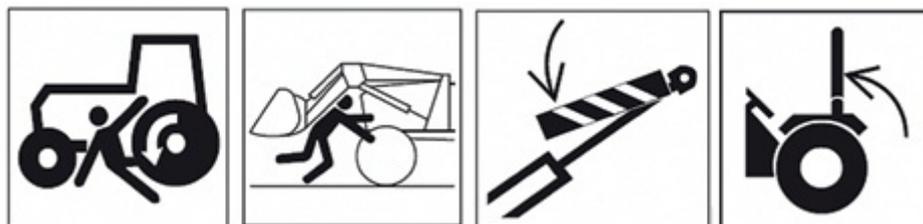
Sinal de salvamento ou socorro: dá indicações de saídas de emergência ou meios de socorro ou salvamento.



Sinal de indicação: fornece indicações não abrangidas por sinais de proibição, aviso, obrigação e de salvamento ou socorro.



Pictogramas dos riscos: fazem a descrição do risco mostrando as consequências de não o prevenir, ou fazem prevenção do risco mostrando como deveria ser prevenido.



A norma NBR ISO 11684/2013 da Associação Brasileira de Normas Técnicas aborda os sinais de segurança e pictogramas do risco que devem ser afixados para tratores, máquinas agrícolas e florestais.

O trator possui vários avisos de segurança que são apresentados em forma de decalques que alertam quanto aos riscos de acidentes. Cada fabricante apresenta os avisos afixados em locais específicos no traor, que estão relatados no seu manual.

Mantenha sempre os decalques de segurança limpos, legíveis e troque-os quando se danificarem.

1.7 USO DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E COLETIVA

Os Equipamentos de Proteção são disponibilizados pelo empregador e têm a função de minimizar os acidentes de trabalho e as doenças ocupacionais, bem como proteger a integridade e a capacidade de trabalho do trabalhador.

1.7.1 Equipamentos de Proteção Individual - EPIs

Os EPIs são componentes desenvolvidos para a função específica de proteção de partes do corpo do trabalhador, quando em execução de uma operação no local de trabalho, visando diminuir o risco de ocorrências de acidente (Coleção SENAR 156). (BRASIL, 2012).

O uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) é fundamental para segurança do operador. Estes equipamentos devem ser apropriados ao trabalho e estar em condições ideais de uso.

Figura 01 – EPI: (a) Protetor auricular. (b) Óculos. (c) Luva. (d) Botina.



Fonte: Brasil (2017).

1.7.2 Equipamentos de Proteção Coletiva - EPCs

Os Equipamentos de Proteção Coletiva são utilizados no ambiente de trabalho com o objetivo de proteger um grupo de pessoas ao mesmo tempo.

Exemplos de EPCs:

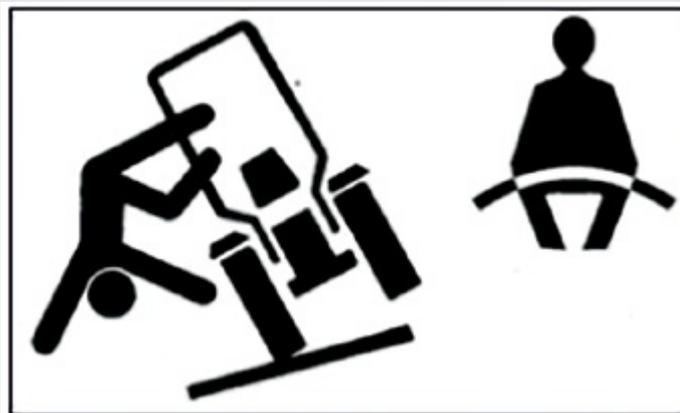
- barreiras de proteção e de proteção contra luminosidade e radiação;
- corrimão;
- fitas sinalizadoras;
- placas de alertas;
- antiderrapantes em degraus de escada e piso antiderrapante;
- extintores de incêndio;
- chuveiro de segurança;
- cones e sinalizadores.

1.8 PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA NA OPERAÇÃO E NA MANUTENÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS.

Alguns procedimentos de segurança são necessários no momento de realizar a operação do trator agrícola.

- O operador deve ser habilitado conforme o Código Nacional de Trânsito e estar ciente das exigências da legislação vigente.
- O operador deve estar treinado e familiarizado com todos os comandos e controles da máquina antes de operá-la.
- Se o trator estiver equipado com Estrutura de Proteção Contra Capotamento (EPCC), utilize o cinto de segurança.

Figura 02 - Pictogramas da utilização do cinto de segurança com EPCC.



Fonte: NBR ISO 11684 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

- O segundo assento, se equipado, é fornecido somente para treinamento do operador ou para diagnóstico de falhas.

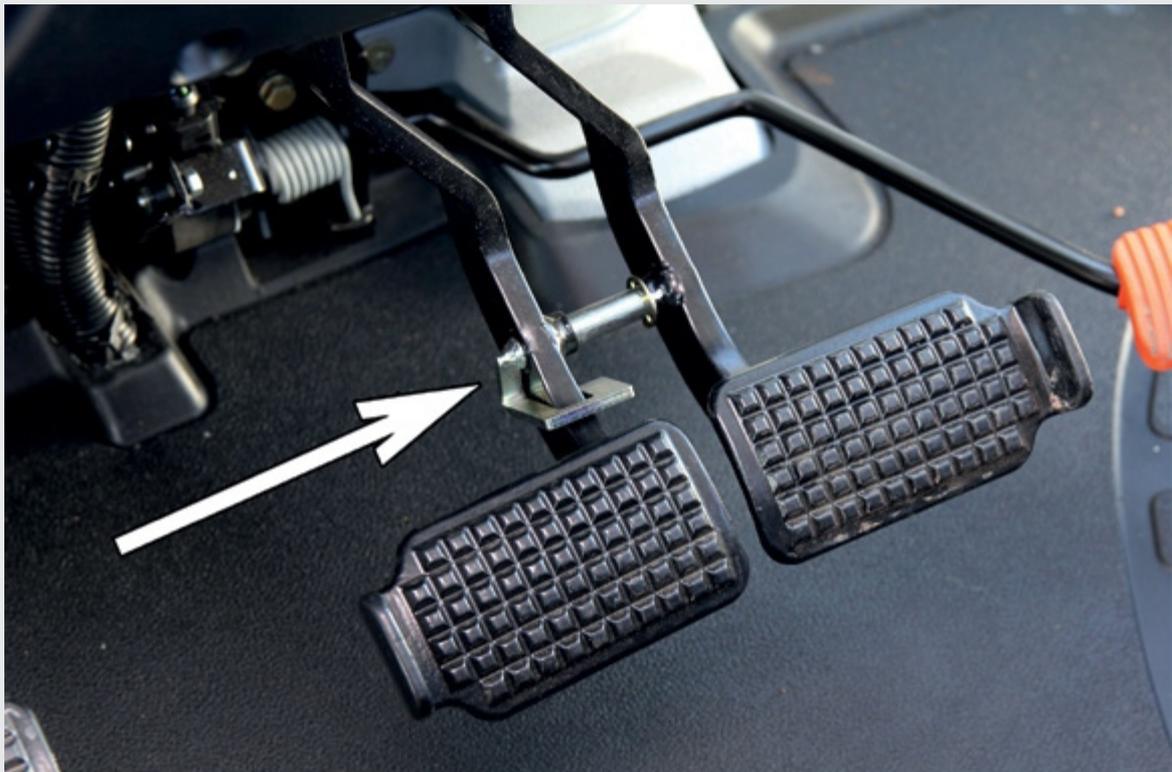
Figura 03 – Assento do instrutor ou segundo assento.



Fonte: Brasil (2017).

- Ao trafegar em estradas com o trator sozinho ou rebocando carretas, utilize os pedais de freios de forma conjugada, por meio da trava de união.

Figura 04 – Trava de união dos pedais de freio.



Fonte: Brasil (2017).

- Evite o funcionamento do trator em ambientes fechados.
- Buzine antes de dar a partida no motor.
- Dê partida no motor, somente se estiver sentado no assento do trator.
- Mantenha uma distância segura de valetas ou barrancos.
- Nos reboques utilize exclusivamente cambão nos pontos de engate indicados.

Figura 05 – (a) Cambão AVM telescópico . (b) Ponto de engate no trator.



Fonte: a) Universo Aventura (2018); b) Brasil (2017).

- Acione o freio de estacionamento antes de descer do trator.
- Nunca desça do trator com este em movimento.
- Não pule ao descer do trator.
- Desça do trator da mesma posição que subiu: de frente para o trator, utilizando sempre três pontos de apoio.

Figura 06 – Posição segura de descer do trator.



Fonte: Brasil (2017).

- Nunca dirija embriagado.
- Mantenha o trator engrenado ao descer rampas.
- Evite velocidade excessiva.
- Nunca permaneça entre o trator e o implemento ao fazer o acoplamento.
- Ao fazer manutenção no sistema hidráulico, certifique-se de que esteja despressurizado.
- Desligue a tomada de potência antes de descer do trator.
- Fique distante do eixo cardam quando acionado. Mantenha a capa de proteção da TDP em perfeito funcionamento.

Figura 07 – Pictograma da descrição do risco com o eixo cardam.



Fonte: NBR ISO 11684 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013). Fique distante

-
- Ao acoplar implementos na barra de tração, coloque a trava no pino de engate.

Figura 08 – Colocação do contra pino.



Fonte: Brasil (2017).

- Evite fumar ou provocar faíscas quando se abastece ou manuseia líquidos facilmente inflamáveis, pois isso causa riscos de incêndio ou explosão.
- Se for necessário utilizar baterias auxiliares, lembre-se de que em ambas as extremidades dos cabos devem ser ligadas do seguinte modo: (+) com (+) e (-) com (-).
- Ao fazer manutenção no sistema elétrico ou serviços de solda no trator ou no implemento, desconecte os cabos da bateria.

1.9 NOÇÕES DE PRIMEIROS SOCORROS

Algumas noções para prestação de primeiros socorros devem ser conhecidas pelo trabalhador:

- Não tente remover objetos estranhos dos olhos. Deixe que o pessoal médico qualificado faça.
- No caso de respingos de substâncias nocivas nos olhos, lave-os com uma quantidade abundante de água limpa.
- Caso haja suspeita de contusão séria ou fratura da coluna, não mova o acidentado. A sua remoção deve ser feita por pessoal da área médica.
- Substâncias perigosas sobre a pele poderão ser removidas com quantidade abundante de água, evitando-se esfregar o local.
- Conheça onde ficam os chuveiros de emergência e as fontes lava-olhos.
- Em caso de ingestão de produtos perigosos, proceda aos primeiros socorros de acordo com a orientação do fabricante do produto.

1.10 MANUAL DO OPERADOR

No manual do operador, além das informações sobre a descrição e a operação do trator, constam também informações relativas à segurança nas fases de transporte, montagem, ajuste e manutenção.

A Norma Regulamentadora 12 (item 12.125 a 12.128) e a Norma Regulamentadora 31 (item 31.12.83 e 31.12.84) trazem considerações e recomendações específicas a respeito do manual do operador. Há de ressaltar o item 31.12.83, que traz a seguinte recomendação: "Os manuais das máquinas e implementos devem ser mantidos no estabelecimento, em originais ou cópias, e deve o empregador dar conhecimento aos operadores do seu conteúdo e disponibilizá-lo aos trabalhadores sempre que necessário" (BRASIL, 2005).

Devido às diferenças entre marcas e modelos dos tratores agrícolas, serão apresentados, nesta cartilha, os conhecimentos dos componentes do trator, dos indicadores e medidores do painel, dos comandos operacionais, das regulagens e da operação e adequação do trator de forma genérica. É imprescindível que, em casos específicos, o manual do operador seja consultado.

Figura 09 – Consulta do manual do operador.



Fonte: Brasil (2017).

2 O TRATOR AGRÍCOLA

O trator agrícola é uma máquina autopropelida que serve como fonte de potência para o acionamento de inúmeras máquinas e implementos a ele acoplado, realizando assim, as mais diferentes operações agrícolas requeridas na área rural, como preparo do solo, plantio, tratos culturais e colheita.

2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS TRATORES AGRÍCOLAS

As indústrias de tratores têm desenvolvido modelos diversos para condições específicas e uso geral, uma vez que existe uma variação muito grande de culturas agrícolas e condições de uso do trator.

A classificação mais comum é quanto ao tipo de elemento de tração, isto é, quanto ao tipo de rodado, que podem ser de pneus ou de esteiras.

2.1.1 Classificação dos tratores quanto ao tipo de rodado de pneu

a) Trator 4x2 (Tração Simples): possui quatro rodas, sendo as duas traseiras de tração e as duas dianteiras, menores, com finalidade apenas direcional.

Figura 10 – Trator 4x2 (Tração simples).



Fonte: Brasil (2017).

b) Trator 4x2 TDA (Tração Dianteira Auxiliar): as rodas dianteiras são menores que as traseiras e além de possuírem função direcional, são providas de tração. Quando a TDA é acionada, o rodado dianteiro tem um avanço de velocidade entre 2 a 5% em relação à traseira. Os rodados traseiros e dianteiros podem ter disposição de montagem individual ou duplado.

Figura 11 – Trator 4x2 TDA (Tração Dianteira Auxiliar).



Fonte: CASE IH Agriculture (2018b).

c) Trator 4x4: possui todas as rodas do mesmo tamanho, providas de tração permanente, com velocidade igual nos dois eixos. Normalmente o sistema de direcionamento do trator se dá pela articulação do chassi e possui rodado duplo nos dois eixos.

Figura 12 – Trator 4x4



Fonte: Brasil (2017)

2.1.2 Tipos de tratores agrícolas com rodado de esteira

Possuem rodado constituído, basicamente, por duas rodas motoras dentadas, duas rodas guias movidas e duas esteiras. O direcionamento do trator é realizado pela diferença de velocidade relativa entre as esteiras.

Segundo Garcia (2017), as esteiras de borracha têm como vantagens: menor nível de vibração e ruído, menor manutenção e maior velocidade de deslocamento.

a) Esteira metálica

Figura 13 – Esteira metálica.



Fonte: Brasil (2017).

b) Esteira de borracha

Figura 14 – Esteira de borracha.



Fonte: Brasil (2017).

c) Semiesteira

Figura 15 – Semiesteira.



Fonte: Brasil (2017).

2.2 FORMAS DE APROVEITAMENTO DA POTÊNCIA NO TRATOR

O motor do trator é o componente responsável pela transformação da energia química do combustível em energia mecânica (potência). Essa potência originada no motor é aproveitada de diferentes formas para o acionamento do próprio trator e dos implementos nele acoplados.

2.2.1 Barra de tração

A barra de tração e os braços inferiores do sistema hidráulico de três pontos, juntamente com o sistema de rodados, é quem faz o aproveitamento da potência fornecida pelo motor, para realizar o arrastamento dos implementos e outros fin. (MIALHE, 1996).

Figura 16 – Barra de tração e braços inferiores.



Fonte: Brasil (2017).

2.2.2 Tomada de Potência (TDP)

Eixo localizado na parte traseira do trator que transmite a potência do motor para acionar implementos que necessitam de movimento rotativo.

Figura 17 – Tomada de Potência.



Fonte: Brasil (2017).

2.2.3 Sistema hidráulico

A energia mecânica do motor é transformada em energia hidráulica, que por meio do sistema hidráulico de três pontos pode levantar e controlar o implemento e por meio do hidráulico de controle remoto pode acionar cilindros e motores hidráulicos localizados no implemento.

Figura 18 – Sistema Hidráulico.



Fonte: Brasil (2017).

Em muitos trabalhos agrícolas, a potência no trator é utilizada nas três formas no mesmo implemento: tração, tomada de potência e sistema hidráulico.

Figura 19 – Três formas de uso da potência do trator.



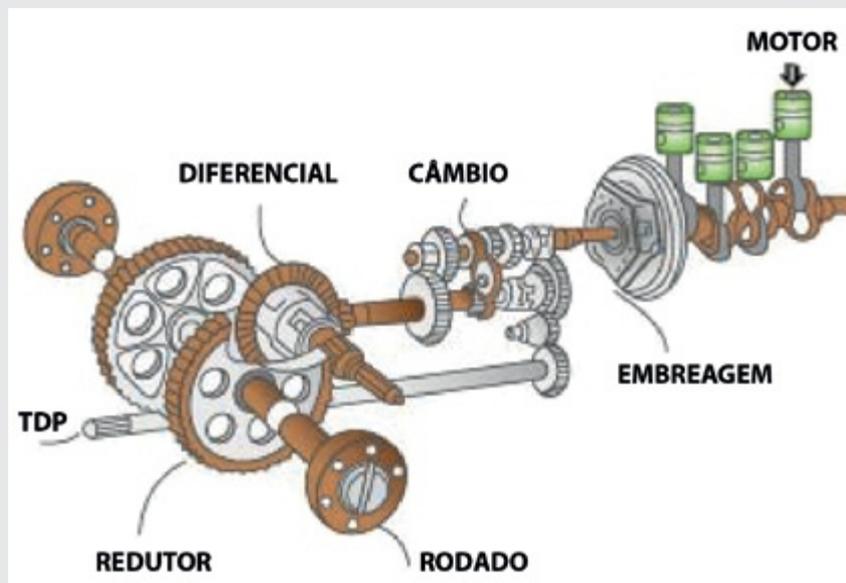
Fonte: Padovan (2018).

3 COMPONENTES DO TRATOR

Os componentes que compõem os tratores agrícolas são muito semelhantes, mesmo que sejam de fabricantes diferentes. Os detalhes de cada marca e modelo não inviabilizam o aprendizado de maneira geral (BRASIL, 2010).

Pode-se dividir o trator em sistema de locomoção, que inclui a transformação e transferência de energia como máquina autopropelida e os demais componentes para frenagem, direcionamento, adequação e movimentação do implemento nele acoplado.

Figura 20 – Sistema de locomoção do trator.



Fonte: Brasil (2017).

3.1 MOTOR

O motor é o componente do trator responsável pela transformação da energia química dos combustíveis em energia mecânica (torque e rotação).

Os componentes móveis que atendem as funções básicas do motor são:

- pistão, biela e virabrequim
- sistema de válvulas.

Para executar sua função de forma contínua, o motor necessita de sistemas que o mantenham em condições de funcionamento sem causar danos aos seus componentes. Para isto, dispõe dos seguintes sistemas complementares:

- sistema de alimentação de ar
- sistema de alimentação de combustível
- sistema de lubrificação
- sistema de arrefecimento.

Figura 21 – Motor de combustão interna.



Fonte: CASE IH Agriculture (2018a).

3.1.1 Potência do Motor

A medida de dimensão e desempenho mais importante em um motor é a potência, que é a indicação da quantidade de trabalho que ele é capaz de realizar na unidade de tempo. A potência gerada pelo motor do trator pode ser medida em quilowatts (kW), em cavalo vapor (cv) ou *horse power* (hp). Apesar do kW ser a unidade do sistema internacional, a forma mais comum para expressar a potência é o cavalo vapor (cv). Suas equivalências são:

$1 \text{ cv} = 0,735\text{kW} = 0,987 \text{ hp}$	$1\text{W} = \frac{1\text{N} \times 1\text{m}}{1\text{s}}$	$1 \text{ cv} = \frac{75\text{kg} \times 1\text{m}}{1\text{s}^2}$
--	--	---

A potência também pode ser definida pela força exercida multiplicada pela velocidade de operação, que na fórmula fica:

$$P = F \times V$$

Onde: P = Potência

F = Força

V = Velocidade

Na designação do modelo do trator agrícola, é apresentada na maioria dos modelos a potência nominal do motor em "cv", o que facilita fazer uma simples comparação entre as diferentes marcas e modelos. No entanto, podem ocorrer pequenas variações entre esta nomenclatura e a real potência do motor, por isso, sempre consulte o manual do operador para fazer esta comparação, atentando sempre também em qual norma a potência do motor está sendo medida.

Figura 22 – Nomenclatura comercial: (a) 120 cv. (b) 125 cv. (c) 190 cv.



Fonte: Padovan (2018).

a) Trator modelo TS 6120:

TS 6000 = Linha ou grupo de produtos
120 = Potência do motor em "cv".

b) Trator modelo BM 125i:

BM = Linha ou grupo de produtos
125 = Potência do motor em "cv".
i = *intercooler*

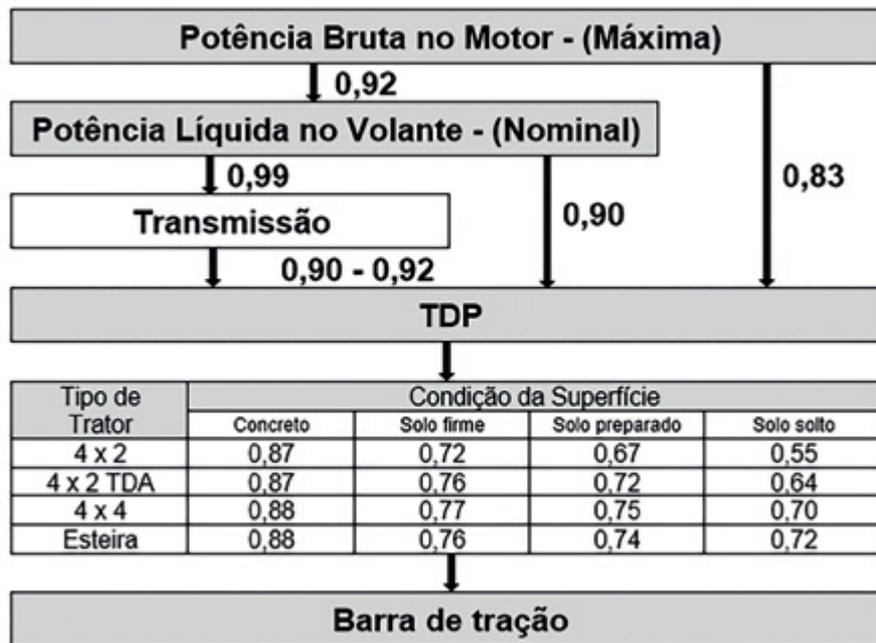
c) Trator modelo 6190 J:

6000 = Linha ou grupo de produtos
190 = Potência do motor em "cv".
J = Nível tecnológico

Rinaldi (2011) argumenta que, somente a informação da potência nominal do motor pode levar a erros de dimensionamento e adequação do conjunto trator implemento. Sendo assim deve-se analisar também as potências disponíveis na tomada de potência (TDP) e na barra de tração do trator (BT).

A norma americana ASAE D497.7 (2011) apresenta um modelo de estimativa de desempenho de tratores, pelo qual é possível calcular a potência disponível na TDP e a potência disponível da barra de tração para os diferentes tipos de tratores e diferentes condições de solo.

Tabela 01 – Estimativa de desempenho de tratores agrícolas.



Fonte: ASAE D497.7 (2011)

Ainda segundo a ASAE D497.7 (2011), o desempenho da potência na barra de tração dos tratores depende principalmente da potência do motor, mas também da quantidade e distribuição de peso nas rodas de tração, do tipo de acoplamento do implemento e da superfície do solo.

Aplicação de um exemplo:

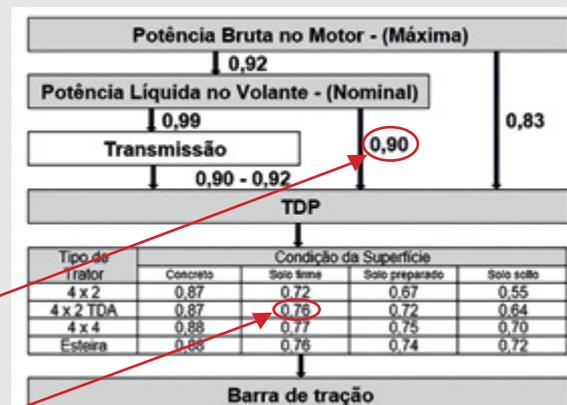
Calcular a potência disponível na barra de tração de um trator com as seguintes características:

- Potência nominal do motor: 190 cv
- Tipo de tração: 4 x 2 TDA
- Condições da superfície: solo firme

Resolução:

Potência da TDP = $190 \times 0,9 = 171$ cv

Potência na barra de tração = $171 \times 0,76 = 130$ cv



Sabendo-se que $P = F \times V$ então $F = P/V$. Com isso é possível calcular a força disponível da barra de tração, para tracionar o implemento a uma determinada velocidade.

Aplicação de um exemplo:

Com os valores do exemplo acima, qual a força exigida na barra de tração para tracionar um implemento com velocidade de 4,5 km/h?

Resolução:

Potência na barra de tração = 130 cv

Potência em kgf.m/s = 130 x 75 = 9750 kgf.m/s

Velocidade = 4,5 km/h : 3,6 = 1,25 m/s

Se, $\frac{P}{V} = F$, logo $F = \frac{P}{V} = \frac{9750 \text{ kgf.m/s}}{1,25 \text{ m/s}} = \mathbf{7.800 \text{ kgf}}$

3.1.2 Superalimentação do motor

A entrada do ar atmosférico no motor para realização da combustão pode ser realizada de forma natural (motor aspirado) ou com a superalimentação.

No sistema de alimentação aspirado, a admissão (entrada) do ar no cilindro ocorre somente com a pressão ambiente (pressão atmosférica) por meio da sucção provocada pelo deslocamento do pistão, no tempo de admissão.

A superalimentação tem a função de ampliar a admissão natural, proporcionando uma maior quantidade de ar no cilindro com uso do turbocompressor e do *intercooler*, tornando a admissão de ar mais eficiente e alcançando os seguintes benefícios:

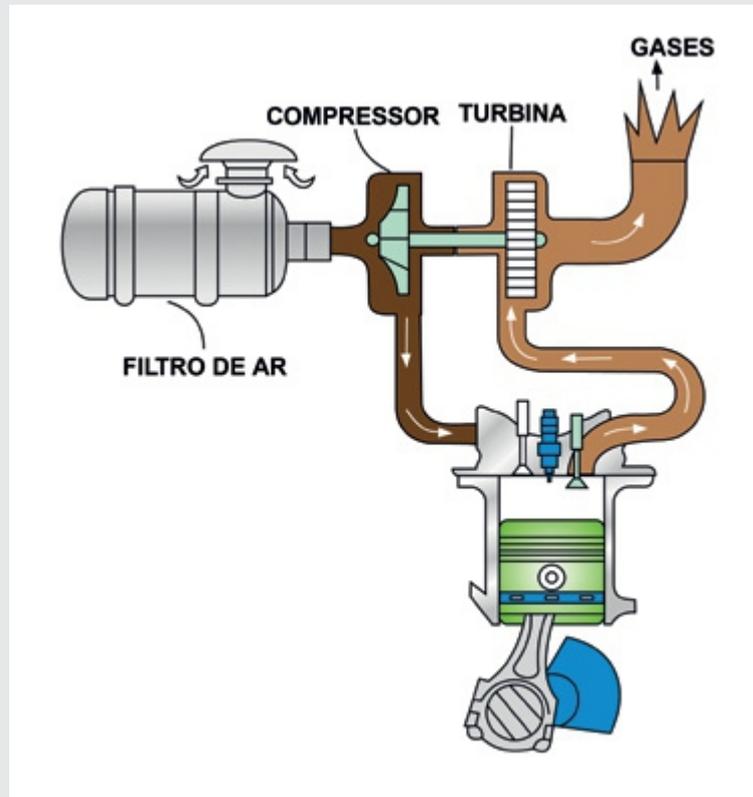
- aumento da potência do motor;
- melhoria no consumo de combustível;
- redução de emissões de poluentes;
- compensação da altitude.

a) Turbo compressor

O turbo compressor é constituído por uma turbina e um compressor, em forma de dois rotores montados nas extremidades do mesmo eixo. A turbina recebe os gases do escapamento e transforma a energia cinética desses gases em rotação. Esta rotação aciona o rotor do compressor, que comprime o ar atmosférico no coletor de admissão.

O turbo compressor tem a função de aumentar a quantidade de ar no cilindro, elevando a pressão do ar no coletor de admissão acima da pressão atmosférica, fazendo com que seja possível depositar mais massa de ar no mesmo volume do cilindro e, conseqüentemente, aumentar a potência do motor e reduzir a emissão de poluentes.

Figura 23 – Turbocompressor.



Fonte: Brasil, 2017.

ATENÇÃO

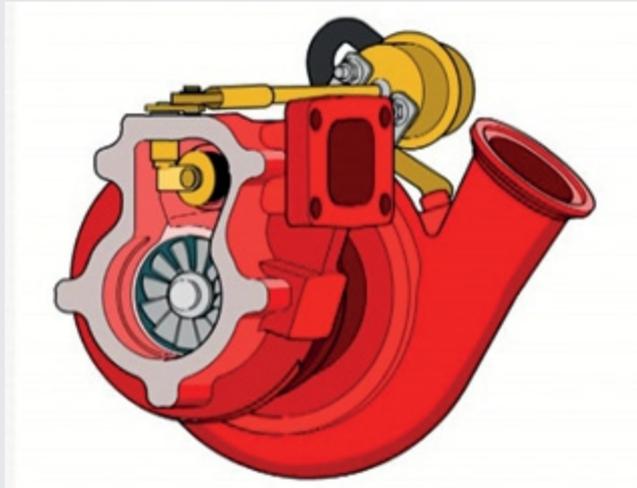
Em tratores com turbocompressor, ao dar a partida no motor, mantenha-o em baixa rotação por algum tempo, pois o óleo lubrificante demora um pouco mais para chegar até o turbocompressor e pode causar sérios danos. O mesmo vale para desligar o motor. Deixe-o funcionando em baixa rotação por alguns segundos antes de desligá-lo (BRASIL, 2010).

Os turbos compressores convencionais, também chamados de tubos com geometria fixa (*FG – Fixed Geometry*), canalizam todos os gases de escape para a turbina, independente do regime de rotação do motor.

Para limitar a pressão do ar na tubagem de admissão em altas rotações e garantir essa pressão em baixas rotações do motor, os turbo compressores podem possuir as seguintes tecnologias: Turbos valvulados (*WG - Wastegate*), turbos com geometria variável (*VGT- Variable Geometry Turbo*) e sistema de duplo estágio (*2-Stage*). (CUMMINS, 2018)

Os turbos valvulados com a válvula de alívio denominada *Wastegate* controla a quantidade de gases de escape a serem enviados para a turbina, desviando-os para a saída de escape. Esta válvula é comandada pela pressão do ar no coletor de admissão. Isso limita a rotação do turbo compressor em altas rotações e carga do motor, reduzindo a pressão de ar no coletor de admissão. A válvula *wastegate* pode ser controlada de forma pneumática ou elétrica.

Figura 24 – Turbo compressor com válvula wastegate.



Fonte: Cummins (s.d.).

Os turbos com geometria variável (VGT) possuem um mecanismo que ajusta automaticamente a voluta da turbina ou o direcionamento dos gases no rotor, conforme o regime de rotação do motor. Isso permite que a turbina gere apenas a energia necessária para que o compressor consiga comprimir ar no coletor de admissão, com pressão constante, nas diferentes rotações e cargas do motor. O controle do VGT pode ser pneumático ou elétrico.

Figura 25 – Turbo compressor com geometria variável.



Fonte: Cummins (s.d.).

O sistema de duplo estágio ou bi-turbo, possui duas turbinas que são posicionadas em série, sendo um turbo menor que enche primeiro e pressuriza o ar no coletor de admissão já nas baixas rotações e, à medida em que a rotação aumenta, a quantidade de gases de exaustão também aumenta, acionando o turbo maior, mantendo a pressão de ar no coletor de admissão e consequentemente garante a potência do motor em altas rotações.

Figura 26 – Turbo compressor de duplo estágio.

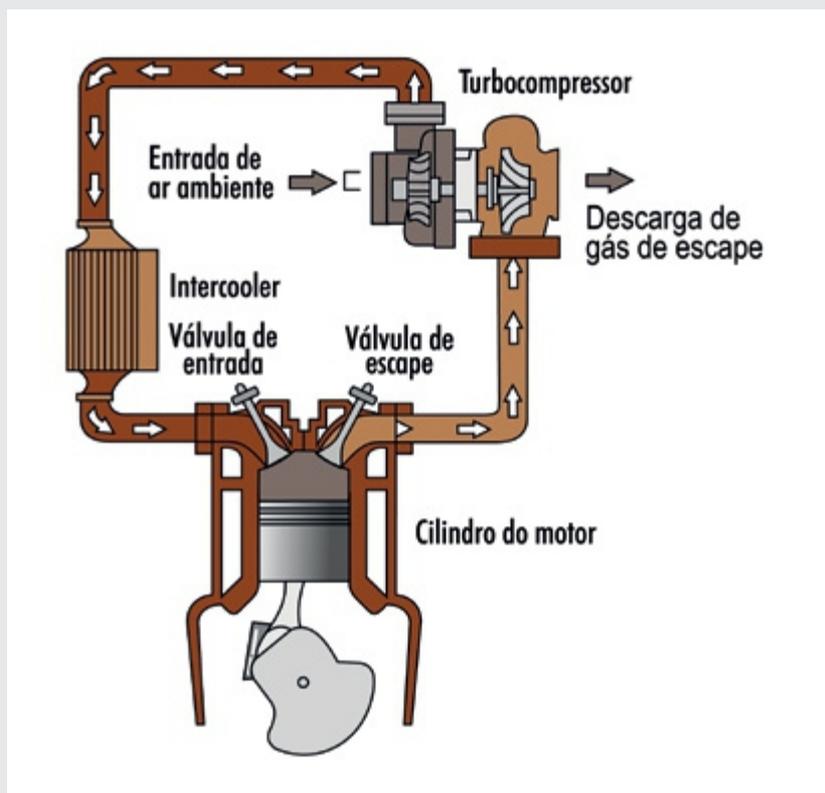


Fonte: MarcosTurbo (2014).

b) Intercooler

É um resfriador do ar que fica entre o turbocompressor e a entrada de ar no cilindro. Ao passar pelo turbo compressor a temperatura do ar é aumentada pela compressão no coletor de admissão e pela proximidade do ar com os gases quentes do escape. A diminuição desta temperatura pelo *intercooler* aumenta a densidade do ar, sendo possível assim, colocar maior quantidade de ar no cilindro.

Figura 27 – Circuito do ar no turbocompressor e *intercooler*.

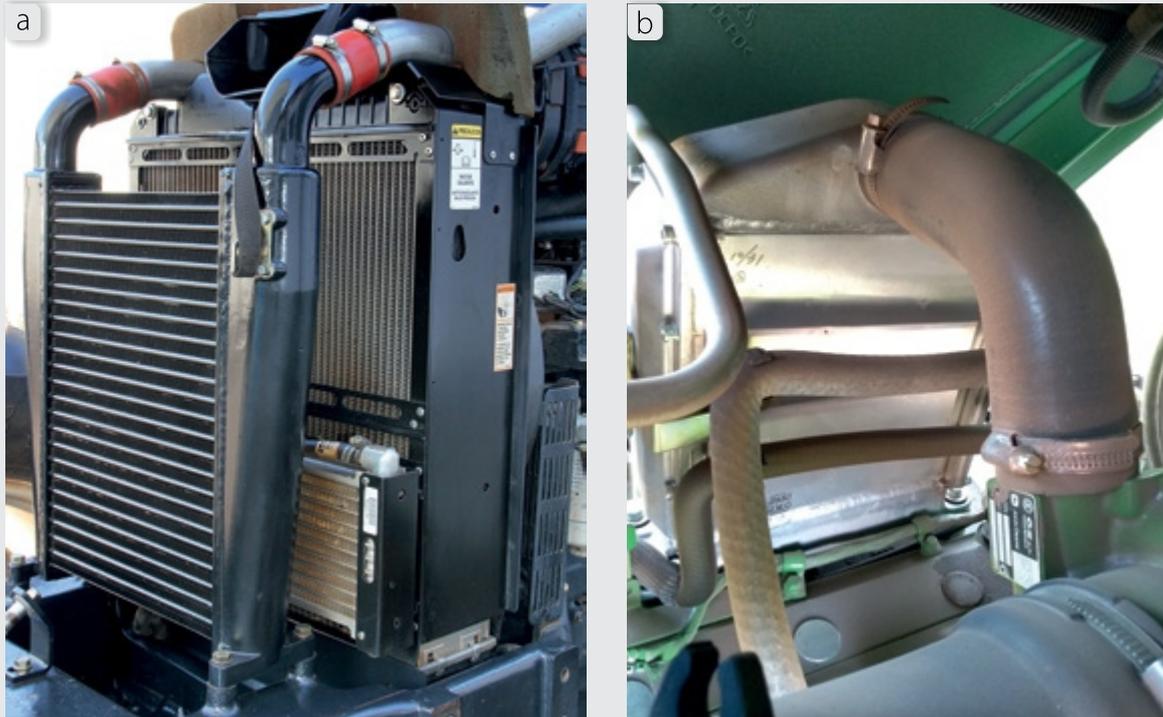


Fonte: Brasil (2017).

Esse sistema é chamado de *intercooler* ou *aftercooler* e o ar pode ser resfriado de duas formas: ar-ar ou ar-água. (PADOVAN et al., 2012).

- *Intercooler* ar-ar: o ar é resfriado com o ar do ventilador (hélice).
- *Intercooler* ar-água: o ar é resfriado pela água do sistema de arrefecimento.

Figura 28 – Intercooler: (a) Sistema ar-ar. (b) Sistema ar-água.



Fonte: Brasil (2017).

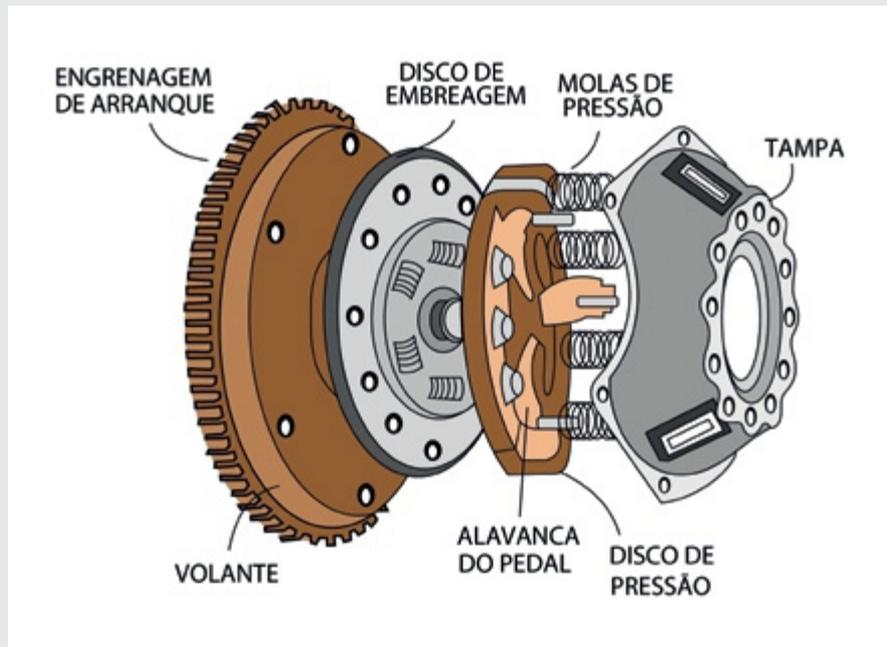
3.2 SISTEMA DE TRANSMISSÃO

Esse sistema tem a função de transferir a energia gerada pelo motor (torque e rotação) para o rodado que, em atrito com o solo, fará a tração. É composto por componentes que, além de transferir o movimento, possuem funções específicas: embreagem, câmbio, diferencial e redução fina.

3.2.1 Embreagem

A embreagem tem a função de fazer ou interromper a transmissão do movimento do motor para as rodas, possibilitando a mudança de marcha e o início e o fim do movimento do trator de forma suave. Em alguns tratores tem também a função de interromper o movimento do motor para a tomada de potência.

Figura 29 – Componentes da embreagem.

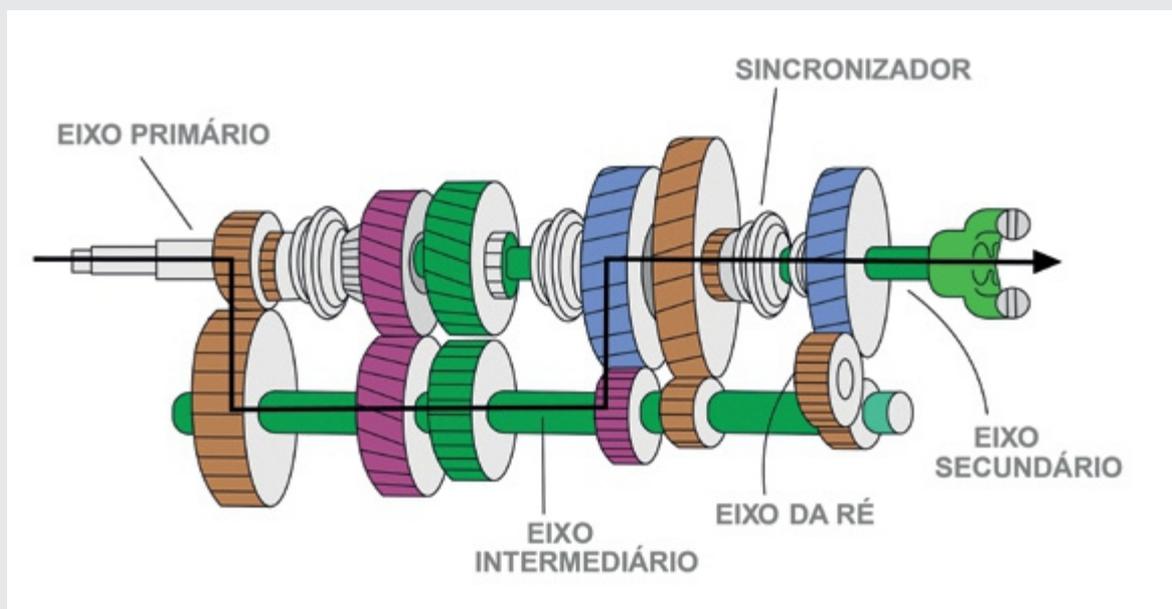


Fonte: Brasil (2017).

3.2.2 Câmbio

O câmbio é um mecanismo composto por combinações de engrenagens que tem como função principal variar a força e a velocidade transmitida às rodas de tração do trator por meio das marchas. Tem também, como função, inverter o sentido do movimento (marcha à ré) e possibilitar o ponto neutro.

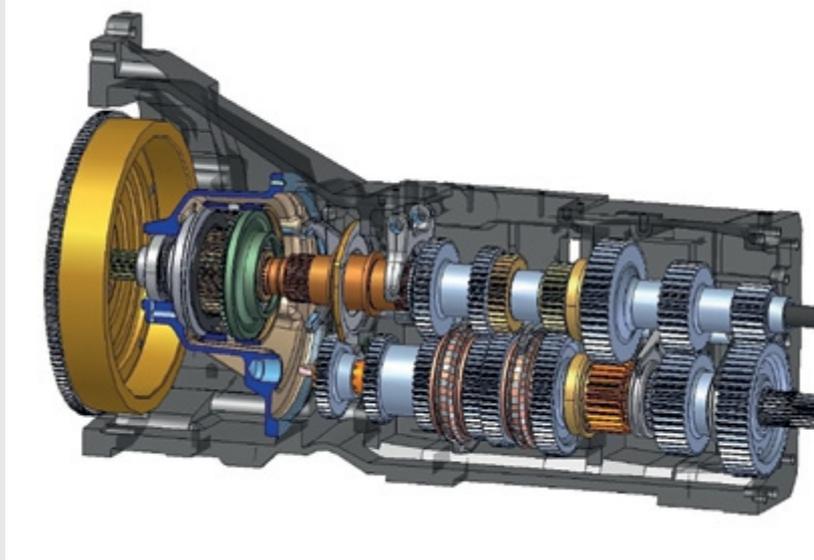
Figura 30 – Componentes do Câmbio.



Fonte: Brasil (2017).

Os tipos de câmbio variam conforme o modelo, fabricante e nível tecnológico dos tratores, desde sistemas mais simples até os mais sofisticado, que dispõem de acionamentos especiais como eletromecânico ou mesmo hidromecânico.

Figura 31 – Câmbio hidromecânico.

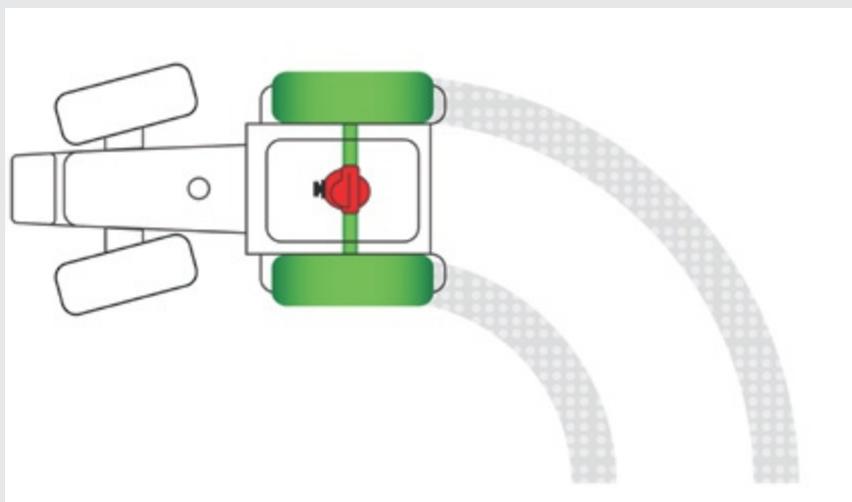


Fonte: New Holland (2005).

3.2.3 Diferencial

A principal função do diferencial é a de diferenciar a rotação entre as duas rodas motrizes, traseiras ou dianteiras, no momento da curva, já que roda do lado externo percorre uma trajetória maior que a do lado interno. Os componentes responsáveis por esta função são as engrenagens satélites e planetárias.

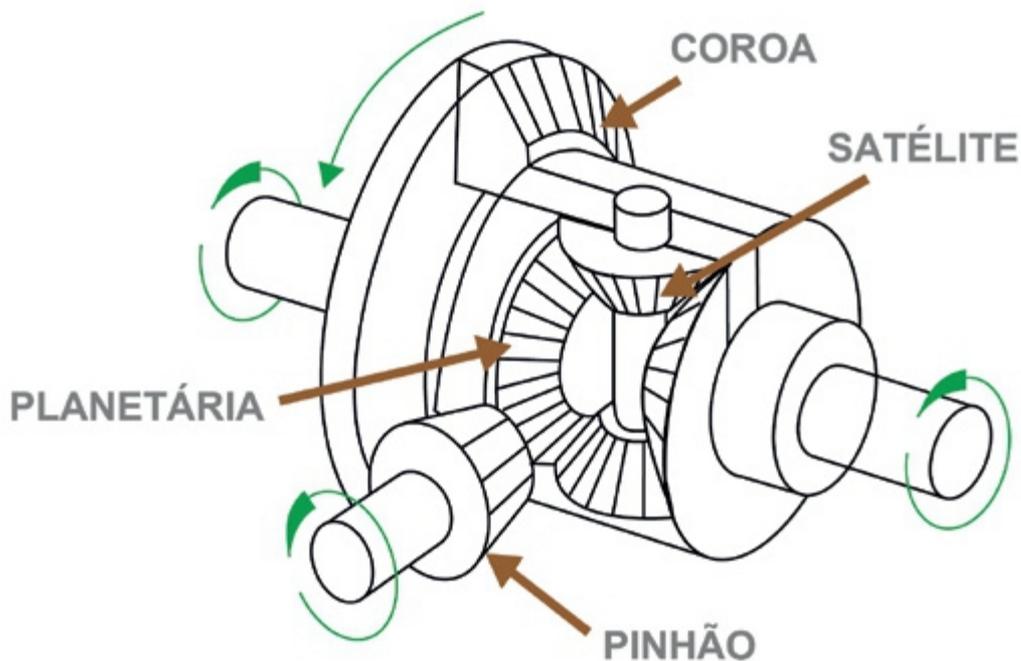
Figura 32 – Função principal do diferencial.



Fonte: Brasil (2017).

O diferencial tem também as funções de transferir o movimento em ângulo de 90° do pinhão para os semieixos e aumentar o torque para as rodas. Os componentes responsáveis por esta função são as engrenagens pinhão e coroa.

Figura 33 – Componentes do diferencial.



Fonte: Brasil (2017).

Pelo efeito do diferencial, a rotação flui independentemente para cada uma das rodas, e assim terá tendência a fluir para a roda que está apoiada no solo que oferecer menor resistência. Então esta roda começará a patinar, enquanto a outra roda ficará parada (PEÇA, 2012). Por isso os tratores são equipados com o bloqueio do diferencial, cuja função é eliminar o efeito do diferencial, igualando o giro das rodas quando uma das rodas começar a patinar. As formas de acionamento do bloqueio pelo operador variam conforme a marca e o modelo do trator.

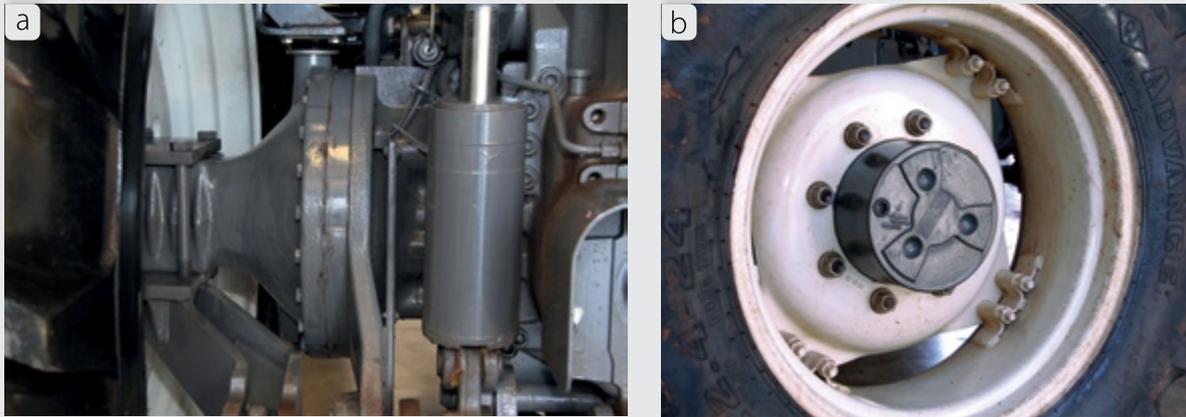
ATENÇÃO

O bloqueio do diferencial deve ser aplicado somente quando o trator se desloca em linha reta.

3.2.4 Redutor final

O redutor final é um conjunto de engrenagens, incorporado aos eixos traseiros ou à tração dianteira, cujas funções são de diminuir a rotação das rodas aumentando o torque e amortecer os impactos sofridos pelas rodas, evitando danos ao diferencial e ao câmbio.

Figura 34 – Redutor final: (a)Traseiro. (b) Dianteiro.



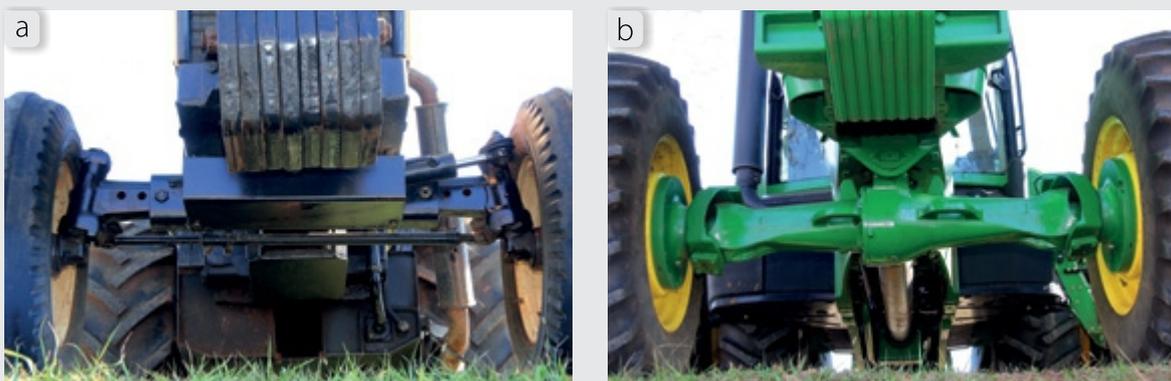
Fonte: Brasil (2017).

3.3 EIXO DIANTEIRO

O eixo dianteiro tem a função de sustentação do corpo do trator e de suportar o sistema de direção, além de permitir, pela sua oscilação (balança), a permanência dos quatro pontos de apoio do trator no solo.

De acordo com o modelo do trator, o eixo dianteiro pode ser simples (4x2) ou com tração (4x2 TDA). Em tratores de chassi articulado (4x4), geralmente os eixos traseiros e dianteiros são iguais e não têm a função de direcionamento.

Figura 35 – Eixo dianteiro: (a) 4x2. (b) 4x2 TDA.



Fonte: Brasil (2017).

Em tratores 4x2 TDA e 4x4 o eixo dianteiro é constituído por um diferencial e dois redutores finais.

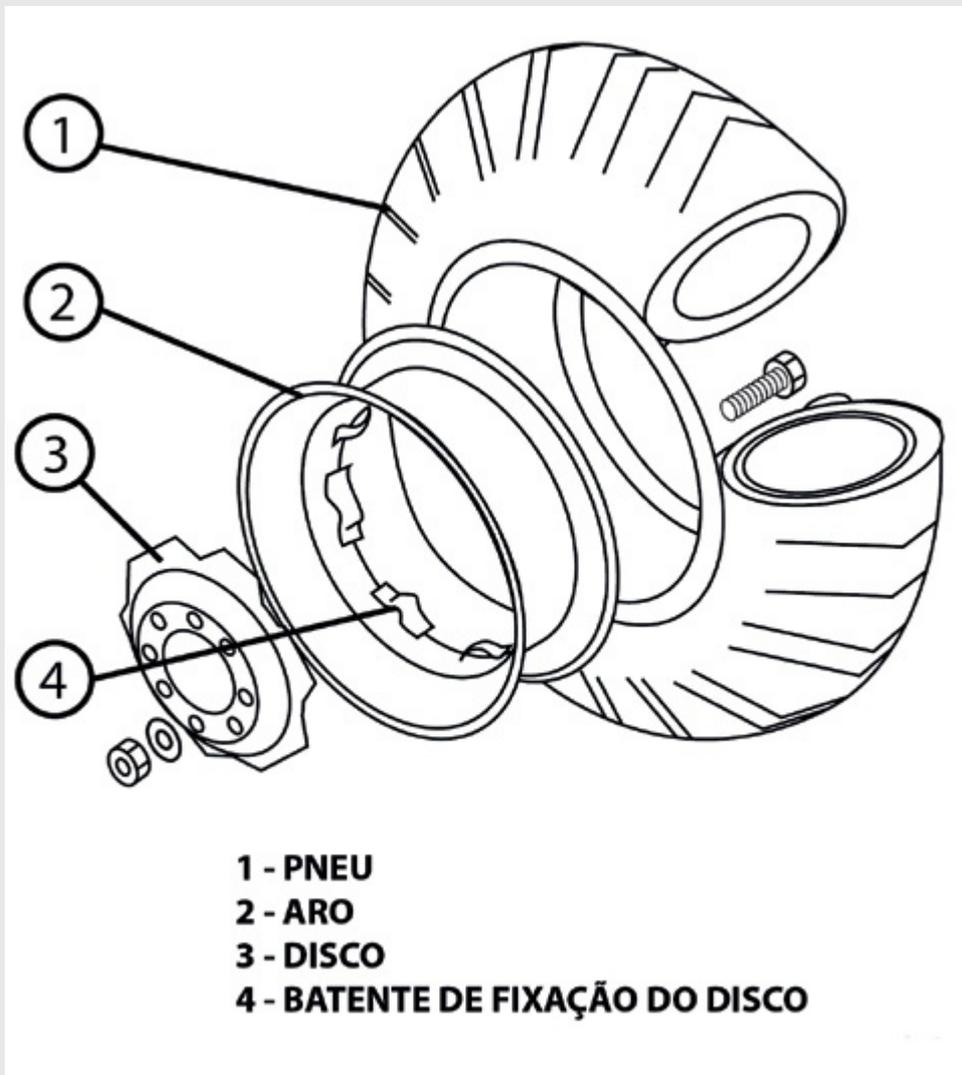
3.4 SISTEMA DE RODADOS

Os rodados constituem o elemento de interface do atrito de aderência entre a máquina e o solo. É responsável pela estabilidade, sustentação, direcionamento, pela tração do trator, além de depósito de lastro líquido ou sólido. Os rodados de tratores podem ser de esteiras ou pneumáticos.

Um rodado pneumático é composto por:

- pneu (parte de borracha).
- roda (parte metálica) pode ser dividida em aro e disco.

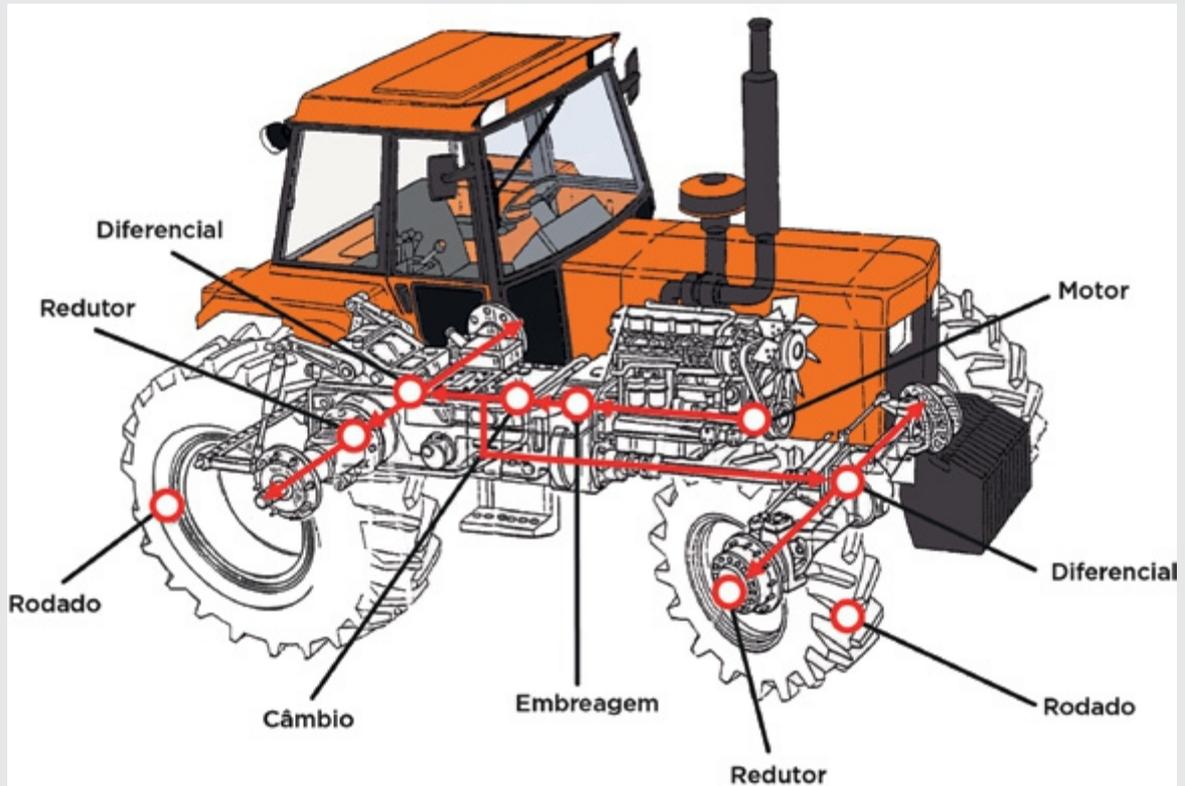
Figura 36 – Composição do rodado pneumático.



Fonte: Brasil (2017).

Os componentes citados até aqui (motor, sistema de transmissão, eixo dianteiro e rodados) completam o sistema de locomoção do trator. A rotação gerada no motor a partir do diesel passa pela embreagem e entra no câmbio. Saindo do câmbio a rotação é distribuída para o diferencial traseiro e dianteiro, que faz um ângulo de 90°, passa pelos redutores e chega aos rodados.

Figura 37 – Circuito do movimento no sistema de locomoção.



Fonte: Padovan (2018).

3.5 SISTEMA DE FREIOS

O sistema de freios do trator tem por finalidade reduzir a sua velocidade ou efetuar sua parada, além de auxiliar em algumas manobras.

Figura 38 – Freios com pedais individuais.



Fonte: Brasil (2017).

3.6 SISTEMA DE DIREÇÃO

A função do sistema de direção é o direcionamento em operações, permitindo alterar as posições do trator e executar manobras, conforme o trajeto e condições da operação.

3.7 SISTEMA HIDRÁULICO

O sistema hidráulico consiste na utilização de líquido (óleo) para a transmissão de força por meio de sua pressurização. Os tratores agrícolas possuem dois sistemas hidráulicos distintos para operação com implementos: sistema hidráulico de três pontos e sistema hidráulico de controle remoto.

3.7.1 Sistema hidráulico de três pontos

Sua função é levantar e abaixar o implemento. Controla a posição da altura de implementos que trabalham acima da superfície do solo ou a profundidade de trabalho nos implementos penetrantes.

Figura 39 – Componentes externos do sistema hidráulico de três pontos.



Fonte: Brasil (2017).

Figura 40 – Implemento de três pontos: (a) de superfície. (b) de penetração.

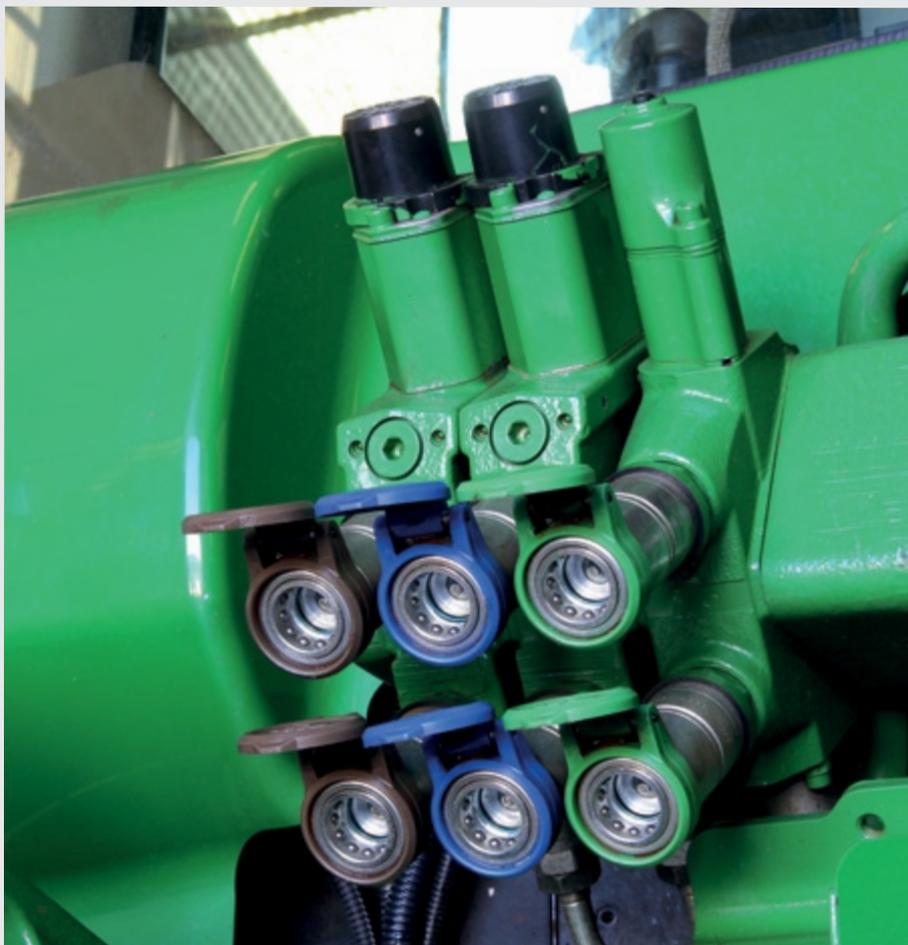


Fonte: Brasil (2017).

3.7.2 Sistema hidráulico de controle remoto

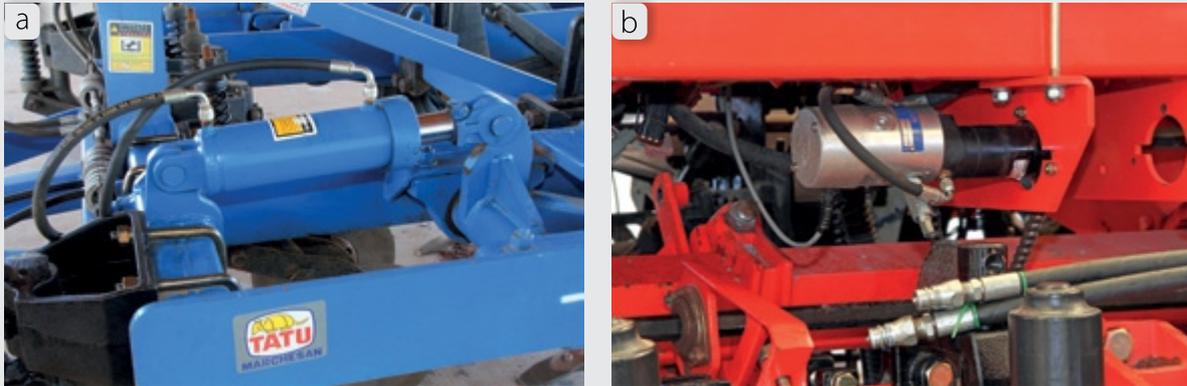
Esse sistema é utilizado para acionamento de cilindros e motores hidráulicos localizados no implemento acoplado ao trator.

Figura 41 – Válvula de controle remoto.



Fonte: Brasil (2017).

Figura 42 – Implemento: (a) com cilindro hidráulico. (b) com motor hidráulico.



Fonte: Brasil (2017).

3.8 BARRA DE TRAÇÃO

A barra de tração é uma das formas de aproveitamento da potência a ser fornecida pelo trator, para realizar tarefas de arrastamento de implementos e outros fin.

Figura 43 – Barra de tração.



Fonte: Brasil (2017).

3.9 TOMADA DE POTÊNCIA

É um eixo estriado que tem como função transmitir a potência do motor (torque e rotação) para acionamento dos implementos agrícolas acoplados ao trator, tais como: roçadoras, pulverizadores, distribuidores de insumos e sementes, enxadas rotativas, etc.

Figura 44 – Tomada de potência.



Fonte: Brasil (2017).

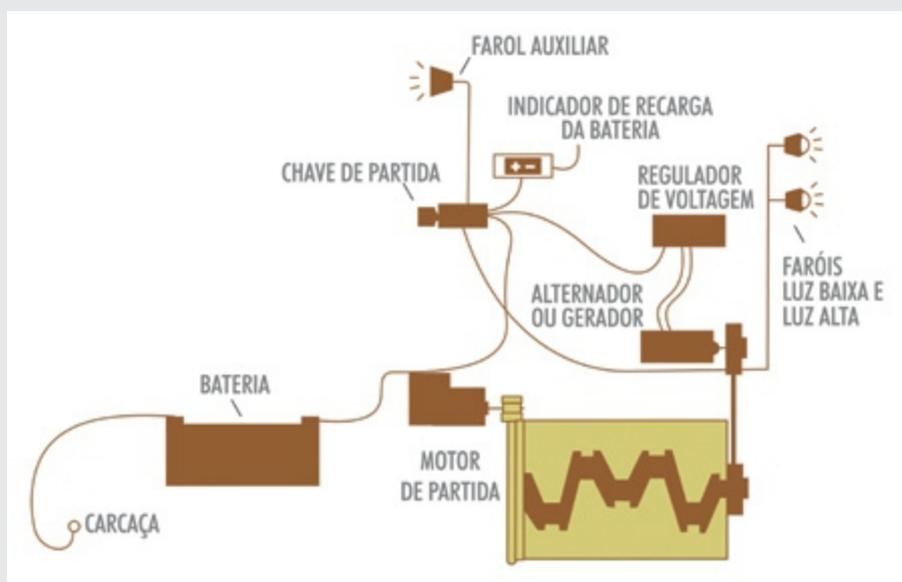
3.10 SISTEMA ELÉTRICO

O sistema elétrico atende às funções de acionamento do motor de partida, iluminação e sinalização do trator.

Nos tratores modernos atua também no acionamento da tração auxiliar, tomada de potência, variadores de torque, controladores, dentre outros, além de dar suporte para sistemas automatizados de monitoramento da máquina e no uso da agricultura de precisão.

Os principais componentes do sistema elétrico são: bateria, gerador, regulador de voltagem, motor de partida, caixa de fusíveis, iluminação, indicadores de painel, etc.

Figura 45 – Componentes básicos do sistema elétrico.



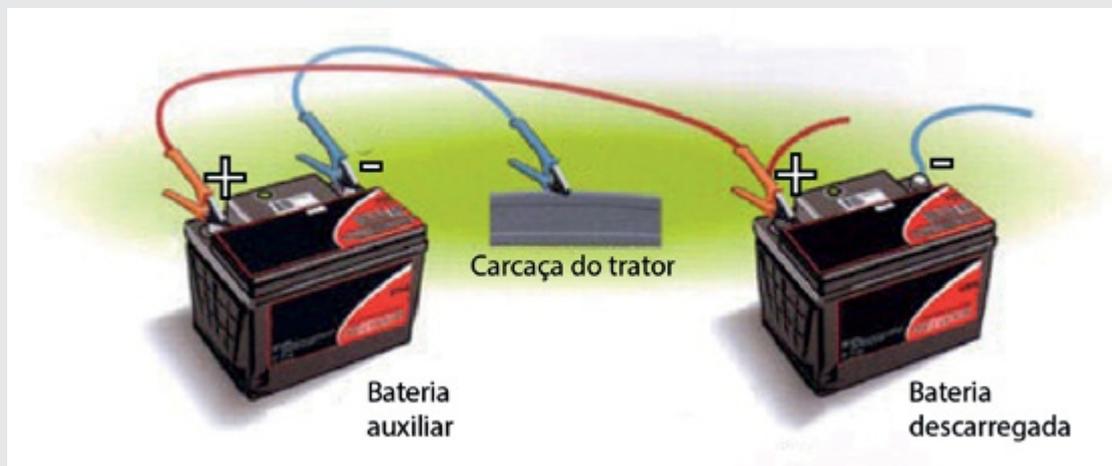
Fonte: Brasil (2017)

A bateria é o componente do sistema elétrico que mais requer cuidados de manutenção. É especificada conforme sua capacidade de carga (amperagem) e voltagem, que, na maioria dos casos, é de 12 volts.

Se for necessário utilizar uma bateria auxiliar, para dar a partida no trator, as ligações dos cabos entre ambas devem ser em paralelo, isto é, positivo (+) com positivo (+) e negativo (-) com negativo (-), ou na carcaça do trator.

Nesse tipo de ligação, dobra-se a amperagem e mantém-se a voltagem, que é o desejado na partida com bateria auxiliar.

Figura 46 - Partida no motor com utilização de bateria auxiliar



Fonte: Padovan (2018).

4 POSTO DE TRABALHO DO OPERADOR

O posto de trabalho é o local onde o operador irá posicionar-se para dirigir e operar o trator e é neste local que se encontra o painel veicular contendo as chaves, interruptores e os instrumentos para indicar, monitorar e comandar o trator.

Figura 47 – Posto de trabalho do operador.

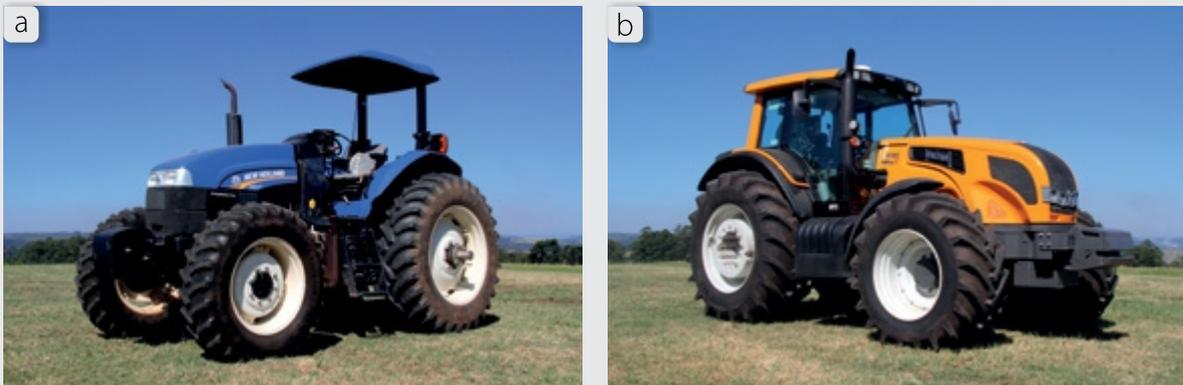


Fonte: Brasil (2017).

O posto de trabalho no trator pode ser sem ou com cabine. Os tratores sem cabine, por segurança, devem possuir um toldo e a Estrutura de Proteção Contra Capotagem (EPCC).

Cada vez mais se torna comum a utilização de cabine nos tratores agrícolas. A cabine proporciona segurança e conforto, possibilitando maior rendimento do operador. Garante redução dos níveis de ruído, vibração e temperatura, e também proteção em caso de capotagem.

Figura 48 – Posto de trabalho: (a) Sem cabine. (b) Com cabine.



Fonte: Brasil (2017).

4.1 ACESSO AO POSTO DE TRABALHO

Para subir ou descer de um trator são necessários três pontos de apoio: dois para os pés e um para a mão, ou o inverso. Por isso, o trator possui degraus com dimensão e altura adequados para os pés e as alças ou corrimão, para ambas as mãos, evitando que o operador se apoie no volante no momento de subir no trator.

PRECAUÇÃO

Ao descer do trator, o operador deve estar na mesma posição que subiu: de frente para o trator, garantindo os três pontos de apoio.

Figura 49 – Acesso ao trator: (a) Subindo. (b) Descendo.



Fonte: Brasil (2017).

4.2 REGULAGENS DO ASSENTO DO OPERADOR

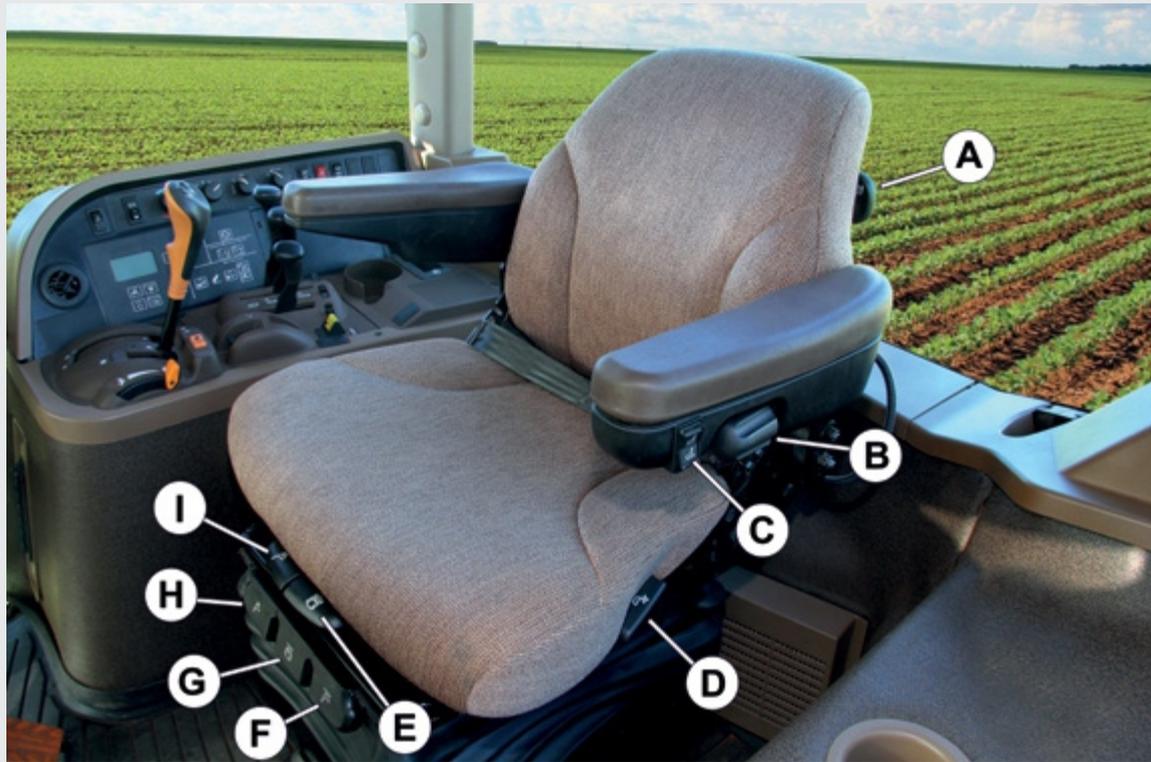
O assento é um componente do trator que pode ter regulagem mecânica ou pneumática para que os comandos e alavancas fiquem ergonomicamente dispostos, ofereçam ampla visibilidade ao operador, para proporcionar conforto e praticidade nas operações.

A quantidade de regulagens do assento varia conforme o trator. O assento dos tratores mais evoluídos possui os seguintes ajustes:

- A) ajuste do apoio lombar
- B) ajuste do apoio do braço
- C) ajuste da altura do assento
- D) ajuste do ângulo do apoio das costas
- E) bloqueio giratório do assento

- F) bloqueio do movimento longitudinal
- G) bloqueio do movimento transversal
- H) ajuste da suspensão para amortecer impactos
- I) ajuste do avanço e recuo do assento.

Figura 50 – Regulagens do assento do operador.



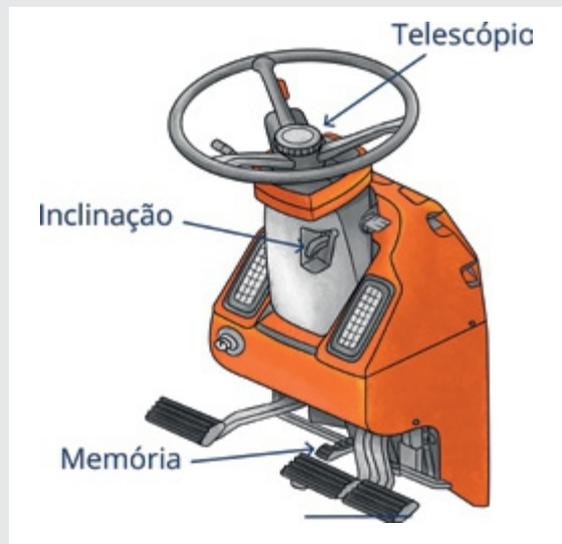
Fonte: Brasil (2017).

Estes ajustes devem ser feitos de acordo com o porte físico do operador para que este tenha acesso seguro aos pedais e demais comandos de operação. Os procedimentos de ajustes para cada modelo de assento estão descritos no manual do operador.

4.3 REGULAGENS DA COLUNA DE DIREÇÃO

Algumas colunas da direção possuem regulagens com movimento escamoteável e telescópico, permitindo ao usuário ajuste do volante em relação a sua posição de operação, proporcionando condições de segurança e conforto.

Figura 51 – Regulagens da coluna de direção.



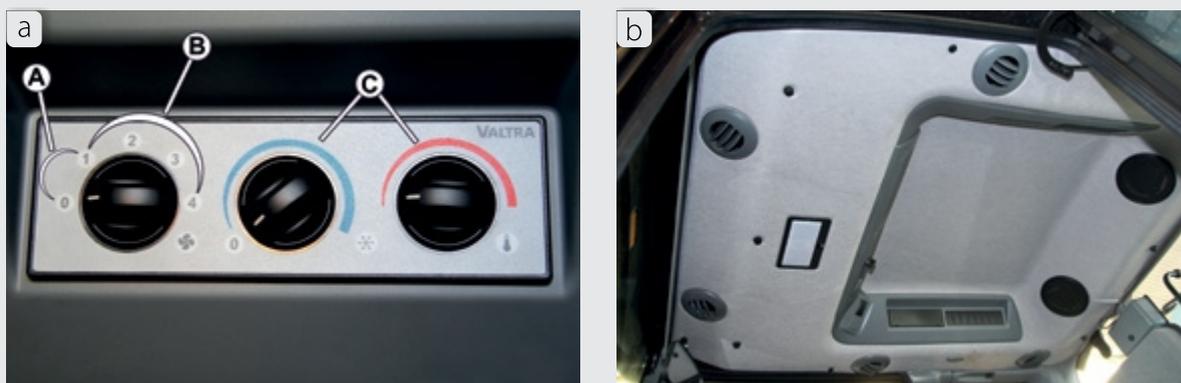
Fonte: Brasil (2017).

As regulagens da coluna da direção devem ser realizadas após terem sido feitos os ajustes do assento do operador. Para isso, consulte o manual do operador.

4.4 CONDICIONADOR DE AR

Todos os tratores com cabine possuem um sistema de ar condicionado e de calefação com comandos localizados no painel lateral ou superior.

Figura 52 – Condicionador de ar: (a) Painel de controles. (b) Saídas de ar.



Fonte: Brasil (2017).

Os controles ou chaves comuns do condicionador de ar são:

- interruptor liga e desliga (A)
- controle de ventilação (B)
- seletor de temperatura do ar condicionado (azul) (C)
- seletor de temperatura de calefação (vermelho) (C)

- posicionamento das saídas de ar.

Estes controles podem ter especificidades conforme a marca e modelo do trator. Para isso, consulte o manual do operador.

4.5 CHAVE DE IGNIÇÃO

Tem a função de ligar os medidores e indicadores no painel, dar a partida no motor e também desligar. Em alguns tratores a chave de ignição possui a função de aquecimento do motor para partida em temperaturas baixas.

Figura 53 – Chave de ignição.



Fonte: Brasil (2017).

Por segurança, alguns tratores possuem dispositivos que só permitem a partida no motor nas seguintes condições:

- alavanca do câmbio na posição neutra ou de estacionamento (P)
- alavanca reversora do câmbio na posição neutra
- pedal da embreagem totalmente acionado
- freio de estacionamento acionado
- tomada de potência desligada
- operador posicionado no banco do trator.

4.6 INTERRUPTORES DE LUZES

No painel do trator encontram-se os comandos de luzes em forma de interruptores ou botões giratórios, com acionamento individual ou conjugado que acionam as seguintes luzes:

- luz de lanterna e painel
- farol de serviço dianteiro
- farol de serviço traseiro
- farol de serviço lateral
- posição do farol dianteiro: alta e baixa
- luz de conveniência da cabine
- luz de advertência: pisca-alerta
- luz indicadora de direção: pisca-pisca.

A localização e os procedimentos de acionamento dos interruptores de luzes variam com a marca e modelo do trator. Para isso, consulte o manual do operador.

4.7 CONTROLE DO LIMPADOR DO PARA-BRISA

O controle do limpador do para-brisa é um manípulo ou interruptor que possui a função de ligar/desligar e selecionar a velocidade do limpador. Em alguns modelos, no próprio manípulo, faz-se a ejeção de água ao pressioná-lo.

Figura 54 – Controle do limpador do para-brisa.



Fonte: Brasil (2017).

5 SIMBOLOGIA EM TRATORES AGRÍCOLAS

Para fácil identificação dos indicadores, medidores, interruptores e comandos operacionais do trator existem as simbologias baseadas nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), americana (ASABE) e internacional (ISO) e também siglas comumente utilizadas pelos diversos fabricantes de tratores.

As normas ISO 3767-1 (1998), com os símbolos comuns e, sua segunda parte ISO 3767-2 (2008), com os símbolos operacionais, são as mais seguidas pelos fabricantes de tratores.

A utilização da simbologia normatizada nas máquinas agrícolas gera a uniformidade das informações sobre os cuidados de funcionamento, manutenção e operação com o equipamento, facilitando o procedimento e o entendimento do operador no manuseio e condução da máquina.

5.1 SIMBOLOGIA INDIVIDUAL

O quadro seguinte apresenta os símbolos normatizados na sua forma individual, para uma fácil memorização que depois podem ser combinados entre si.

Quadro 3 – Símbolos individuais.

	Motor		Motor funcionando
	Sistema hidráulico		Transmissão
	Pressão		Temperatura
	Líquido de arrefecimento		Óleo
	Filtro		Ar
	Horímetro		Nível
	Aquecimento		Bateria
	Falha/Defeito		Sistema elétrico
	Combustível	AUTO	Modo automático
	Bloqueado		Sistema de freios
	Temperatura baixa		Temperatura alta
	Partida		Pneu

Fonte: ISO 3767-1 (1998).

5.2 SIMBOLOGIA CONJUGADA

Da combinação e junção de dois ou mais símbolos individuais forma-se o símbolo conjugado que é apresentado em relógios, painéis e indicadores por luzes para sua respectiva identificação .

Quadro 4 – Símbolos conjugados.

	Pressão do óleo do motor		Temperatura do líquido de arrefecimento do motor
	Filtro de ar do motor		Nível do líquido de arrefecimento do motor
	Rotação do motor - rpm		Filtro do óleo do motor
	Aquecedor de partida do motor		Rotação do motor - rpm
	Temperatura da admissão de ar no motor		Temperatura do óleo de transmissão
	Pressão de óleo da transmissão		Nível do óleo da transmissão
	Filtro do óleo da transmissão		Neutro da transmissão
	Modo automático da transmissão		Alavanca da transmissão
	Temperatura do óleo hidráulico		Nível do óleo hidráulico
	Freio de estacionamento - Park		Pressão do filtro do óleo hidráulico
	Nível de combustível		Óleo do freio
	Filtro de combustível		Partida do motor
	Pressão dos pneus		Parada do motor
	Temperatura do óleo do motor		Falha no motor
	Falha na transmissão		Filtro do óleo hidráulico

Fonte: ISO 3767-1 (1998)

5.3 SIGLAS E ABREVIATURAS

Algumas simbologias da transmissão são apresentadas em forma de letras e algumas abreviaturas de palavras em inglês são comumente encontradas no painel, nas alavancas e no manual do operador.

Quadro 5 – Siglas e abreviaturas.

L	<i>Low</i> – Baixa	H	<i>High</i> – Alta
M	<i>Medium</i> – Média	R	<i>Reverse</i> – Marcha à ré
P	<i>Park</i> - Estacionamento	N	<i>Neutral</i> - Neutro
TDA	Tração Dianteira Auxiliar	F	<i>Forward</i> - Frente
TDP	Tomada de Potência	PTO	<i>Power Take Off</i> – Tomada de Potência
VCR	Válvula de controle remoto	PAVT	<i>Power Adjustable Variable Track</i> - Bitola servo ajustável

Fonte: ISO 3767-1 (1998)

5.4 SIMBOLOGIA DO MODO VEÍCULO

Para um melhor entendimento, os símbolos podem ser divididos em dois modos:

- modo veículo: trata da locomoção do trator com um veículo autopropelido;
- modo operação: trata dos comandos e ações que serão realizadas quando o trator estiver em operação de campo.

Quadro 6 – Símbolos do modo veículo.

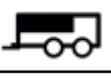
	Desligado		Ligado
	Indicadores de direção (seta)		Buzina
	Luz alta do farol		Luz baixa do farol
	Limpador do para-brisas		Lavador do para-brisas
	Desembaçador		Sinalização de emergência
	Pressurizado		Condicionador de ar
	Seta do veículo 1		Indicador de parada

Fonte: ISO 3767-1 (1998).

5.5 SIMBOLOGIA DO MODO OPERAÇÃO

A simbologia do modo operação tem a função de identificar a função e a posição dos controles e indicar o acionamento daquele comando.

Quadro 7 – Símbolos do modo operação.

	Bloqueio do diferencial		Tração dianteira
	Velocidade lenta		Velocidade rápida
	Lesma – Velocidade super reduzida (<i>Creeper</i>)		Tração dianteira acionada ao aplicar os freios
	TDP desligada		TDP ligada
	Tração dianteira no modo automático		Tomada de potência no modo automático
	Bloqueio do diferencial no modo automático		540 rpm econômico
	Posição avante		Posição a ré
	Abaixar o sistema hidráulico		Levantar o sistema hidráulico
	Ajuste da altura máxima de levante		Ajuste do limite inferior do levante
	Cilindro remoto - Expansão		Cilindro remoto - Retração
	Cilindro remoto - Flutuação		Variação contínua
	Maior sensibilidade – Mais raso		Menor sensibilidade – Mais profundo
	Modo automático - Transporte		Modo automático - Operação
	Controle de posição – Implementos de superfície		Controle de profundidade – Implementos de penetração
	Patinagem do trator		Motor hidráulico
	Freio da 1ª carreta - Falha		Freio da 2ª carreta - Falha

Fonte: ISO 3767-1 (1998).

6 MEDIDORES E INDICADORES

Os medidores e indicadores encontram-se nos painéis frontal, superior, lateral, no painel de coluna ou no painel do monitor e suas funções são, respectivamente, monitorar e indicar o funcionamento do trator.

As normas ISO 3767-1 (1998), ISO 3767-2 (2008) e ASABE (2015) normatizam cores a serem utilizadas nos indicadores por luzes e a maioria dos fabricantes adotam estas cores que indicam o estado de funcionamento e a urgência da ação ou ainda a condição operacional, isto é, se o mecanismo está acionado.

Quadro 08 – Indicação das cores dos medidores e indicadores.

Vermelho	Denota falha ou mau funcionamento grave que requer atenção imediata.
Amarelo ou Âmbar	Indica condição fora dos limites normais de operação.
Verde	Indica condição de funcionamento normal.

Fonte: ISO 3767-2 (2008).

Além dessas, outras cores estão normatizadas pelas normas supracitadas, para funções específicas.

Quadro 09 – Cores de indicadores específicos.

Azul	Luz do farol principal ou farol alto
Vermelho	Luz de alerta. Exibição de aviso de perigo.
Verde	Luz sentido de direção (seta)

Fonte: ISO 3767-2 (2008).

O operador deve conhecer e estar atento ao painel do trator durante a operação, além de realizar os devidos procedimentos para correções.

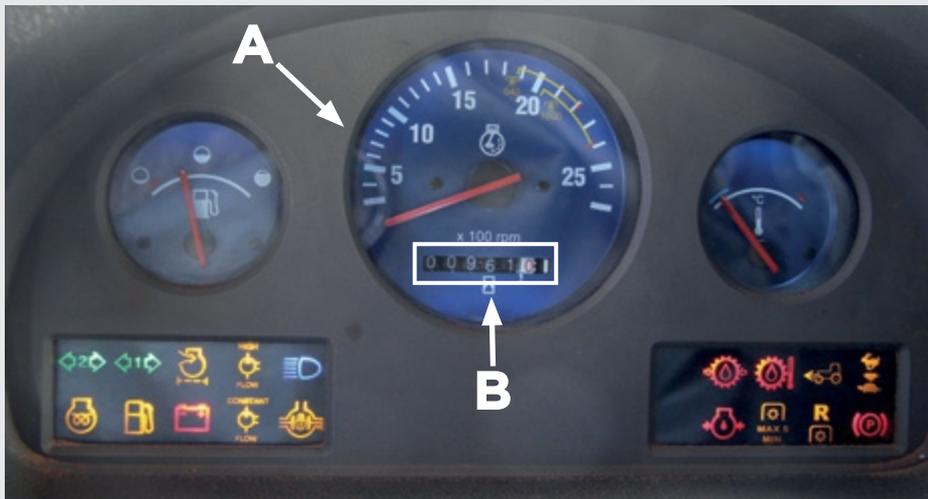
6.1 MEDIDORES DO PAINEL

Os medidores apresentam-se em diferentes tipos: relógios com escalas numéricas, escalas por cores, escalas em gráfico ou ainda de numeração digital.

a) Tacômetro ou conta-giro: mede o regime de rotação do motor por minuto (rpm).

b) Horímetro: mede a quantidade de horas trabalhadas pelo motor.

Figura 55 – Medidores: A= Tacômetro B= Horímetro



Fonte: Brasil (2017).

c) Velocímetro: mede a velocidade em quilômetros por hora do trator.

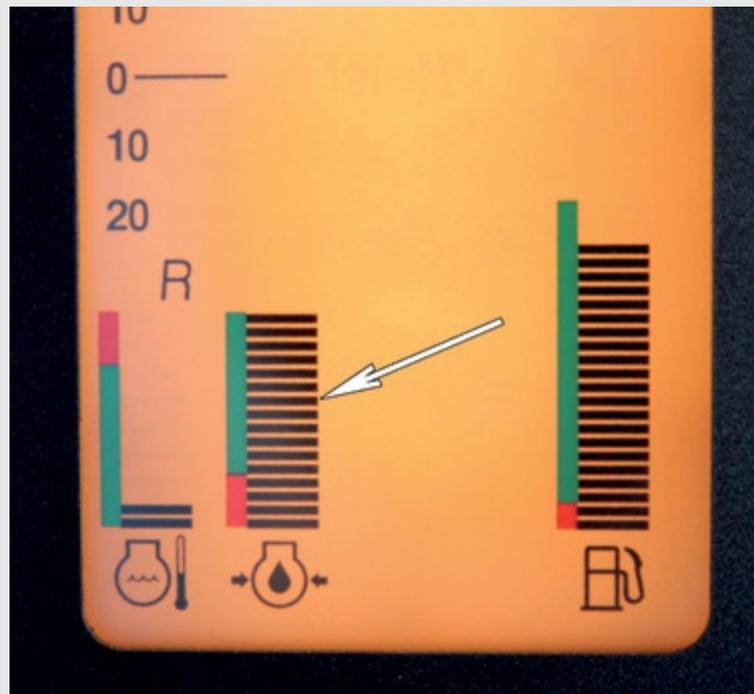
Figura 56 – Velocímetro analógico e digital no mesmo painel.



Fonte: Padovan (2018).

d) Manômetro: mede a pressão de óleo do sistema de lubrificação do motor.

Figura 57 – Manômetro.



Fonte: Brasil (2017).

e) Amperímetro: medidor do nível de carga enviado à bateria.

Figura 58 – Amperímetro.



Fonte: Brasil (2017).

f) **Medidor de combustível do tanque:** mede o nível de combustível contido no tanque.

g) **Termômetro:** medidor da temperatura do líquido de arrefecimento do motor.

Figura 59 – Medidores: A= Medidor de combustível B= Termômetro.



Fonte: Brasil (2017).

ATENÇÃO

O abastecimento do tanque deve ser feito sempre após a jornada diária. Isso evita a condensação da umidade do ar que ocupa o tanque. Se abastecido, o volume de ar é expulso pelo bocal.

6.2 INDICADORES DO PAINEL

No painel do trator, nas alavancas e interruptores existem indicadores com sinal luminoso ou sonoro, individual ou em conjunto, para que o operador confira as funções de funcionamento e de operação do trator.

Por segurança, alguns indicadores são sonoros para lembrar o operador de determinadas ações e alguns itens possuem tanto indicadores como medidores como, por exemplo, a temperatura do motor e o nível de combustível.

É importante que o operador entenda as funções de cada um deles e observe-os durante a operação do trator, além de realizar os devidos procedimentos.

a) Indicador da temperatura do motor: indica se a temperatura do líquido de arrefecimento do motor ultrapassou o limite aceitável.

Figura 60 – Indicador da temperatura do motor.



Fonte: Brasil (2017).

ATENÇÃO

1. Caso a luz da temperatura acenda ou o medidor indique superaquecimento, pare o trator, contudo não desligue o motor e verifique as possíveis causas.
2. Quando a causa do superaquecimento for a quebra da correia ou a perda total do líquido, desligue o motor imediatamente. Para as demais causas, mantenha o motor ligado por um período, até diminuir a temperatura.

b) Indicador da pressão do óleo do motor: indica se a pressão do óleo do motor está abaixo do normal.

Figura 61 – Indicador da pressão de óleo do motor.



Fonte: Brasil (2017).

ATENÇÃO

Caso a luz de óleo acenda ou o mostrador indique baixa pressão, pare imediatamente o trator e desligue o motor para verificação.

c) Indicador de restrição do filtro de ar: indica baixo fluxo de ar na tubagem de admissão, isto é, necessidade de manutenção do filtro de ar.

Figura 62 – Indicador de restrição do filtro de ar.



Fonte: Brasil (2017).

ATENÇÃO

Caso a luz do indicador de restrição acenda, não há necessidade de parada imediata do trator, podendo ainda trabalhar por algum tempo, porém com constante observação da cor da fumaça do escapamento, da temperatura do motor e da perda de potência.

d) Indicador da pressão de óleo do câmbio: indica se a pressão do óleo do câmbio está abaixo do normal.

e) Indicador da temperatura de óleo do câmbio: indica se a temperatura do óleo do câmbio está acima do normal.

f) Indicador da Tração Dianteira Auxiliar: indica que a TDA está acionada.

g) Indicador da seleção do multiplicador de velocidade: indica se a velocidade do multiplicador está em baixa ou alta (posição tartaruga ou lebre).

h) Indicador da Tomada de Potência: indica que a TDP está acionada.

i) Indicador do freio de estacionamento: indica se o freio de estacionamento está acionado.

j) Indicador da carga da bateria: indica se não há passagem de carga do alternador para a bateria.

k) Indicador do bloqueio do diferencial: indica que o bloqueio do diferencial está acionado.

l) Indicador da luz alta dos faróis: indica se os faróis estão com luz alta. Normalmente essa luz tem cor azul.

Figura 63 – Indicadores diversos



Fonte: Brasil (2017).

- A: Pressão de óleo do câmbio
- B: Temperatura do óleo do câmbio
- C: Tração Dianteira Auxiliar
- D: Seleção do multiplicador de velocidade
- E: Tomada de Potência
- F: Freio de estacionamento
- G: Carga da bateria
- H: Bloqueio do diferencial
- I : Luz alta dos faróis

A quantidade de indicadores nos painéis dos tratores varia conforme o fabricante, a categoria de potência e o grau de tecnologia. Para maior entendimento sobre todos os indicadores do painel, consulte a tabela de simbologia ou o manual do operador do modelo de trator específico .

7 COMANDOS DE OPERAÇÃO DO TRATOR

Os comandos de operação são as alavancas, botões, teclas e interruptores, utilizados pelo operador para obter uma ação operacional.

O operador deve estar familiarizado com os comandos de operação do trator. Essa ação vai garantir segurança, preservação e integridade da máquina e conforto ao operador, além de possibilitar uma operação correta e mais eficiente. Os comandos podem variar entre modelos, marcas e nível tecnológico do trator.

7.1 ACELERADOR

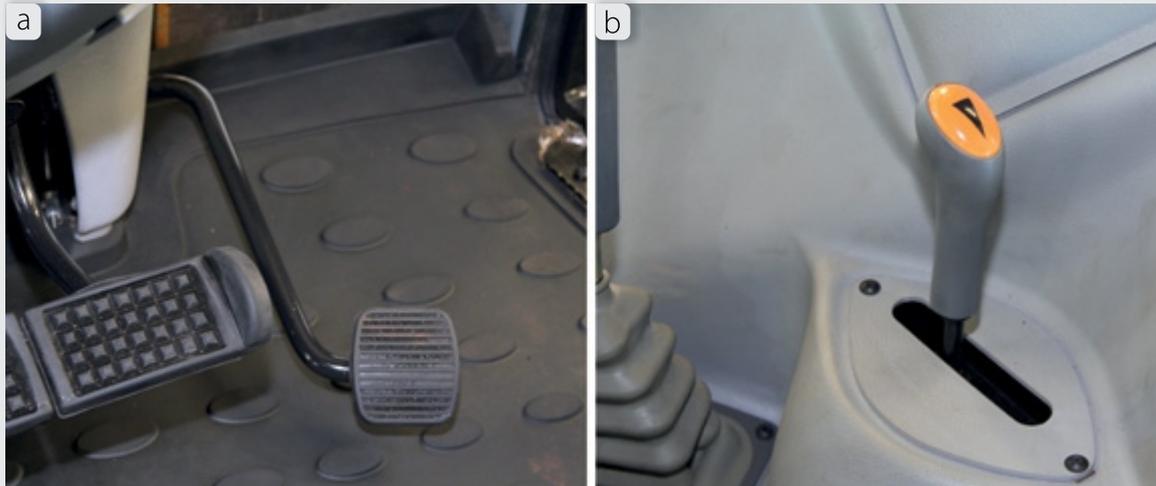
O acelerador controla a rotação do motor e é acionado de duas formas: manualmente ou por pedal.

O acelerador manual permite rotação constante e deve ser utilizado em operações de campo com implementos.

O acelerador por pedal permite rotações variáveis e deve ser utilizado em transporte e operações de manobras.

A escolha da rotação de trabalho depende da operação e da demanda de potência do implemento.

Figura 64 – Acelerador: (a) Por pedal. (b) Manual.



Fonte: Brasil (2017).

PRECAUÇÃO

Por questão de segurança, na maioria dos tratores a alavanca do acelerador manual aumenta a rotação quando acionada para frente e diminui a rotação quando acionada para trás, em relação ao trator.

Figura 65 – Acionamento do acelerador.



Fonte: Brasil (2017).

7.2 FREIOS

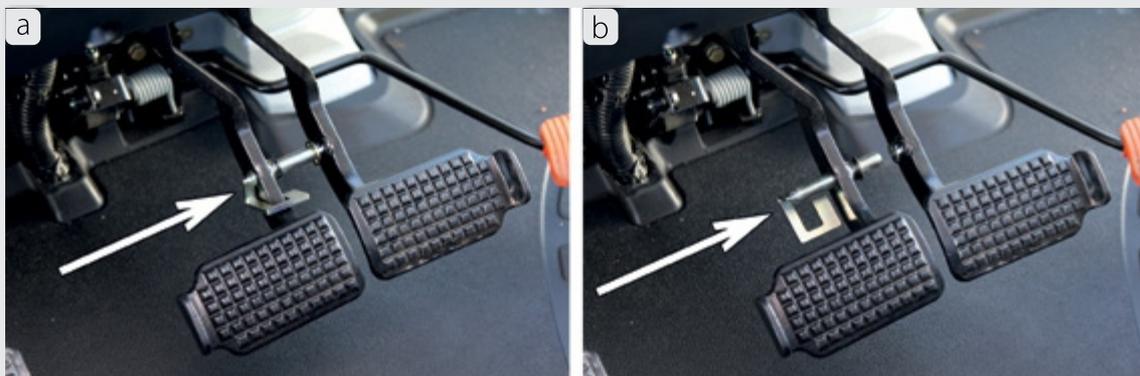
Os tratores agrícolas 4x2 e 4x2 TDA possuem sistemas de freios somente nas rodas traseiras que são acionados por dois pedais, sendo um pedal para cada rodado (direito e esquerdo), podendo ser aplicados de forma conjugada ou individual.

A aplicação dos pedais de freios de forma individual tem a finalidade de auxílio nas manobras, controle da patinagem das rodas e em operações com declive.

PRECAUÇÃO

Por questão de segurança na frenagem, em transporte com carretas ou em deslocamento do próprio trator, os pedais devem ser sempre utilizados de forma conjugada.

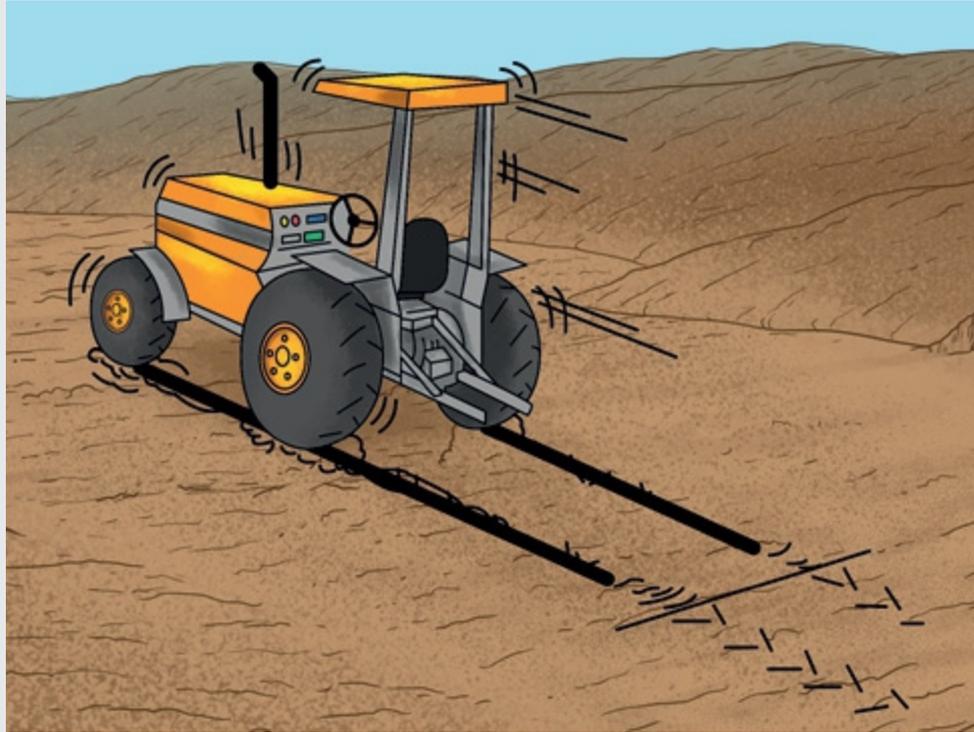
Figura 66 – Acionamento dos freios: (a) Conjugado. (b) Individual.



Fonte: Brasil (2017).

Nos tratores 4x2 TDA, quando a tração está acionada, as rodas dianteiras também sofrem ação de frenagem conjuntamente com as traseiras, pela interligação por meio do sistema de transmissão, que então arrastará as quatro rodas, melhorando a eficiência do sistema de freios.

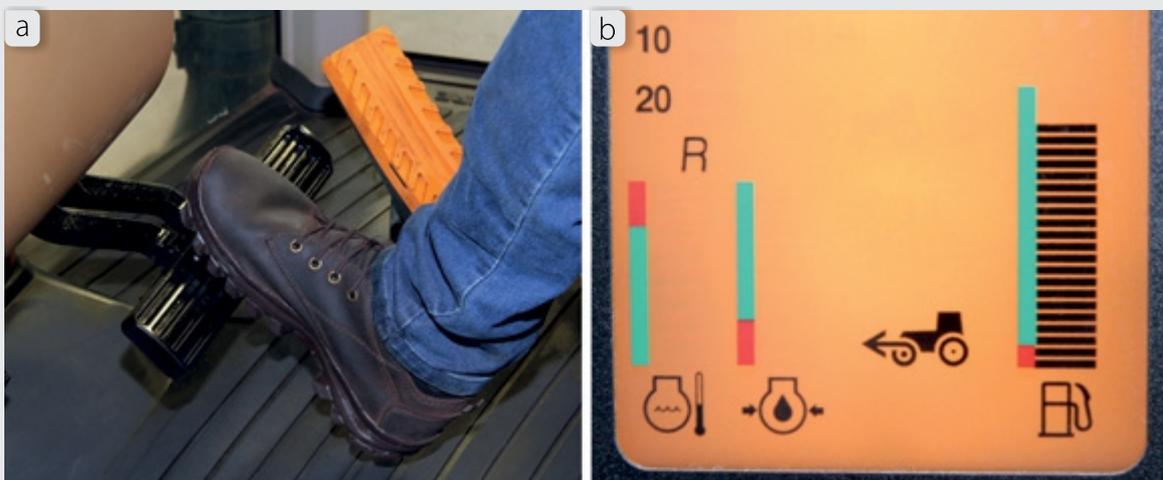
Figura 67 – Frenagem do eixo dianteiro em tratores 4x2 TDA.



Fonte: Brasil (2017).

Em tratores que possuem o acionamento eletro-hidráulico da tração dianteira, ao acionar os pedais de freio de forma conjugada, a tração será automaticamente acionada, frenando também o rodado dianteiro, garantindo maior eficiência e segurança da frenagem em transporte.

Figura 68 – Acionamento automático da tração dianteira.



Fonte: Brasil (2017).

Os tratores 4x4 com chassi articulado possuem sistema de freios nas quatro rodas ou sistema central que frena as rodas por meio da transmissão, sendo acionado por apenas um pedal. O órgão ativo do freio de estacionamento está incorporado ao sistema do freio de serviço, com acionamento por alavanca própria.

Figura 69 – Freio de estacionamento.



Fonte: Brasil (2017).

7.3 TRAÇÃO DIANTEIRA

Atualmente, a maioria dos tratores possui o sistema de tração no eixo dianteiro, chamados então de 4x2 com tração dianteira auxiliar ou 4x2 TDA.

A tração dianteira deve ser utilizada somente em trabalhos que exijam grande esforço de tração e em velocidade moderada. O uso desta, em pistas de piso firme, pode danificar os redutores finais, o diferencial e provocar desgaste prematuro dos pneus dianteiros, pois os rodados do eixo dianteiro, quando acionados, têm um avanço de velocidade em relação aos rodados traseiros de 2 a 5%.

Em casos de tração de carretas com carga, deve-se usar a TDA para melhor estabilidade e eficiência de fenação.

7.3.1 Formas de acionamento da tração dianteira

A tração dianteira dos tratores 4x2 TDA pode ser acionada de duas formas: acionamento mecânico (alavanca) ou eletro-hidráulico (botão).

No acionamento mecânico, para acionar a tração dianteira, é necessário fazer o uso da embreagem e o trator deve estar parado.

Figura 70 – Acionamento mecânico da tração dianteira.



Fonte: Brasil (2017).

O acionamento eletro-hidráulico pode ser feito com a máquina parada ou em movimento, sem uso da embreagem.

Figura 71 – Acionamento eletro-hidráulico da tração dianteira.



Fonte: Brasil (2017).

7.3.2 Cuidados na utilização da tração dianteira

- A tração dianteira deve ser utilizada somente em operações de campo e em velocidades de operação.
- No transporte do trator, a tração dianteira deve estar desligada. Caso não esteja, pode danificar os eixos, o diferencial e provocar desgaste prematuro dos pneus dianteiros.
- Em casos de transporte com carga, deve-se usar a TDA para melhor estabilidade e eficiência de frenagem.

- Quando se acoplam implementos dianteiros, como lâminas ou conchas, deve-se trabalhar com a TDA desligada.

7.3.3 Relações entre a tração dianteira e o sistema de freios

Para melhorar a eficiência da frenagem e garantir a vida útil dos componentes da tração, os tratores possuem uma interligação entre a tração dianteira e o sistema de freios.

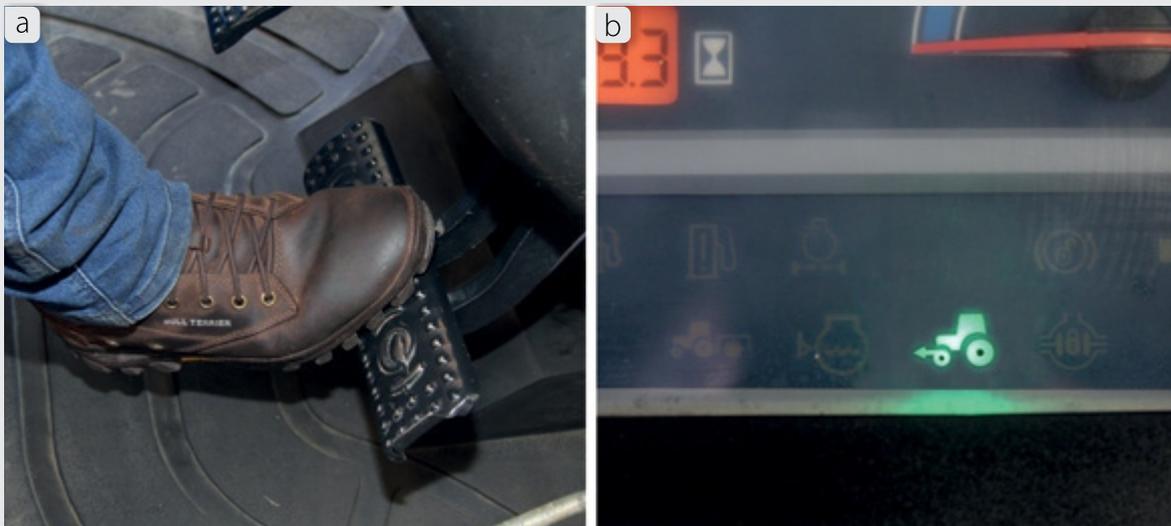
a) Quando o acionamento da tração dianteira for mecânico

- Tração desligada: freia somente os rodados traseiros.
- Tração ligada: freia os quatro rodados.

b) Quando o acionamento da tração dianteira for eletro-hidráulico

Na maioria dos modelos, ao acionar os pedais de freios de forma conjugada, a tração dianteira será automaticamente ligada para frear os quatro rodados.

Figura 72 – Acionamento automático da tração dianteira.



Fonte: Brasil (2017).

c) Quando o acionamento da tração dianteira for eletro-hidráulico e automático

Neste caso, o interruptor de acionamento da tração dianteira possui três posições:

- **Desligado:** ao acionar os pedais de freio conjugados, a tração ligará automaticamente somente acima de determinada velocidade (exemplo: superior a 5 km/h).
- **Ligado:** a tração estará constantemente ligada
- **Ligado no automático:** neste modo ocorre o desligamento automático da tração em três situações:
 - em velocidade elevada (exemplo: superior a 19 km/h).
 - ao acionar o pedal de freio de forma individual, para realização de manobras.
 - ao esterçar o volante até um determinado limite.

Figura 73 – Acionamento automático da tração dianteira.

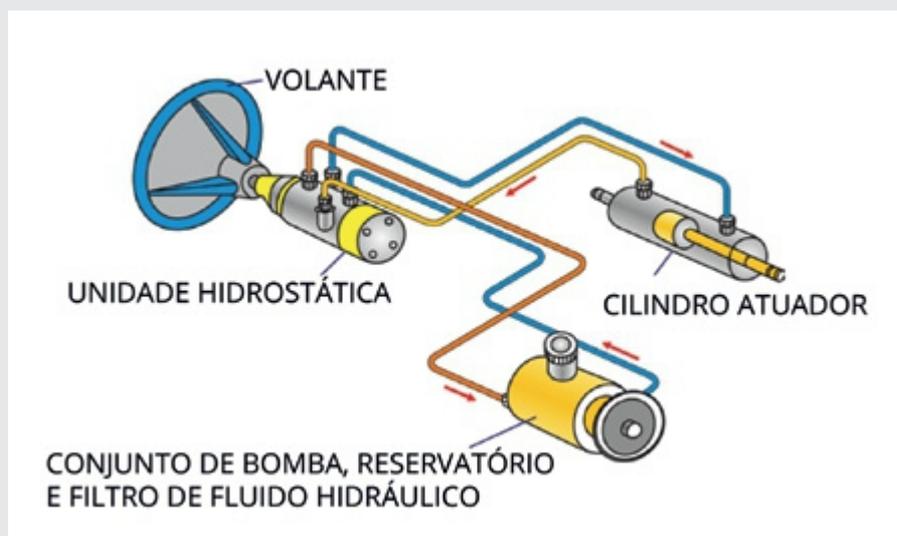


Fonte: Brasil (2017).

7.4 DIREÇÃO

O acionamento do sistema de direção pode ser mecânico ou hidráulico. Este último pode ser servo-assistido ou hidrostático. Atualmente quase que a totalidade dos tratores possui o sistema de direção com acionamento hidrostático.

Figura 74 – Componentes da direção de acionamento hidrostático.



Fonte: Brasil (2017).

O sistema hidrostático da direção pode possuir bomba hidráulica específica como na figura anterior ou estar conjugado com outros sistemas hidráulicos do trator. A esses dois tipos dá-se o nome de sistema aberto e sistema fechado.

Segundo Garcia (2017), o sistema aberto é um tipo mais simples, no qual a bomba hidráulica produz um fluxo contínuo que deve retornar ao reservatório quando o cilindro não estiver em operação. No sistema fechado, além da direção, outras funções são operadas simultaneamente,

existindo a necessidade de uso de acumuladores ou bomba de fluxo variável, além de válvulas divisoras de fluxo e válvulas de controle direcional.

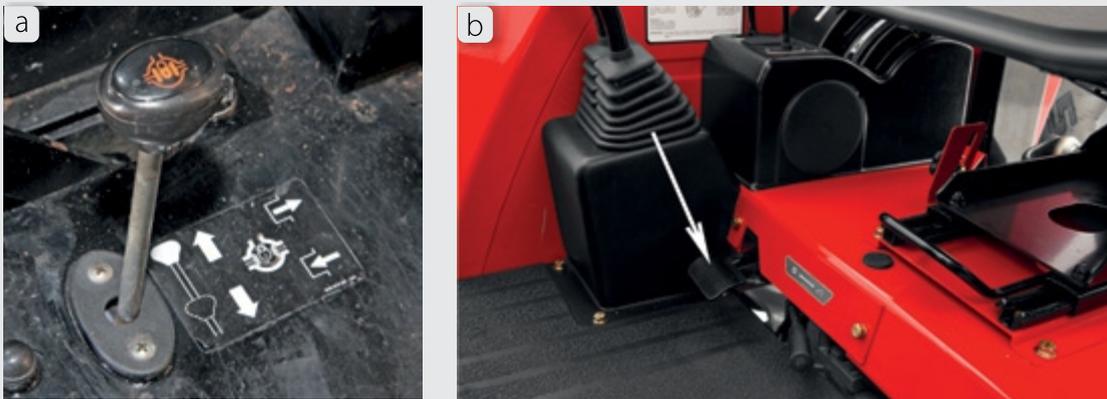
7.5 BLOQUEIO DO DIFERENCIAL

Os tratores agrícolas são equipados com bloqueio do diferencial, cuja função é igualar a rotação das rodas motrizes, quando uma delas perde aderência com o solo em patinagem. O acionamento do bloqueio do diferencial pode ser mecânico ou eletro-hidráulico.

7.5.1 Acionamento mecânico do bloqueio do diferencial

Dependendo do trator, este acionamento é feito por alavanca ou por pedal ativado pelo calcanhar direito do operador. Para utilizar o bloqueio, acione a embreagem, pare o trator e depois acione a alavanca ou o pedal do bloqueio para baixo até sentir que o dispositivo ficou engatado.

Figura 75 – Bloqueio do diferencial: (a) Por alavanca. (b) Por pedal

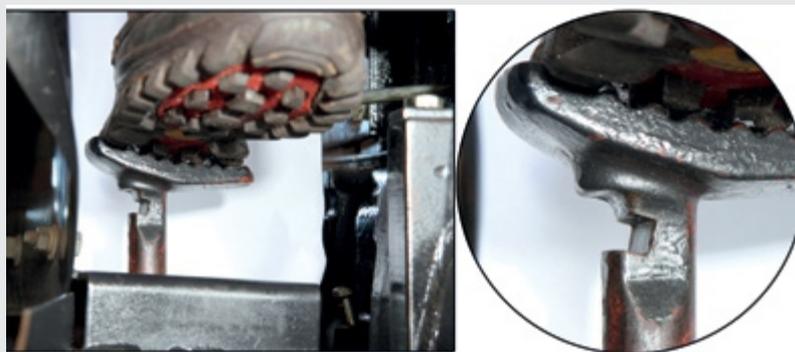


Fonte: Brasil (2017).

O desbloqueio no acionamento mecânico pode ser mecânico ou automático.

a) Desbloqueio mecânico: o operador deve acionar o pedal novamente, destravando-o logo que as duas rodas tiverem a mesma tração.

Figura 76 – Desbloqueio mecânico.



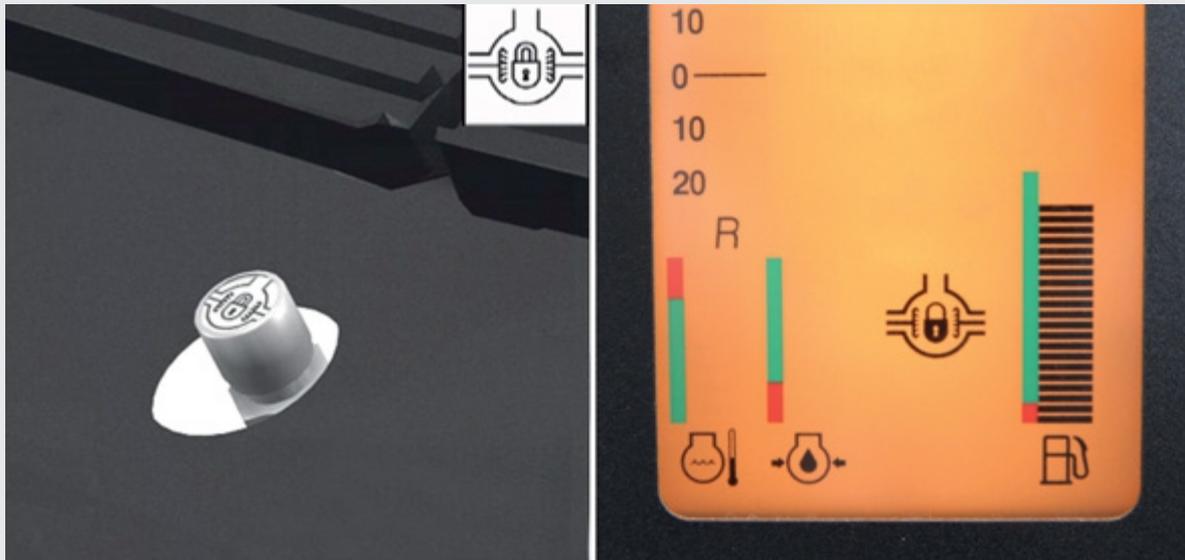
Fonte: Brasil (2017).

b) Desbloqueio automático: a tração desigual entre as rodas mantém o bloqueio do diferencial engrenado e soltar-se-á automaticamente logo que a tração for equivalente nas duas rodas traseiras.

7.5.2 Acionamento eletro-hidráulico do bloqueio do diferencial

Este acionamento é feito por um interruptor localizado no painel ou no piso da plataforma. Uma vez ligado, acenderá a luz indicadora no painel.

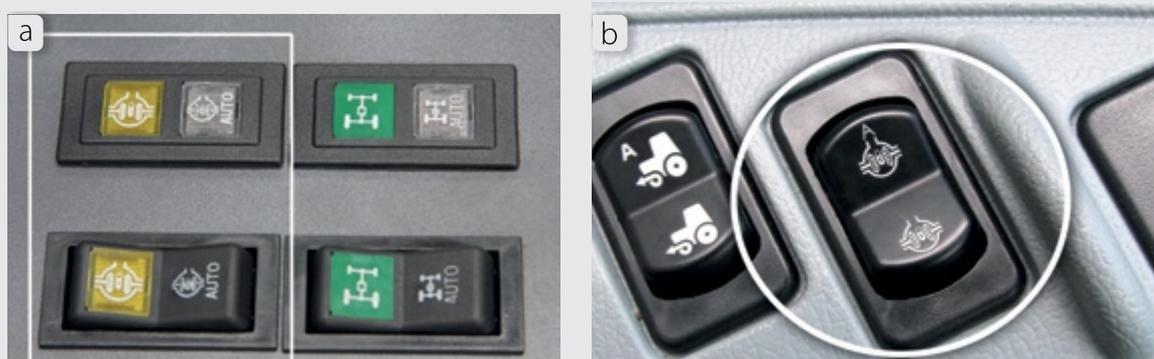
Figura 77 – Acionamento eletro-hidráulico do bloqueio do diferencial.



Fonte: Brasil (2017).

O desbloqueio é feito no próprio interruptor ou acionando levemente os pedais do freio. Em alguns modelos de tratores mais evoluídos, o bloqueio eletro-hidráulico é disponível de duas formas: modo convencional e modo **auto**.

Figura 78 – Formas de acionamento do bloqueio eletro-hidráulico: (a) Trator A (b) Trator B.



Fonte: Brasil (2017).

Quando acionado no modo **auto**, o desbloqueio irá ocorrer nas possíveis situações:

- com um segundo toque no interruptor.
- com o acionamento dos pedais de freio.
- quando a velocidade ultrapassar um determinado limite.
- com o esterçamento da direção (volta a ligar ao alinhar a direção).
- com o levantamento do hidráulico de três pontos (volta a ligar ao abaixar o hidráulico).

7.6 ALAVANCAS DO CÂMBIO

A seleção de marchas no trator é realizada por meio de alavancas e/ou botões para se adaptar à força e à velocidade para cada tipo de operação. Ao combinar as diferentes posições das alavancas e/ou botões, obtêm-se várias velocidades de avanço.

Quanto maior o número de marchas, menor será o degrau entre a seleção e adequação da velocidade e força para o trabalho, otimizando a economia de combustível e a capacidade operacional do trator

7.6.1 Tipos de alavancas do câmbio

O trator, conforme a marca e o modelo, pode ter duas ou mais alavancas ou botões de câmbio. Ao combinar as diferentes posições das alavancas e/ou botões, obtêm-se várias velocidades de operação.

O quadro seguinte mostra os diversos tipos, formas, quantidades e denominações de alavancas de câmbio nas diferentes marcas e modelos de tratores.

Quadro 10 – Alavancas de câmbio.

ALAVANCA OU BOTÃO		DENOMINAÇÕES
a)	Selecionador de marcha	1ª, 2ª, 3ª, 4ª, Ré
b)	Selecionador de grupo	L, M, H, R
		A, B, C, D
		I, II, III, IV
c)	Duplicador ou multiplicador	A - B - alta e baixa
		<i>Dual power</i>
		<i>Splitter</i> = "divisor"
d)	Reversor	Frente, Neutro e Ré (F N R)
e)	Super-redutor	Lesma
		<i>Creeper</i> = "rastejador"

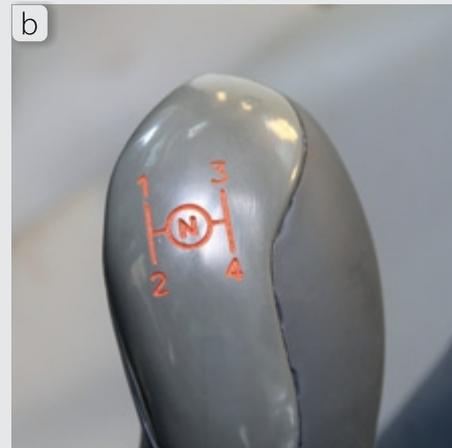
Fonte: Padovan (2018).

a) Selecionador de marcha

A alavanca ou botão de marcha é a seleção fina que faz pequena variação de força e velocidade de uma marcha para outra. É dada em numerais arábicos ordinais, comumente de 1ª a 4ª.

Dependendo do modelo do câmbio, a marcha à ré pode estar na alavanca de marcha, na alavanca de grupo, ou ainda na alavanca de reversão.

Figura 79 – Alavanca de marcha: (a) Com a marcha à ré. (b) Sem a marcha à ré.



Fonte: Brasil (2017).

Figura 80 – Exemplos de localização da marcha à ré: (a) No grupo. (b) No reversor.



Fonte: Brasil (2017).

b) Alavanca selecionadora de grupo

A alavanca selecionadora de grupo possui diferentes denominações, conforme a marca e modelo do trator.

Figura 81 – Alavanca selecionadora de grupo: (a) Siglas. (b) Letras sequenciais. (c) Numerais romanos (gama).

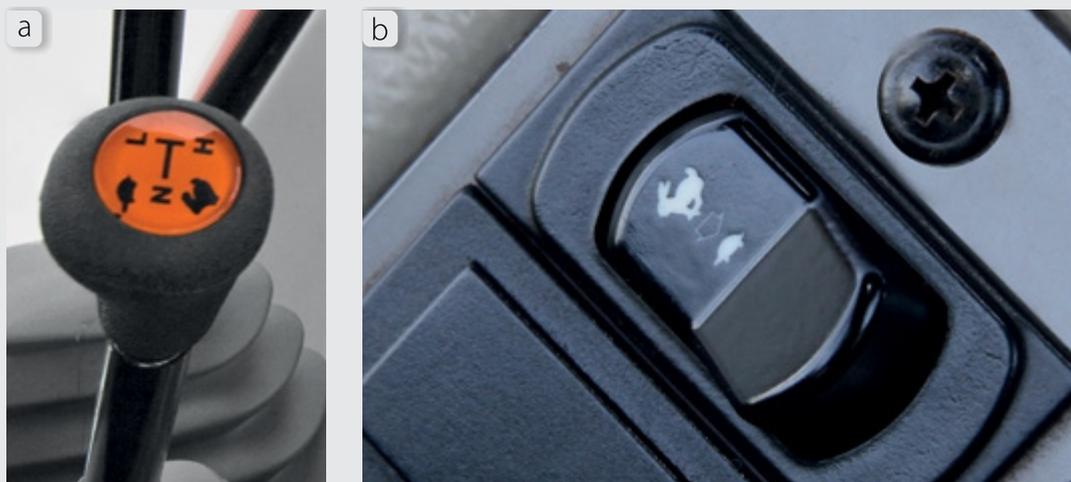


Fonte: Brasil (2017).

c) Duplicador ou multiplicador

A alavanca ou botão duplicador dobra o número de velocidades de avanço dividindo as marchas em baixa e alta. Normalmente pode ser acionada sem a utilização da embreagem, o que facilita na operação do trator.

Figura 82 – Duplicador: (a) Na alavanca. (b) No botão selecionador.



Fonte: Brasil (2017).

d) Alavanca reversora

Normalmente é posicionada ao lado esquerdo do volante de direção e, em alguns casos, é posicionada no console lateral. Pode ser acionada sem a utilização da embreagem, dando agilidade nas manobras de cabeceira.

Figura 83 – Alavanca reversora.



Fonte: Brasil (2017).

e) Super-redutor

O super-redutor é um opcional no câmbio dos tratores e é utilizado para realizar operações que exigem velocidades inferiores a 2 km/h como por exemplo, a colheita de café. É representado pelo símbolo da lesma.

Figura 84 – Alavanca de acionamento do super-redutor



Fonte: Brasil (2017).

Em alguns modelos de tratores é recomendada a utilização do super-redutor somente com o grupo de velocidades baixa (L ou tartaruga).

Figura 85 – Utilização do super-reductor no grupo de baixa velocidade.



Fonte: Brasil (2017).

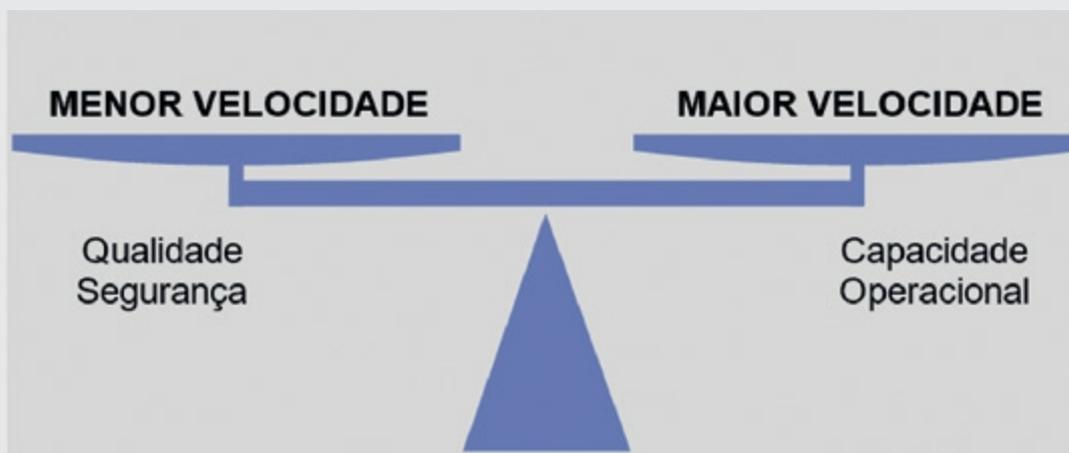
7.6.2 Escolha da marcha de trabalho

A escolha da marcha em função da força depende das condições do terreno e da carga exigida pelo implemento, de modo a obter melhor eficiência em relação à rotação do motor e ao consumo de combustível.

A escolha da marcha em função da velocidade influenciará na qualidade do trabalho executado, na segurança da máquina e do operador e na capacidade operacional do conjunto trator/implemento.

Portanto, deve-se adequar a velocidade de trabalho de modo a obter um equilíbrio entre a máxima capacidade operacional, sem, contudo, comprometer a qualidade do trabalho e a segurança da máquina e do operador.

Figura 86 – Equilíbrio na escolha entre menor e maior velocidade e seus respectivos ganhos.

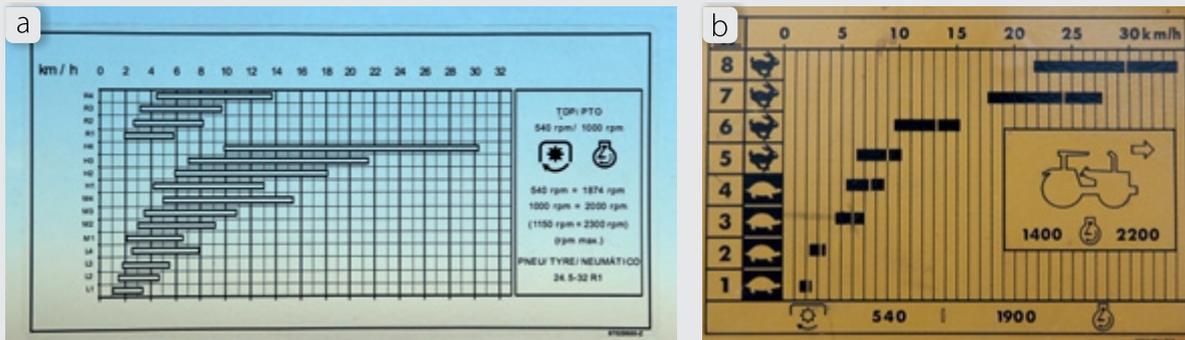


Fonte: Padovan (2018).

A escolha da marcha adequada está relacionada à velocidade ideal para cada tipo de operação a ser realizada com o trator. Uma vez sabendo a velocidade em km/h para aquela operação, a escolha da marcha é feita por meio do gráfico de escalonamento de marchas que está em um adesivo localizado no painel, no para-lama ou no vidro da cabine do trator.

Para o entendimento do escalonamento e escolha da marcha deve-se consultar o manual do operador.

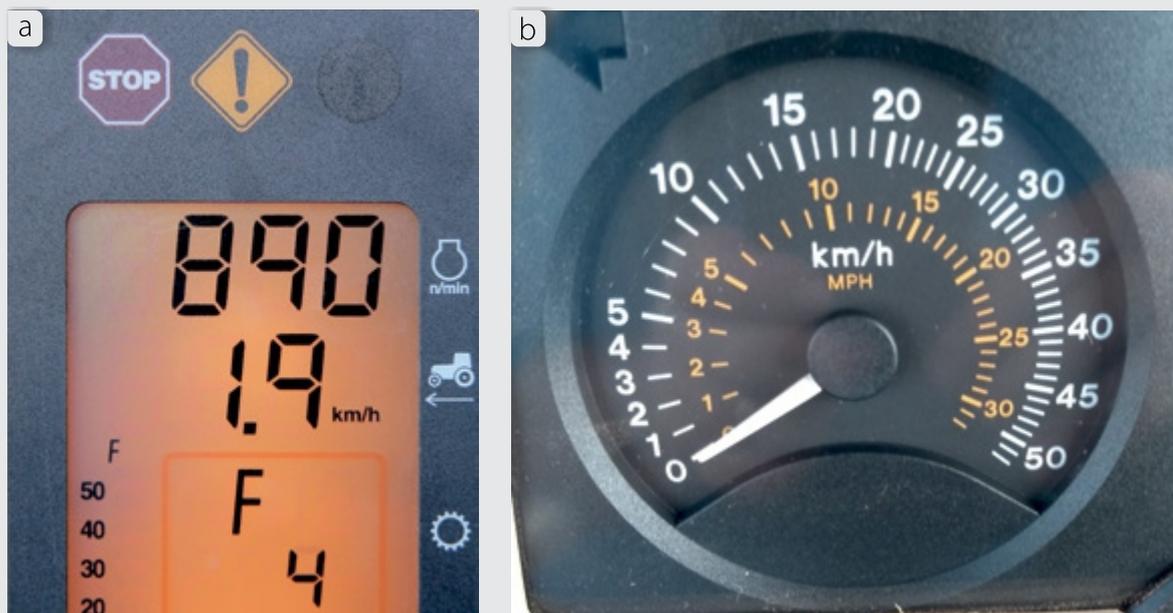
Figura 87 – Gráficos de escalonamento de marchas: (a) Trator A. (b) Trator B.



Fonte: Brasil (2017).

Tratores mais evoluídos possuem velocímetro que já apresentam a velocidade em km/h.

Figura 88 – Velocímetro: (a) Digital. (b) Analógico.



Fonte: Brasil (2017).

7.7 EMBREAGEM

A embreagem é um interruptor do movimento do motor para os rodados e em alguns casos interrompe também a rotação entre o motor e a Tomada de Potência (TDP). Operacionalmente, é vantajoso que a parada do trator não seja simultânea com a parada da TDP. Por isso, deve-se conhecer bem os diferentes tipos de embreagem.

Os tratores agrícolas possuem embreagem simples (uma embreagem) ou dupla, dependendo da marca e do modelo do trator.

7.7.1 Tipos de embreagem simples

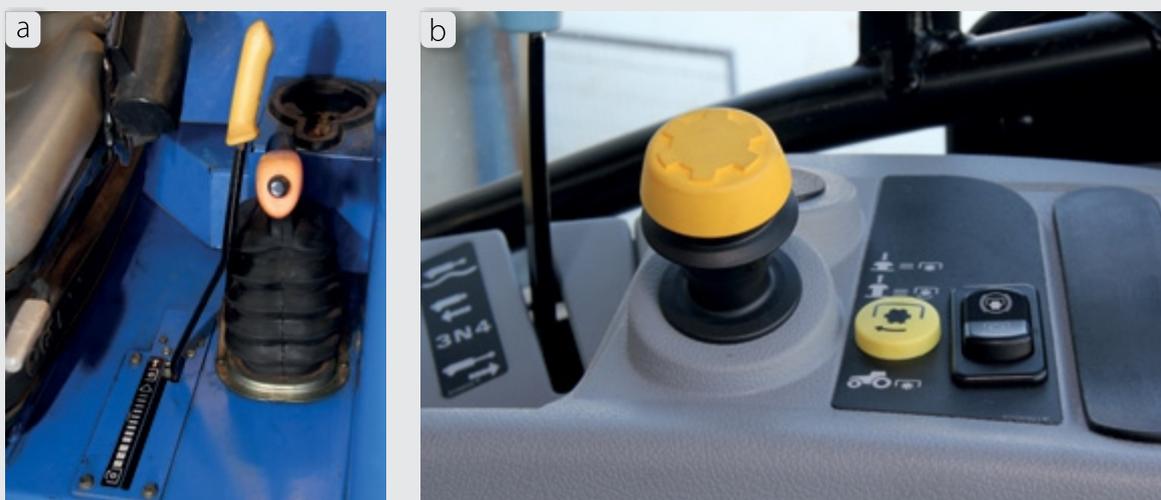
A maioria dos tratores agrícolas modernos possui a tomada de potência com acionamento eletro-hidráulico chamada de TDP independente ou TDPI. Neste caso, o trator pode possuir embreagem simples, pois para acionar a TDP não precisa do acionamento da embreagem.

Alguns tratores no mercado ainda possuem embreagem simples com acionamento da TDP mecânico. Neste caso, para acionar a TDP é necessário o acionamento da embreagem.

a) Embreagem simples em trator com TDPI

É o tipo mais comum nos tratores atualmente. Quando acionada a embreagem interrompe apenas os rodados do trator. Nesta condição, quando a embreagem é acionada é possível parar o trator sem parar a TDP e também parar a TDP sem parar o trator, pois a TDP tem o seu acionamento independente da embreagem. Isso, operacionalmente, traz muita rapidez e comodidade ao operador.

Figura 89 – Acionamento da TDPI: (a) hidráulico (alavanca). (b) eletro-hidráulico (botão).



Fonte: Brasil (2017).

b) Embreagem simples em trator sem TDPI

São poucos os tratores que ainda possuem este sistema. Quando acionada, a embreagem interrompe os rodados e a TDP simultaneamente. Nesta condição, o acionamento da embreagem irá parar o trator e a TDP ao mesmo tempo, trazendo algumas complicações durante certas operações.

7.7.2 Tipos de embreagem dupla

No sistema de embreagem dupla, uma delas tem a função de interromper o movimento do rodado, enquanto a outra interrompe o movimento da TDP.

O trator que possui embreagem dupla pode ter o acionamento por duas alavancas ou por dois estágios no mesmo pedal.

a) Acionamento por duas alavancas

É um sistema bastante utilizado em tratores de menor porte. É composto por um pedal que interrompe o rodado e por uma alavanca manual que interrompe a TDP. Nesta condição é possível parar o trator sem parar a TDP e parar a TDP sem parar o trator, por meio dos acionamentos individuais dos mecanismos.

Figura 90 – Embreagem manual: (a) New Holland. (b) Valtra. (c) John Deere.



Fonte: Brasil (2017).

b) Acionamento com dois estágios no mesmo pedal

É um sistema muito comum em tratores de pequeno porte da marca Massey Ferguson. Ao acionar o pedal até o primeiro estágio, interrompe-se apenas os rodados e acionando até o segundo estágio, interrompem-se os rodados e também a TDP.

Nesta condição é possível parar o trator sem parar a TDP, mas não é possível parar a TDP sem parar o trator.

Figura 91 – Embreagem com dois estágios no mesmo pedal.



Fonte: Brasil (2017).

ATENÇÃO

Em operação, coloque o pé no pedal da embreagem somente quando for necessário, pois, ao contrário, ocorre um desgaste prematuro dos componentes da embreagem. Para utilização adequada dos acionamentos da embreagem, consulte o manual do operador.

7.8 TOMADA DE POTÊNCIA (TDP)

A tomada de potência (TDP) é também apresentada em alguns tratores ou no manual do operador com a sigla PTO (*Power Take Off*).

Para a transmissão da rotação da TDP para os implementos, utiliza-se eixo do tipo extensivo com uma junta cardam universal em cada extremo, permitindo variação no ângulo e na distância entre o trator e o implemento. Por segurança, uma capa integral cobre o eixo e capas parciais cobrem cada junta de cruzetas.

Figura 92 – Eixo cardam com capa protetora.



Fonte: Brasil (2017).

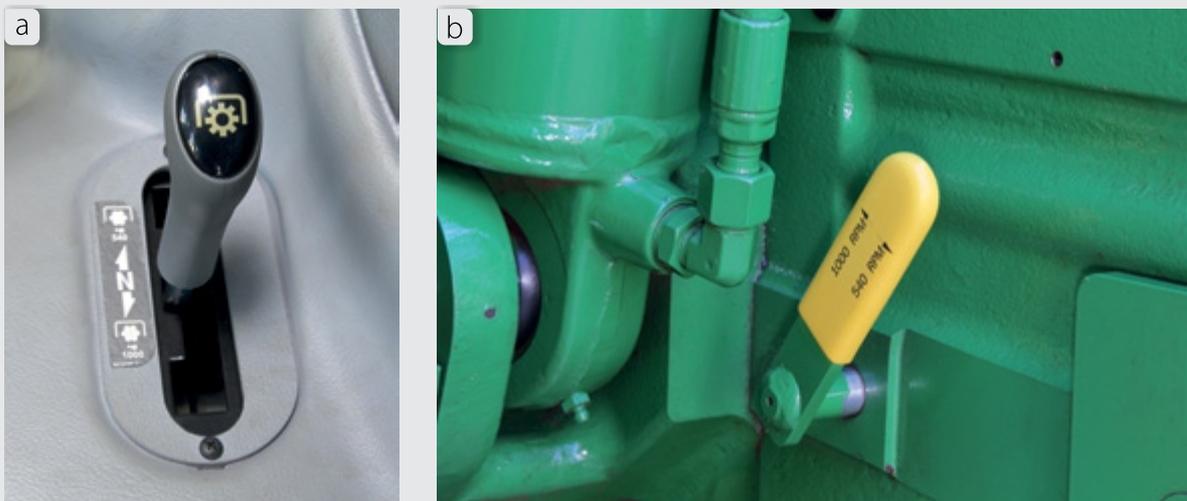
A rotação da tomada de potência é determinante para a velocidade dos órgãos do implemento que são acionados. O diâmetro do eixo é determinante para a potência a ser transmitida. As estrias evitam que haja o acoplamento equivocado entre trator e implemento. Por isso, há uma padronização internacional da rotação e das medidas da TDP nos tratores, necessária para que os diferentes fabricantes de implementos estimem a potência e rotação de trabalho, além de permitir o fácil acoplamento entre trator e implemento de diversos modelos, marcas e países de fabricação.

7.8.1 Rotações normatizadas da tomada de potência

Existem duas rotações normatizadas de rotação da TDP: 540 rpm (padrão) e 1000 rpm. Os tratores de pequeno e médio porte possuem apenas a TDP com rotação padrão de 540 rpm, pois a grande maioria dos implementos fabricados no Brasil são projetados para receber a rotação de 540 rpm. Os tratores maiores e/ou mais evoluídos, além da rotação padrão de 540 rpm, possuem também a rotação de 1000 rpm.

Para fazer a troca de uma rotação para outra, o trator dispõe de uma caixa de engrenagens e uma alavanca para seleção da rotação.

Figura 93: Alavanca seletora da rotação: (a) Trator A. (b) Trator B.



Fonte: Brasil (2017).

7.8.2 Tomada de potência com rotação padrão de 540 rpm

Esta rotação é a mais utilizada na TDP e equipa todos os tratores agrícolas. Possui um eixo de 6 estrias, com diâmetro de 35 milímetros (1"3/8).

Figura 94 – Padrão de TDP mais utilizado.



Fonte: Brasil (2017).

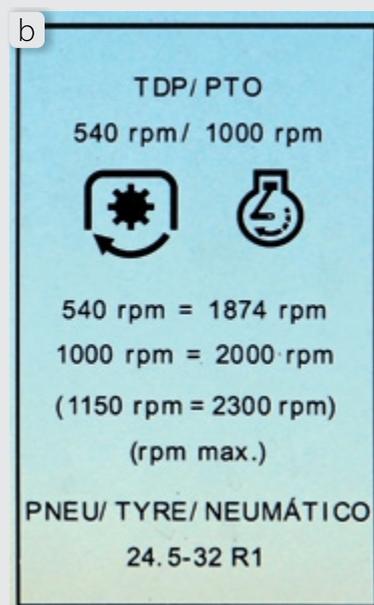
A rotação da TDP é proporcional à rotação do motor, independente do movimento ou não do trator e da marcha do câmbio.

A rotação necessária no motor para gerar 540 rpm na TDP varia de acordo com a marca, modelo e ano de fabricação do trator. Esta informação é obtida no tacômetro ou em adesivos, ou ainda no manual do operador.

Figura 95 – Rotação no motor correspondente a 540 rpm na TDP: (a) No tacômetro. (b) No adesivo na cabine.



Fonte: Brasil (2017).



Alguns modelos mostram a rotação da TDP em sistema digital diretamente no painel do trator.

Figura 96 – Rotação na TDP.



Fonte: Brasil (2017).

7.8.3 Tomada de potência com 540E (Econômica)

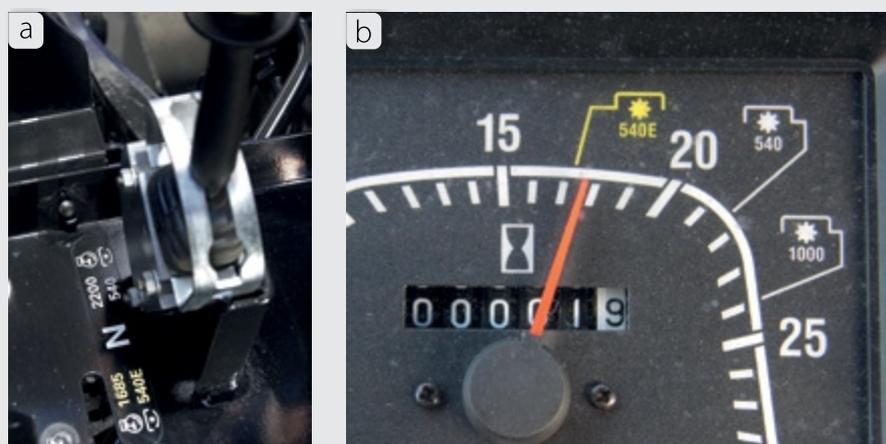
Muitos tratores permitem obter a rotação padrão de 540 rpm da TDP em duas rotações diferentes do motor.

A TDP de 540 rpm, denominada de “padrão” ou apenas de 540, é obtida na rotação do motor próxima do regime máximo de funcionamento, e é utilizada com implementos que necessitem de elevada potência da TDP.

Na TDP com 540E (econômica) pode-se obter a mesma rotação padrão, com uma rotação mais baixa do motor, próxima do regime de torque máximo, com o qual o motor é mais eficiente, gastando menos combustível para produzir uma determinada potência (PEÇA, 2012).

Esta opção, quando disponível no trator, é selecionada por uma alavanca, onde se tem três posições: 540, neutro e 540E. Deve ser utilizada em operações que necessitem de média a baixa potência da TDP.

Figura 97 – TDP com 540E: (a) Alavanca seletora (b) Tacômetro.



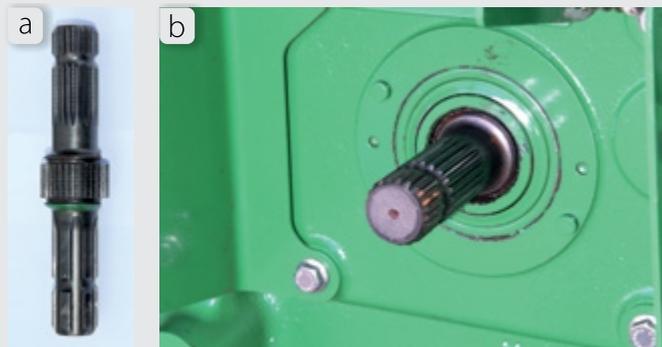
Fonte: Brasil (2017).

7.8.4 Tomada de potência com rotação de 1000 rpm

A rotação de 1000 rpm na TDP é um padrão mais utilizado em outros países e é trazida em tratores de grande porte. É pouco utilizada no mercado brasileiro, pois são poucos os implementos fabricados para esta rotação.

Possui um eixo de 21 estrias, com diâmetro de 35 milímetros. Para utilizar a TDP de 1000 rpm, deve-se proceder à mudança da alavanca seletora para a opção de 1000 rpm e a troca do eixo de 6 estrias pelo eixo de 21 estrias.

Figura 98 – Troca do eixo: (a) Eixo da TDP. (b) Eixo com 21 estrias.



Fonte: Brasil (2017).

Da mesma forma da TDP com rotação de 540 rpm, alguns tratores podem trazer a TDP com rotação de 1000 rpm na forma econômica (1000E), isto é, obter 1000 rpm da TDP com menor rotação no motor.

7.8.5 Tomada de potência com rotação proporcional à velocidade do trator

Além das TDPs normatizadas e da econômica, alguns tratores possuem a opção da TDP com rotação proporcional à velocidade do trator.

Neste sistema, quando posicionada a alavanca seletora para esta opção, a rotação da TDP fica proporcional à rotação da roda traseira do trator e não ao motor.

Figura 99 – Alavanca seletora da TDP pela roda.



Fonte: Brasil (2017)

Conforme a velocidade do trator, tem-se uma maior ou menor rotação no eixo da TDP. Quando o trator está parado, a TDP não gira.

Quando em marcha à ré, inverte-se o sentido de rotação do eixo da TDP.

Esta opção é muito utilizada para fazer o desembuchamento de implementos de colheita, visto que, com o trator em marcha à ré, o implemento irá girar em sentido contrário.

O manual de operador do trator traz a relação de proporcionalidade entre as rotações do eixo traseiro do trator e do eixo da TDP. No exemplo do trator da figura anterior, essa razão é de 9:1, isto é, uma volta na roda do trator gera nove voltas no eixo da TDP.

A TDP proporcional pode ser aplicada no fornecimento de rotação para os mecanismos dosadores de sementes ou fertilizantes do implemento, fazendo com que a vazão desse dosador seja proporcional a velocidade do trator. Sendo assim, a alteração da velocidade do trator, pela marcha ou rotação, não influenciará na dosagem por área.

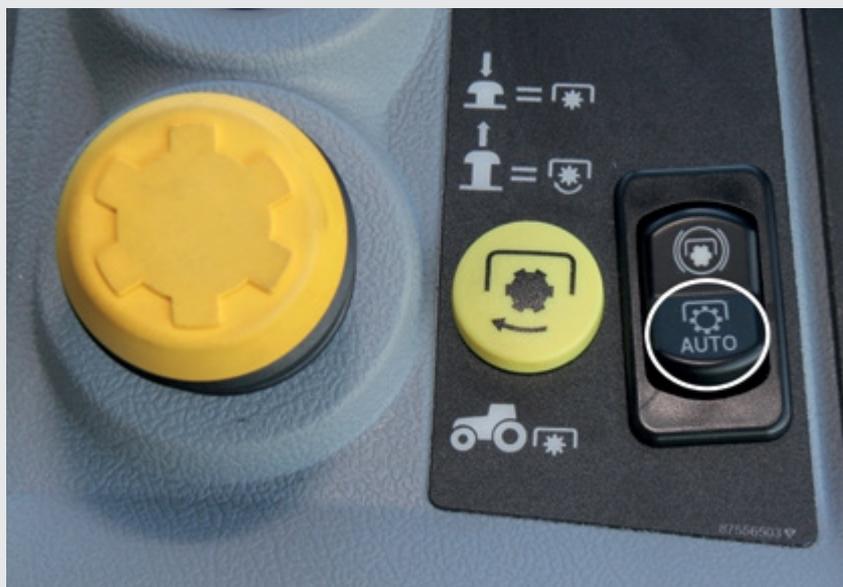
A TDP proporcional também pode ser aplicada no fornecimento de potência para implemento tipo carreta que possuam tração nas suas rodas, desde que o movimento do implemento esteja sincronizado com o movimento do trator.

7.8.6 Sistema de partida suave da TDP

É um dispositivo existente em alguns modelos de tratores que permite a partida suave da TDP facilitando o início da rotação em implemento de alta inércia. Isso proporciona uma tomada mais lenta e gradual do torque e da rotação transmitida ao implemento, evitando trancos e desgaste prematuro do pacote de discos.

É acionada por meio de um interruptor localizado no painel. Para utilização correta desse dispositivo consulte o manual do operador.

Figura 100 – Interruptor da partida suave da TDP.



Fonte: Brasil (2017).

7.8.7 Sistema de liberação do freio da TDP

O sistema de tomada de potência independente possui um freio automático que interrompe rapidamente a rotação do eixo da TDP, logo que desligada. Quando se opera com implementos de alta inércia, este sistema (interruptor) libera o freio, permitindo que o implemento gire livremente, evitando danos ao freio e ao eixo cardam.

Figura 101 – Interruptor da liberação do freio da TDP.



Fonte: Brasil (2017).

7.8.8 Formas de acionamento da tomada de potência

O acionamento da tomada de potência pode ser mecânico, hidráulico e eletro-hidráulico.

a) Acionamento mecânico: o acoplamento entre o motor e a TDP é feito por engrenagens e depende do acionamento da embreagem, para ligar e desligar a TDP.

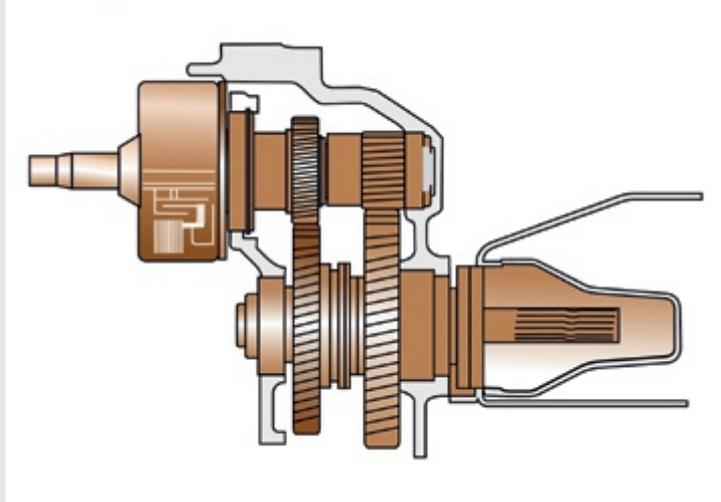
Figura 102 – Acionamento mecânico da TDP.



Fonte: Brasil (2017).

b) Acionamento hidráulico e eletro-hidráulico: o acoplamento entre o motor e a TDP acontece por meio de um pacote de discos (embreagem hidráulica multidiscos) que recebem pressão de óleo e por atrito passam o movimento para a TDP. Este acionamento não necessita da embreagem, sendo chamado assim, de tomada de potência independente (TDPI), isto é, pode-se ligar e desligar a TDP independentemente do acionamento da embreagem do trator.

Figura 103 – TDP independente - Pacote de discos.



Fonte: Brasil (2017).

O acionamento hidráulico é feito por uma alavanca que aciona diretamente o comando hidráulico, que manda o óleo sob pressão para o pacote de discos.

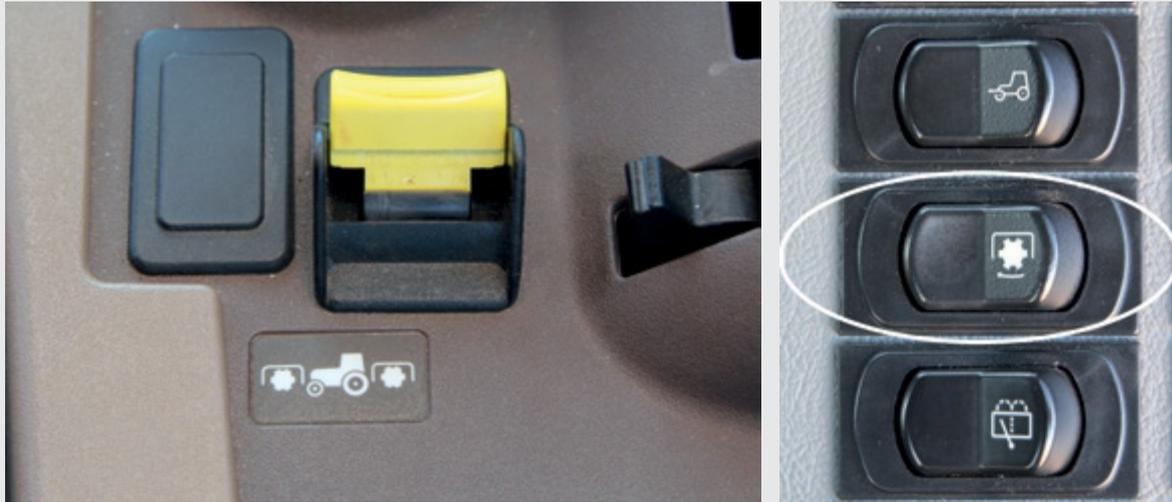
Figura 104 – Acionamento hidráulico da TDP (por alavanca).



Fonte: Brasil (2017).

O acionamento eletro-hidráulico é feito por um interruptor elétrico que, por meio de solenoide, aciona o comando hidráulico, que envia o óleo sob pressão para o pacote de discos.

Figura 105 – Acionamento eletro-hidráulico da TDP (por interruptor): (a) Trator A. (b) Trator B.



Fonte: Brasil (2017)

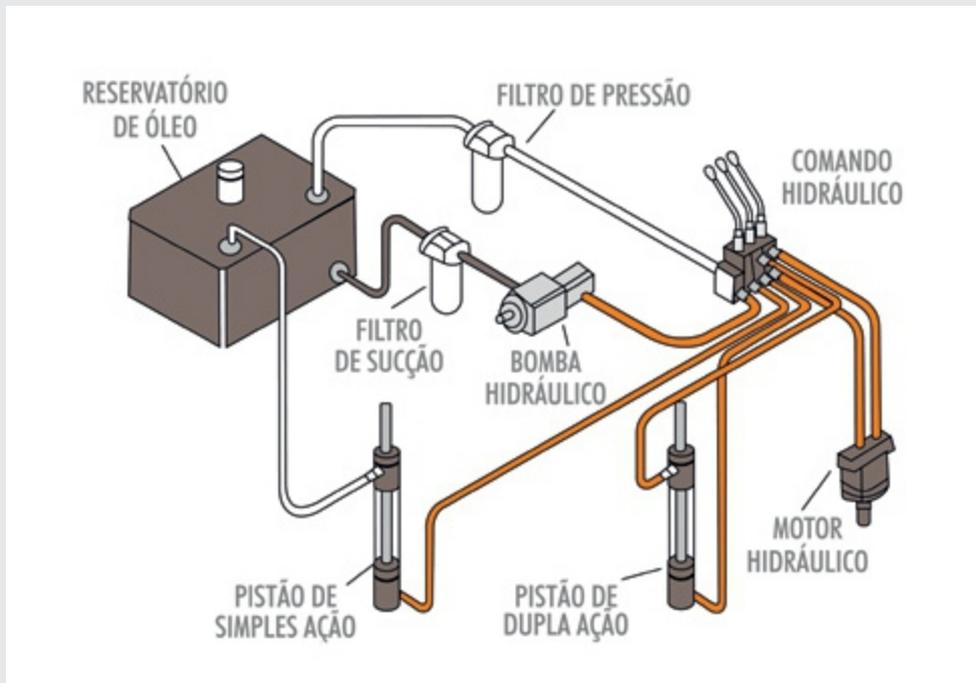
8 SISTEMA HIDRÁULICO DO TRATOR

Sendo o sistema hidráulico uma das formas de aproveitamento da potência do motor, este é utilizado nas mais diferentes operações com implementos. Esse sistema é subdividido em hidráulico de engate de três pontos e hidráulico de controle remoto.

Um sistema hidráulico é composto dos seguintes componentes:

- reservatório de óleo;
- filtro de sucção e de pressão;
- bomba de óleo hidráulica;
- comando hidráulico – alavancas;
- atuadores – cilindro ou motor hidráulico;
- tubulações.

Figura 106 – Componentes e circuito básico de um sistema hidráulico.



Fonte: Brasil (2017).

Atualmente, a maioria dos tratores utilizam como reservatório do hidráulico, o mesmo compartimento do sistema de transmissão. Assim, o mesmo óleo que lubrifica esse sistema irá abastecer tanto o hidráulico de engate de três pontos, quanto o hidráulico de controle remoto e ainda outros sistemas, como a direção e os acionamentos da TDP, da TDA e do bloqueio do diferencial.

Os filtros são os componentes que protegem o sistema para não receber partículas metálicas ou outros elementos estranhos. Por isso, devem receber atenção especial na sua manutenção preventiva.

A bomba hidráulica tem a função de transformar a energia mecânica vinda do motor de combustão em energia hidráulica, que pode ser representada por vazão e pressão. A vazão hidráulica é responsável pela velocidade dos atuadores, enquanto a pressão é responsável pela força.

O comando hidráulico é uma válvula que tem a função de dividir e controlar o flu o entre os atuadores e o retorno para o reservatório.

Os atuadores são subdivididos em linear, que são os pistões, e rotativos, que são os motores hidráulicos. Os pistões podem ser de simples ação e de dupla ação.

O motor hidráulico tem a função de transformar a energia hidráulica recebida da bomba, em energia mecânica para o acionamento de órgãos ativos no implemento que necessitam de movimento rotativo.

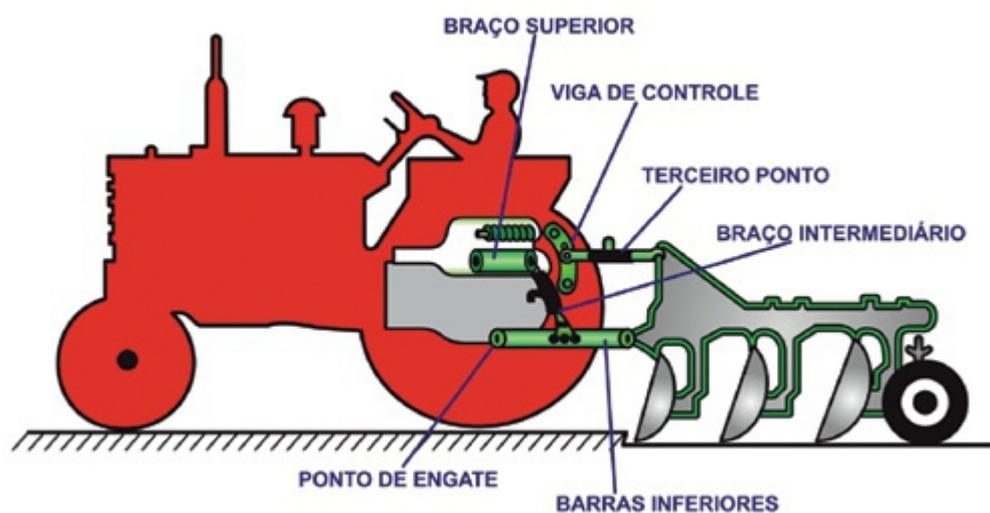
8.1 SISTEMA HIDRÁULICO DE TRÊS PONTOS

Esse sistema é também chamado de sistema de levante hidráulico e permite operar com equipamentos de engate de três pontos (montados ou semimontados).

O atuador é usualmente um pistão hidráulico de simples ação que levanta os braços do engate e o próprio peso do implemento é responsável por baixá-los. Com isso, o sistema hidráulico não forçará o implemento a penetrar no solo, mas irá limitar e controlar a sua profundidade (GRANDI, 1998).

A capacidade de levante depende da marca e modelo do trator e deve ser consultada no manual do operador.

Figura 107 – Sistema hidráulico de três pontos.



Fonte: Brasil (2017).

O sistema hidráulico de três pontos possui alavancas e controles com funções distintas de acordo com o tipo de implemento a ser utilizado. O número, a disposição e a denominação das alavancas e controles variam com a marca, modelo e nível tecnológico do trator. Segundo Arnal Atares e Laguna Blanca, (2000), todos os sistemas hidráulicos de três pontos, mecânico ou eletrônico, possuem o controle de posição, de profundidade, de ondulação e de velocidade de descida.

No sistema hidráulico mecânico de três pontos as alavancas estão dispostas em um quadrante e cada posição da alavanca corresponde a uma altura ou a uma profundidade do implemento.

Figura 108 – Quadrante com as alavancas de controles.



Fonte: Brasil (2017).

Neste quadrante é fixado um batente limitador para retornar a alavanca na regulagem preestabelecida, depois levantada para realização da manobra. A partir desse batente também é possível limitar a altura máxima de levante do implemento.

No sistema hidráulico eletrônico de três pontos, essas regulagens do quadrante são realizadas por botões seletores, fazendo a mesma função.

8.1.1 Controle de posição

Controla a posição da altura de levante e descida dos braços do hidráulico em relação ao solo, por meio de alavanca ou botão elétrico.

Cada posição da alavanca de controle coloca o implemento numa dada altura que se mantém inalterável até que aquela alavanca seja novamente acionada.

Deve ser utilizado quando se opera com implementos de superfície, que não recebem reação do solo. Ex.: roçadora, pulverizador de barras, distribuidor, etc.

Figura 109 – Sistema hidráulico de três pontos: (a) Controle de posição. (b) Implemento de superfície.



Fonte: Brasil (2017).

8.1.2 Controle de profundidade

Controla a profundidade desejada dos implementos no solo, por meio de alavanca ou botão elétrico.

Por meio deste controle se obtém o domínio da profundidade, pois quando se está operando com o controle de profundidade estará atuando também, e só nesse caso, o controle de ondulação (GRANDI, 1998).

Deve ser utilizado quando se opera com implementos de penetração, que recebem a resistência do solo contra o movimento da ferramenta, tendendo a provocar patinagem no trator. Ex.: arado, subsolador, sulcador, etc.

Figura 110 – Sistema hidráulico de três pontos: a) Controle de profundidade. (b) Implemento de penetração.



Fonte: Brasil (2017).

8.1.3 Controle de ondulação

Também chamado de controle de sensibilidade ou controle de tração, deve ser utilizado quando se opera com implementos de penetração.

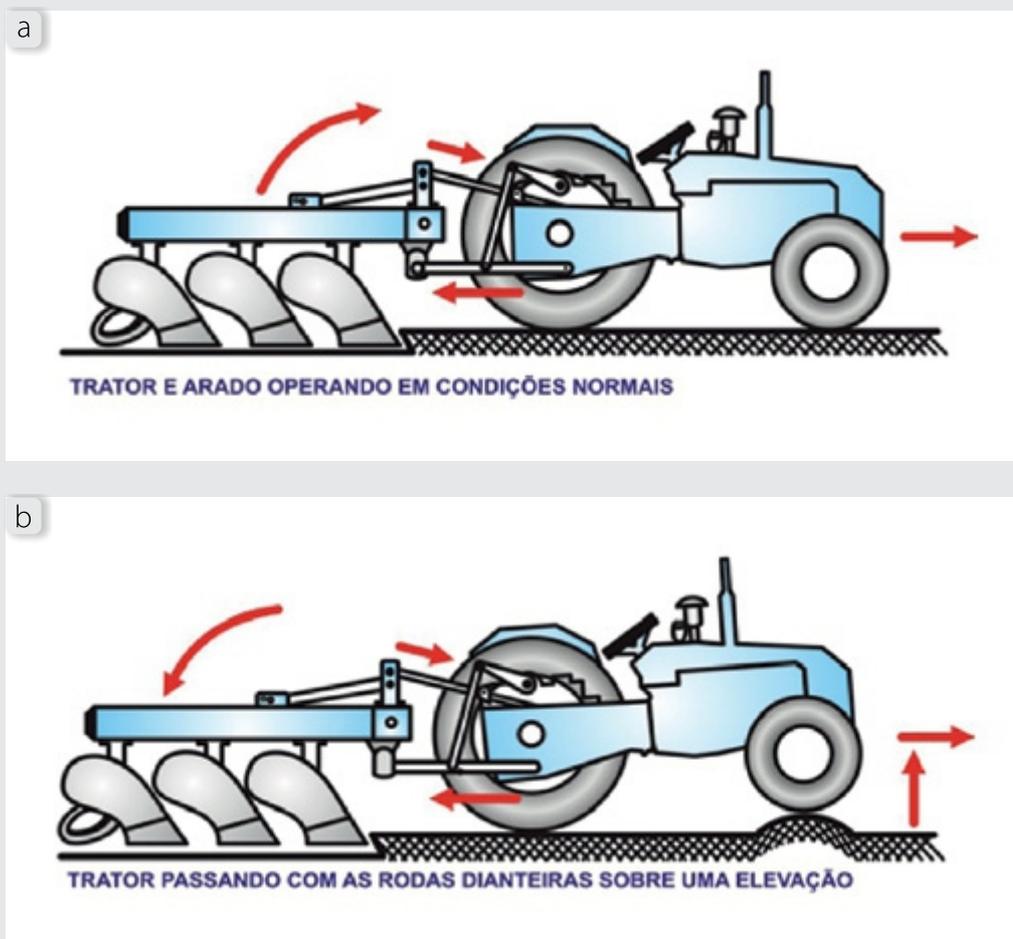
Este sistema tem a função de controlar automaticamente a profundidade do implemento, por meio do controle da força de resistência ao corte que o solo oferece. Com isso, faz com que o implemento siga as ondulações da superfície e que o trator exerça sempre a mesma força de tração, evitando patinagens e dando comodidade ao operador, que não precisa fazer tal controle por alavanca (PADOVAN et al, 2013).

A maioria dos tratores adota a força de compressão, que atua no terceiro ponto para o acionamento do controle de ondulação.

A força de resistência que o solo oferece ao corte provoca um esforço de tração nas barras inferiores do sistema hidráulico, tendendo a levantar a traseira do arado, provocando um esforço de compressão no braço do terceiro ponto, que por sua vez atua sobre um sensor de mola que, se ceder, permitirá atuação na válvula de controle, erguendo as barras de levante.

Figura 111 – Forças que atuam na operação com implemento de penetração:

(a) Condições normais de operação. (b) Condição de irregularidade no terreno.



Fonte: adaptado de Balastreire (1990).

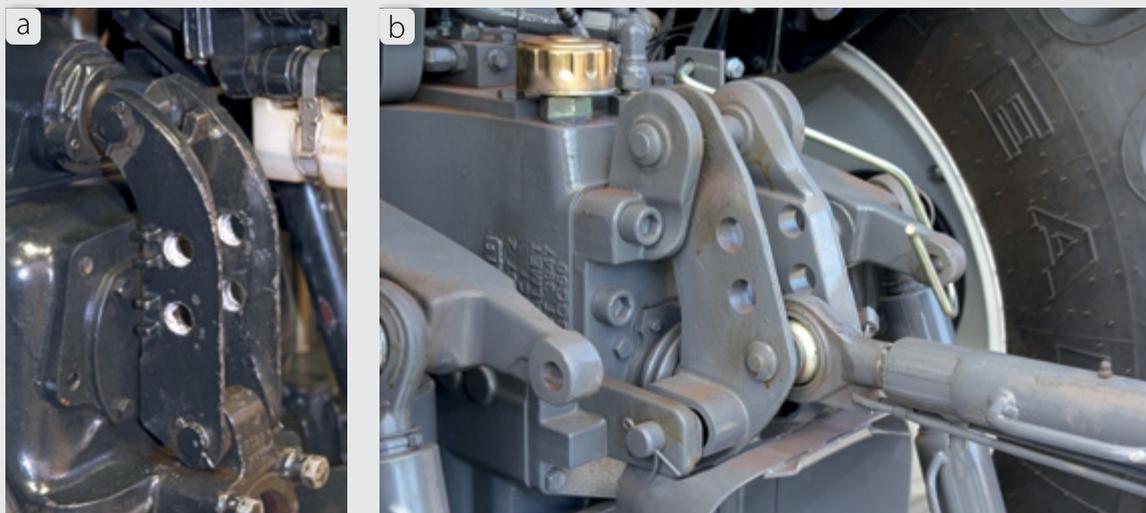
Enquanto o esforço de compressão é constante, o implemento é mantido a uma mesma profundidade de operação.

Quando o conjunto trator-implemento encontra alguma imperfeição no relevo da superfície ou manchas de solos de diferentes resistências, o esforço de compressão sobre o terceiro ponto será alterado, fazendo com que o sensor atue na válvula de controle, erguendo ou abaixando as barras de levante, mantendo a mesma profundidade e a mesma força de tração.

O suporte do terceiro ponto, comumente chamado de viga de controle, funciona como um sistema de alavanca e permite posições de engate variáveis, que regulam o nível de sensibilidade do sistema hidráulico.

A viga de controle é fixa em uma extremidade e móvel na outra. Quanto mais próximo ao ponto móvel se acoplar o terceiro ponto, maior a sensibilidade, devido a uma pequena força de compressão ser suficiente para a atuação na válvula de controle. Alguns modelos de tratores possuem o sensor na parte superior da viga de controle, enquanto, em outros, o sensor fica na parte inferior da viga.

Figura 112 – Viga de controle: a) Sensor na parte superior b) Sensor na parte inferior.



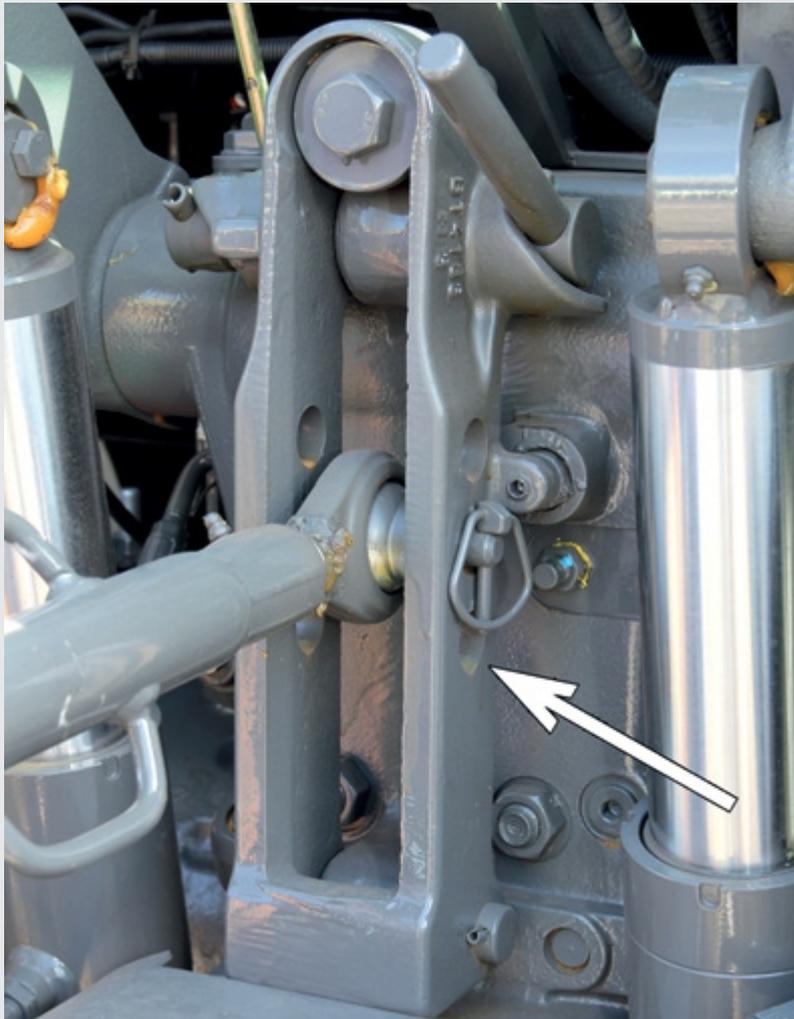
Fonte: Brasil (2017).

A opção para escolha do furo para o engate do terceiro ponto na viga de controle está em função do tipo e umidade do solo e da profundidade de atuação do implemento.

Para solos de textura macia e implementos leves, deve-se utilizar o furo mais próximo do sensor ficando assim com maior sensibilidade, visto que será pequena a resistência que o solo irá oferecer.

Para solos de textura mais dura ou para maiores profundidades, a sensibilidade deverá ser baixa a fim de evitar que o próprio controle impeça a penetração do implemento.

Figura 113 – Indicação do ponto de baixa sensibilidade.



Fonte: Brasil (2017)

Quando não se sabe classificar a textura do solo e a profundidade do implemento, a maneira mais correta de se determinar a melhor posição para o terceiro ponto é iniciar a partir do ponto mais sensível.

ATENÇÃO

No transporte de qualquer implemento e na operação de implementos de superfície, o terceiro ponto deve ser acoplado no furo mais longe do sensor (mola), evitando danos no sistema.

Muitos tratores, além dos furos da viga de controle, possuem um controle específico de regulagem da sensibilidade que fica no quadrante ao lado do operador.

Figura 114 – Acionamento do controle de sensibilidade do sistema hidráulico de três pontos:

(a) mecânico. (b) eletrônico.



Fonte: Brasil (2017).

Alguns modelos de tratores utilizam o esforço de tração nas barras inferiores de acoplamento, que são ligadas a um pino de flexã , acionando assim o controle de sensibilidade.

Figura 115 – Controle de sensibilidade: sensor no pino de flexão das barras ineriores de acoplamento.



Fonte: Brasil (2017).

Esse sistema não possui regulagens na viga de controle. Porém, possui uma alavanca de regulagem da sensibilidade que fica no quadrane ao lado do operador.

Figura 116 – Sistema hidráulico de três pontos: alavanca de sensibilidade.



Fonte: Brasil (2017).

8.1.4 Controle de subida e descida

Para facilitar e dar rapidez nas manobras de cabeceira alguns modelos de tratores possuem o interruptor de subida e descida, seja em sistema hidráulico com controles mecânicos, ou com controles eletrônicos.

Após ajustar a altura, a profundidade e a sensibilidade, esse interruptor é utilizado para levantar e abaixar o implemento. Está localizado ao lado do para-lama ou na alavanca de marchas.

Figura 117 – Acionamento do controle de subida e descida do sistema hidráulico de três pontos:

(a) mecânico. (b) eletrônico.



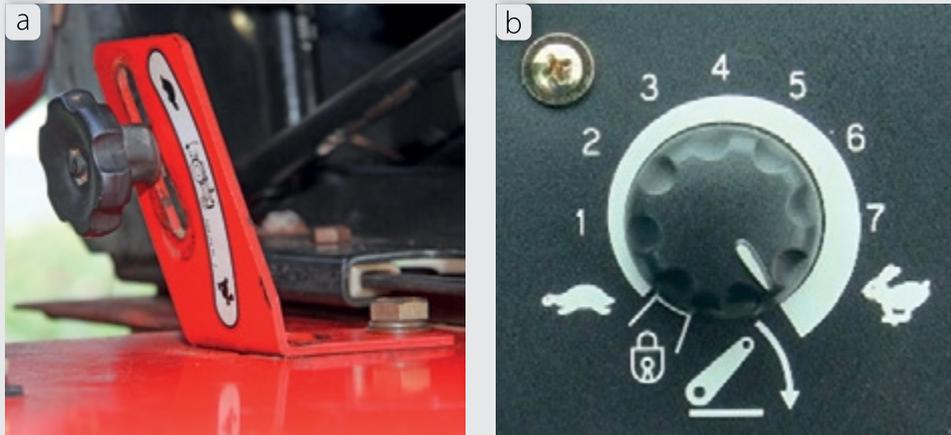
Fonte: Brasil (2017).

8.1.5 Controle de velocidade de descida

O sistema hidráulico de três pontos possui uma alavanca ou botão que permite variar a velocidade de descida do implemento. A velocidade mais lenta deve ser utilizada para implementos de superfície ou semeadoras. A velocidade mais rápida deve ser utilizada para implementos de penetração como arado, grade, sulcador, etc.

Figura 118 – Acionamento do controle de velocidade de descida do sistema hidráulico de três pontos:

(a) por alavanca. (b) eletrônico.



Fonte: Brasil (2017).

8.1.6 Sistema hidráulico de três pontos eletrônico

Os tratores de maior porte, que normalmente possuem alto nível tecnológico, são equipados com sistema hidráulico de três pontos eletrônico. Esse sistema possui todos os controles citados anteriormente e são realizados por botões seletores localizados em um painel ao lado do operador.

Figura 119 – Painel do sistema hidráulico de três pontos eletrônico.



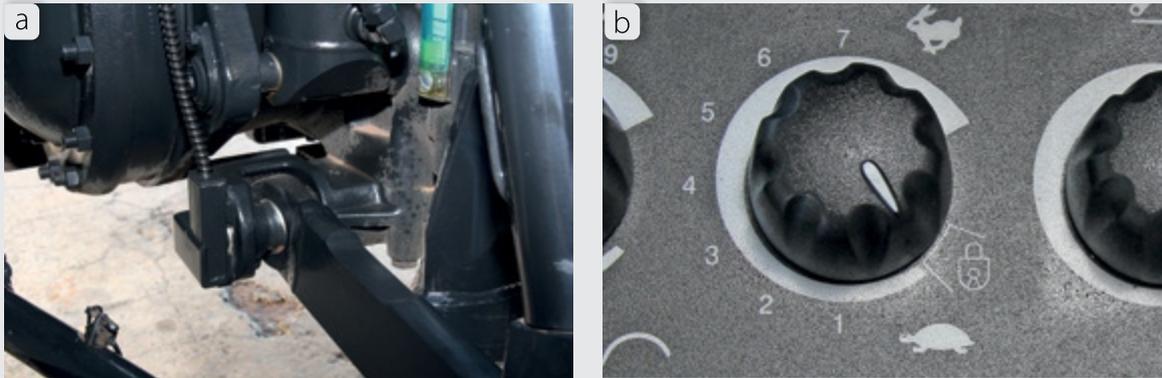
Fonte: Brasil (2017).

- A. Seletor de levantar e abaixar o implemento.
- B. Tecla de amortecimento de impactos.
- C. Seletor da profundidade máxima do implemento.
- D. Seletor da altura máxima do implemento.
- E. Seletor do controle de sensibilidade do hidráulico.
- F. Seletor da velocidade de descida do implemento.

No sistema hidráulico de três pontos eletrônico, o controle de sensibilidade se dá por meio dos pinos oscilantes (*streak gauge*) das barras inferiores de acoplamento, que leem o esforço de tração do trator, regulando a sensibilidade no painel, por meio de botão giratório.

Figura 120 – Sistema hidráulico de três pontos com controle eletrônico:

a) pinos da barra inferior. (b) painel de controle.



Fonte: Brasil (2017).

Esse sistema possui sequência de regulação e formas de operação que se diferenciam com a marca e modelo do trator. Para a correta operação, deve-se consultar o manual do operador.

8.2 SISTEMA HIDRÁULICO DE CONTROLE REMOTO

O hidráulico de controle remoto é um sistema localizado no trator, sendo que as partes atuantes como os cilindros e motores hidráulicos estão localizados no implemento e são conectados por mangueiras por meio de engate rápido. Pelo fato do controle estar localizado no trator e o atuador estar no implemento, deu-se o nome de controle remoto a esse sistema.

Figura 121 – Acoplamento hidráulico entre o trator e o implemento.



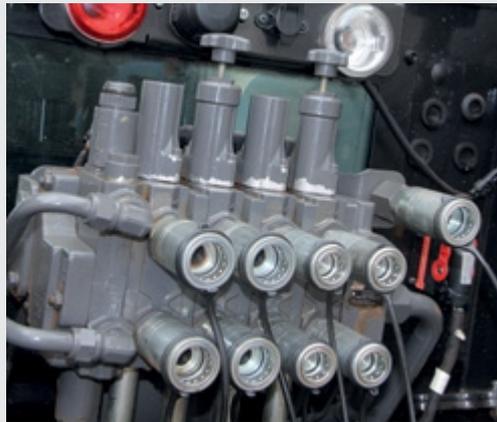
Fonte: Brasil (2017).

8.2.1 Válvula de controle remoto (VCR)

A válvula de controle remoto é o comando do hidráulico que tem a função de dividir e controlar o fluxo entre os atuadores e o retorno para o reservatório.

O trator pode ter uma ou mais válvulas de controle remoto (VCR). Cada VCR é composta de um par de acopladores com engate rápido que fazem a saída e o retorno do óleo para os atuadores no implemento.

Figura 122 – Válvula de controle remoto



Fonte: Brasil (2017).

Além da função de válvula, algumas VCRs podem possuir em seu corpo mecanismos tendo outras funções como o regulador de vazão e o seletor do tipo de operação.

a) Regulador de vazão

Tem a função de adequar a demanda de óleo do cilindro ou do motor hidráulico do implemento. Esta regulagem é feita em uma manopla giratória, localizada na VCR e é indicada pelos símbolos tartaruga e lebre.

Figura 123 – Sistema hidráulico de controle remoto – manopla reguladora de vazão:

(a) trator A. (b) trator B.



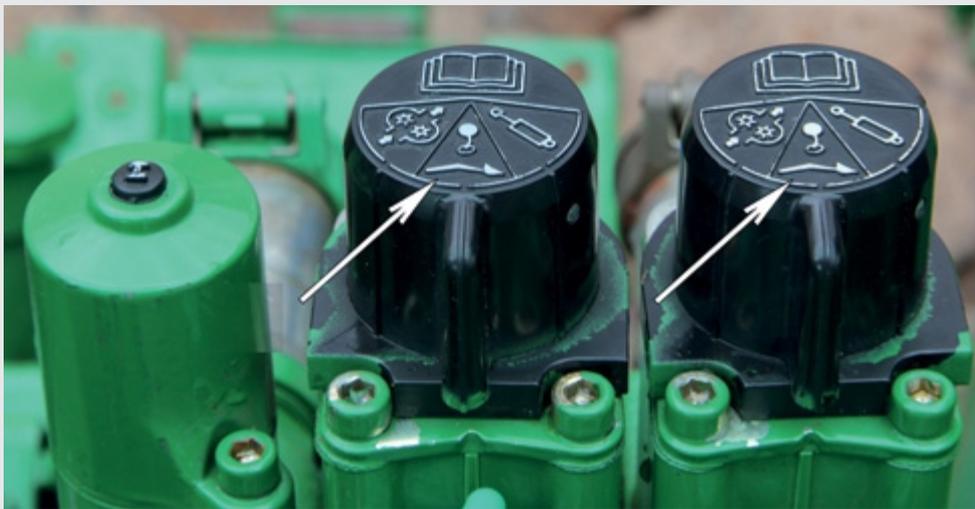
Fonte: Brasil (2017).

b) Seletor do tipo de operação

É uma manopla, que seleciona o posicionamento da alavanca da VCR conforme o tipo de operação. Possui três posições distintas:

- **posição sem detente:** a alavanca volta para a posição neutra quando liberada. Utilizada para posicionamento de altura e limitação da profundidade do implemento. Coloca o cilindro hidráulico em posições intermediárias.

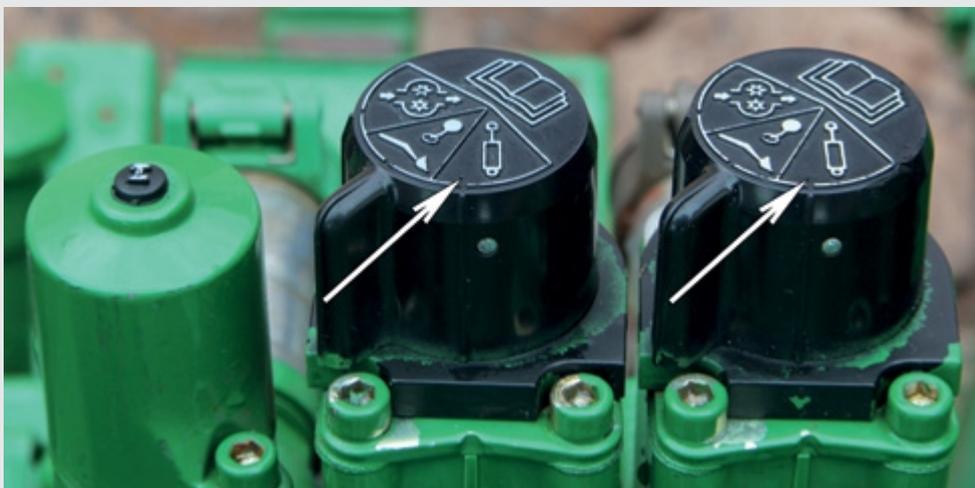
Figura 124 – Sistema hidráulico de controle remoto – seletor do tipo de operação: posição sem detente.



Fonte: Brasil (2017).

- **posição de detente automático:** a alavanca retorna automaticamente quando o cilindro atinge o final do curso. Utilizada para abaixar ou erguer totalmente o implemento.

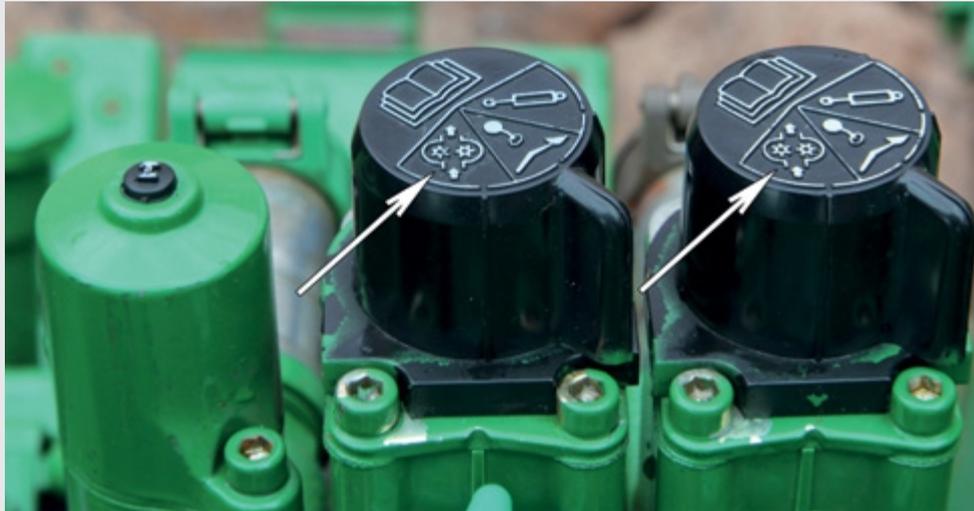
Figura 125 – Sistema hidráulico de controle remoto – seletor do tipo de operação: posição de detente automático.



Fonte: Brasil (2017).

• **posição de detente constante (fluo constante):** uma vez acionada a alavanca fica na posição sem retorno automático. Utilizada para acionar motores hidráulicos no implemento.

Figura 126 – Sistema hidráulico de controle remoto – seletor do tipo de operação: posição de detente constante.



Fonte: Brasil (2017).

Para operações com implementos que possuem motor hidráulico o trator possui uma conexão de espera de retorno livre, localizada na carcaça do reservatório, para fazer o retorno livre do óleo ao tanque, evitando a restrição e o aquecimento do fluido hidráulico.

Figura 127 – Sistema hidráulico de controle remoto – conexão de retorno livre.



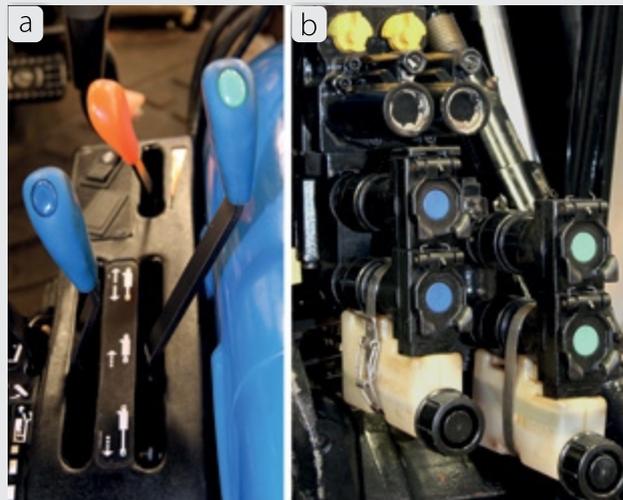
Fonte: Brasil (2017).

8.2.2 Alavancas de controle remoto

Cada VCR é comandada por uma alavanca específica localizada no lado direito do operador e disposta de maneira lógica em relação à posição da VCR, ou seja, a alavanca externa do lado direito comanda a VCR externa do lado direito. Podem ainda ser identificadas por cores distintas na alavanca e na VCR.

Figura 128 – Identificação das alavancas e VCR.

(a) Cor na alavanca. (b) Cor na VCR.



Fonte: Brasil (2017).

A alavanca da VCR possui três posições básicas de operação que são comuns em todos os tratores:

- neutro
- expansão do cilindro: erguer
- retração do cilindro: abaixar.

Figura 129 – Posições básicas da alavanca da VCR.



Fonte: Brasil (2017).

Algumas alavancas da VCR possuem outras regulagens de posicionamento, além das posições básicas:

- **desarme automático:** a alavanca volta à posição de neutro quando o cilindro atinge o final do curso.
- **flutuação:** permite o cilindro expandir e retrair livremente fazendo o implemento acompanhar as flutuações do terreno. O fluxo de óleo fica livre entre o trator e o implemento.
- **trava de transporte:** por segurança, a alavanca fica travada na posição de neutro.

Figura 130 – Regulagens de posicionamento das alavancas.



Fonte: Brasil (2017).

8.2.3 Capacidade de vazão do trator e exigência do implemento

Tratores agrícolas de grande porte são dotados de controle remoto com bombas de alta vazão, que têm o objetivo de acionar pistões e motores hidráulicos nos implementos. O operador deve estar atento à informação sobre a vazão oferecida pelo trator, assim como sobre a vazão exigida pelo implemento. Esta informação deve ser consultada no manual do operador do trator e no manual do implemento.

Alguns modelos de tratores possuem um controle remoto com fluxo combinado, ativado por uma tecla seletora no painel que, quando acionada, desvia o fluxo de óleo do sistema hidráulico de três pontos e adiciona-o ao fluxo de óleo do controle remoto ou aciona bombas hidráulicas auxiliares.

Figura 131 – Sistema hidráulico de controle remoto:

(a) luz indicadora de fluxo combinado. (b) implemento que requer alta vazão.



Fonte: Brasil (2017).

Tratores com maior nível tecnológico possuem comandos eletrônicos da VCR que são acionados com toque na tela do monitor além de possuírem Pressão e Fluxo Compensados (PFC). A vazão de cada VCR pode ser configurada no monitor do trator.

Figura 132 – Configuração da vazão no monitor.



Fonte: Brasil (2017).

Para configuração da vazão do controle remoto no monitor e a correta operação, deve-se consultar o manual do operador.

8.2.4 Cuidados na utilização do hidráulico de controle remoto

Os engates rápidos da VCR (fêmeas) estão normalmente dispostos no sentido vertical, na parte traseira do trator.

Figura 133 – Sistema hidráulico de controle remoto – posição vertical dos engates rápidos na VCR.



Fonte: Brasil (2017).

Inspeção os anéis de vedação do engate rápido. Se houver vazamento, substitua-os.

Figura 134 – Sistema hidráulico de controle remoto – anéis de vedação do engate rápido.



Fonte: Brasil (2017).

O acoplamento das mangueiras é feito empurrando o engate rápido (macho) nas conexões (fêmea) até ocorrer o travamento. O desacoplamento é feito puxando o engate rápido (macho). Este sistema é chamado de *Push/Pull* (Empurre/Puxe).

Figura 135 – Sistema hidráulico de controle remoto – engate rápido do tipo macho e fêmea.



Fonte: Brasil (2017).

Antes de desacoplar as mangueiras da VCR, desligue o motor e movimente as alavancas, para frente e para a traz, até perceber que o cilindro remoto não exerça mais força. Pode-se também colocar a alavanca na posição de flutuação .

Figura 136 – Fazendo o alívio de pressão do sistema hidráulico de controle remoto.

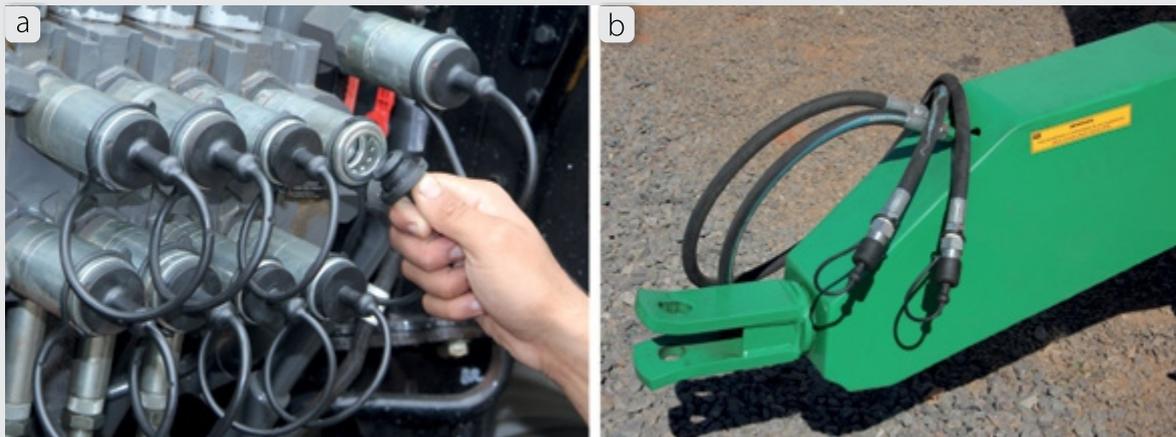


Fonte: Brasil (2017).

Com o motor do trator em funcionamento, as alavancas do comando devem ser acionadas somente se as mangueiras estiverem acopladas.

Quando não estiver utilizando o engate rápido, mantenha o tampão de borracha em seu lugar, tanto no trator, quanto no implemento.

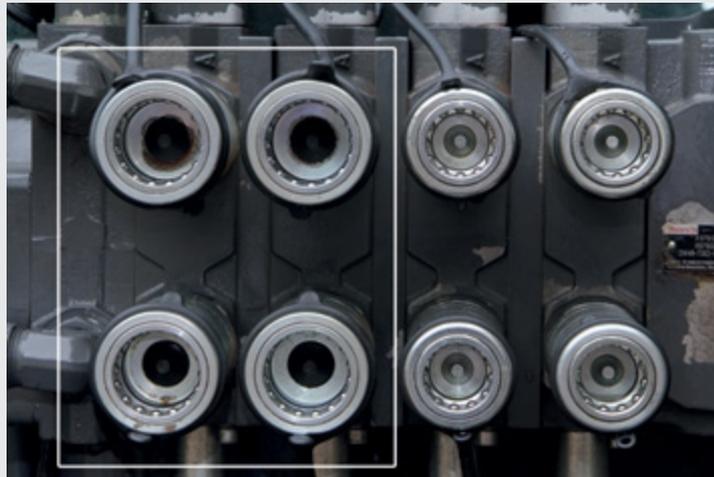
Figura 137 – Tampão dos engates rápidos: (a) fêmea no trator. (b) macho no implemento.



Fonte: Brasil (2017).

Para algumas aplicações que exigem altas vazões, tanto o trator quanto o implemento dispõem de engate rápido com medida de diâmetro diferenciada.

Figura 138 – Engate rápido com medida diferenciada

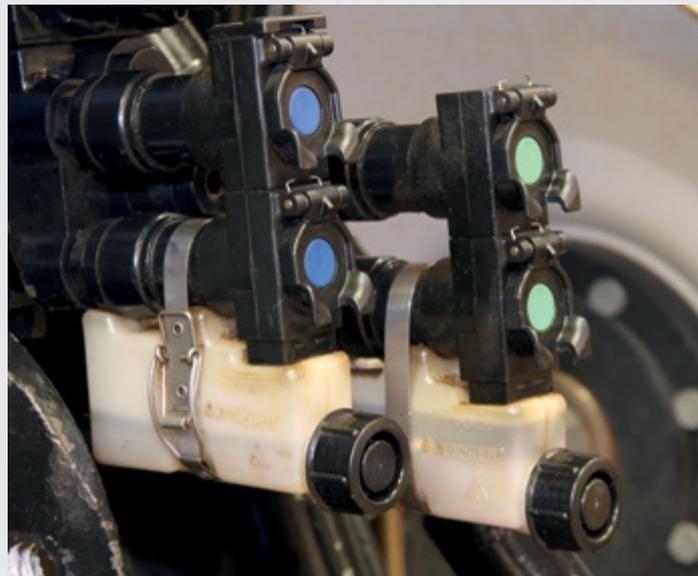


Fonte: Brasil (2017).

ALERTA ECOLÓGICO

Ao fazer o acoplamento ou desacoplamento do engate rápido evite derramar óleo no solo.

Figura 139 – Reservatório para recolher possíveis vazamentos de óleo.



Fonte: Brasil (2017).

ATENÇÃO

- Antes de acoplar as mangueiras do implemento, limpe a superfície do engate rápido.
- O óleo contido dentro do cilindro hidráulico do implemento deverá ser da mesma classificação e marca do óleo do reservatório do trator. A não observação desse detalhe implicará na contaminação do óleo hidráulico, podendo trazer sérias avarias.
- Para mais informações sobre a utilização correta da VCR, consulte o manual do operador.

9 REGULAGENS DOS SISTEMAS DE ACOPLAMENTO

O implemento agrícola é comumente acoplado no trator de duas formas: montado no hidráulico de três pontos, e de arrasto, acoplado na barra de tração.

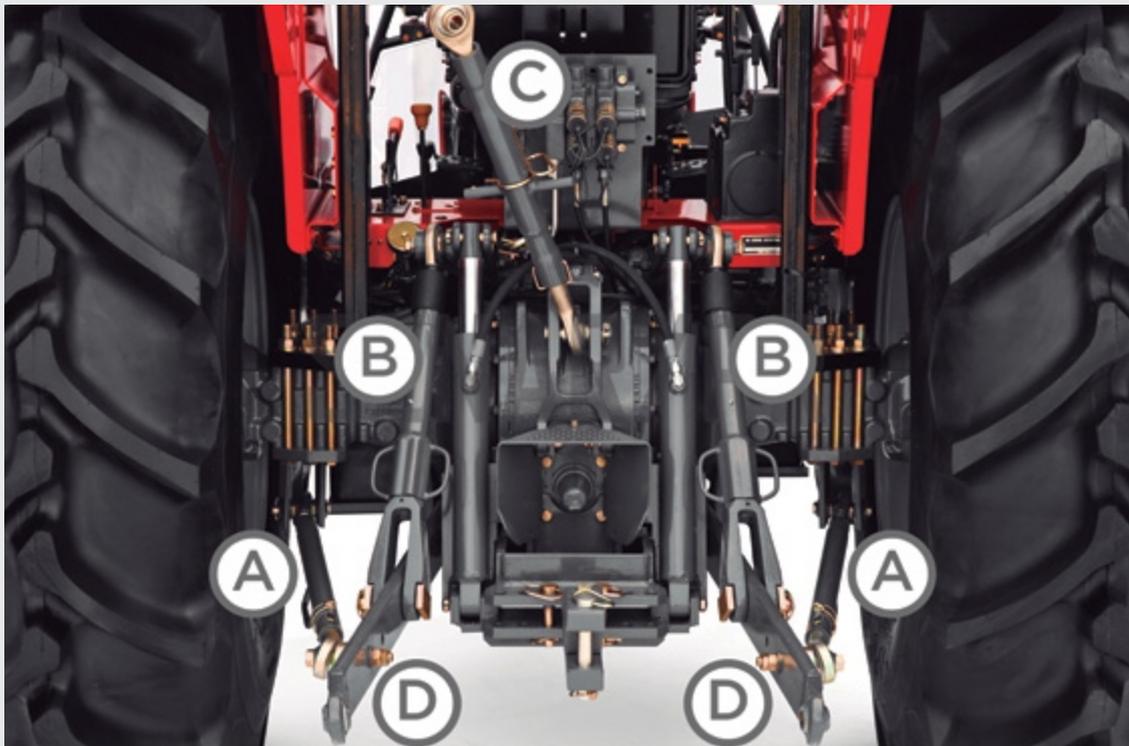
Nas duas formas de acoplamento existem várias regulagens e adequações que devem ser realizadas e que são comuns para todas as marcas e modelos de tratores.

9.1 REGULAGENS NO TRATOR PARA IMPLEMENTOS ACOPLADOS NOS TRÊS PONTOS

Os componentes externos do sistema hidráulico de três pontos que são envolvidos nas regulagens nessa forma de acoplamento são:

- A. braços estabilizadores
- B. braços intermediários
- C. braço do terceiro ponto
- D. barra de levante inferior.

Figura 140 – Componentes envolvidos nas regulagens para acoplamento de implementos agrícolas a tratores.



Fonte: Padovan (2018).

9.1.1 Categorias dos pinos de engate

O diâmetro dos pinos de engate de três pontos, tanto do trator quanto do implemento são padronizados em categoria I, II e III.

Tabela 2 – Categorias dos pinos de engate.

Categoria dos pinos	Pino dos braços inferiores	Pino do terceiro ponto
	Diâmetro em polegadas	Diâmetro em polegadas
I	7/8"	3/4"
II	1-1/8"	1"
III	1-7/16"	1-1/4"

Fonte: NBR ISO 730 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011).

Deve-se observar se os pinos são compatíveis com os furos, tanto no trator, quanto no implemento. Caso contrário, provocará o desgaste prematuro dos pinos e dos furos dos braços inferiores e do terceiro ponto.

9.1.2 Sequência de acoplamento para implemento de três pontos

Para acoplar o implemento de três pontos ao trator, existe uma sequência de passos que facilita essa operação.

a) Acoplar a barra inferior esquerda

Afastar o trator com marcha reduzida, baixa aceleração e utilizar a alavanca de controle de posição do hidráulico para alinhar a altura do braço de levante com o pino de engate do implemento.

Figura 141 – Acoplamento da barra inferior esquerda.



Fonte: Brasil (2017).

Alguns tratores possuem essa alavanca ou interruptor externo para acionamento do sistema hidráulico.

Figura 142 – Interruptor externo para acionamento do sistema hidráulico.



Fonte: Brasil (2017).

b) Acoplar o braço do terceiro ponto

Figura 143 – Acoplamento do braço do terceiro ponto.

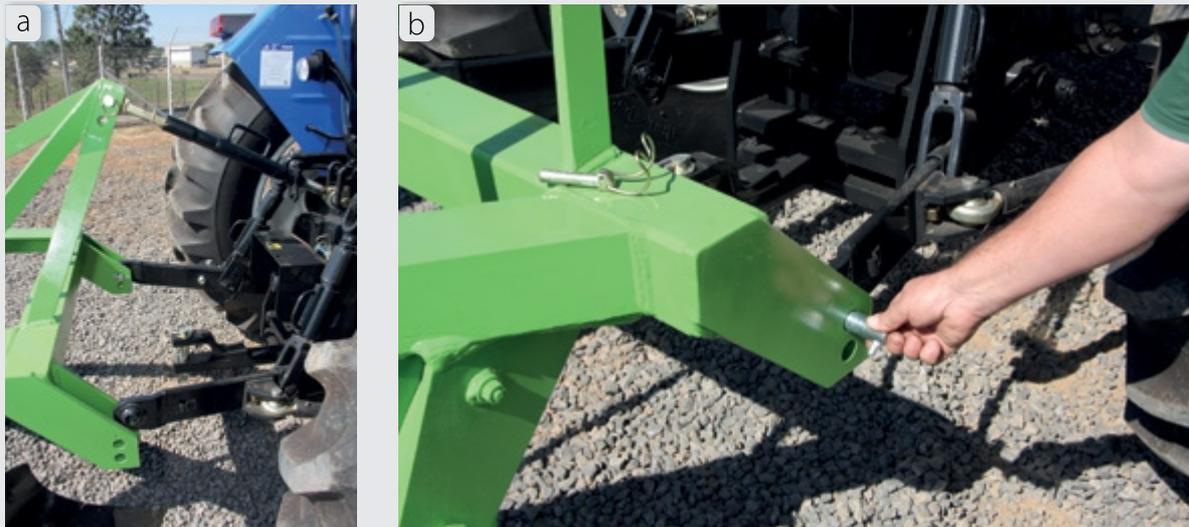


Fonte: Brasil (2017).

c) Acoplar a barra inferior direita

Caso os furos estejam desalinhados, utilizar a regulagem do terceiro ponto e/ou do braço intermediário de forma a conseguir a coincidência desejada.

Figura 144 – Acoplamento da barra direita: (a) furos desalinhados. (b) furos alinhados.



Fonte: Brasil (2017).

Quando o trator possuir regulagens nos dois braços intermediários, o acoplamento pode ser iniciado tanto pela barra esquerda quanto pela barra direita.

Para o desacoplamento do implemento escolher uma área plana e inverter a sequência feita no acoplamento, ou seja, desacoplar primeiro a barra de levante direita, depois o terceiro ponto e finalmente a barra de levante esquerda.

Em roçadoras que têm a torre de engate móvel, deve-se acoplar primeiro as duas barras inferiores, depois o terceiro ponto e, finalmente, o eixo cardam.

Figura 145 – Torre móvel da roçadora.

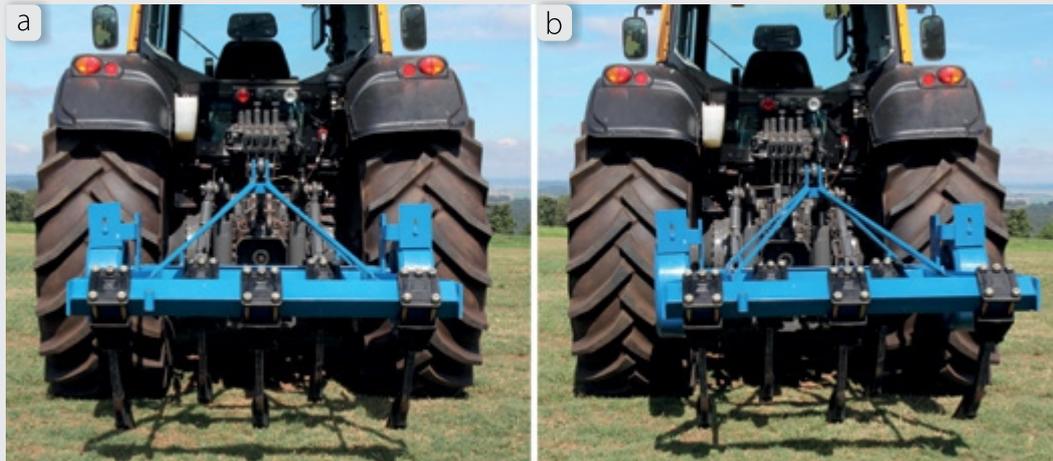


Fonte: Brasil (2017).

9.1.3 Regulação dos braços estabilizadores

A função dos braços estabilizadores laterais das barras inferiores é fazer a regulação da centralização ou descentralização do implemento em relação ao trator, além de evitar o jogo lateral excessivo do implemento quando levantado.

Figura 146 – Regulações dos braços estabilizadores no acoplamento de implementos ao trator:
(a) centralizado. (b) descentralizado.



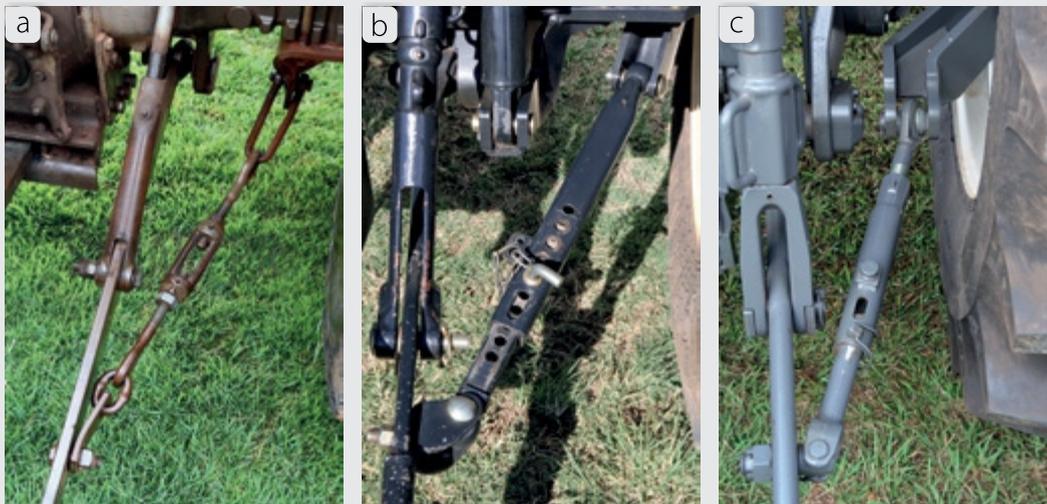
Fonte: Brasil (2017).

Quando nenhum implemento estiver acoplado ao sistema de três pontos, os estabilizadores devem ser ajustados para eliminar o seu movimento lateral.

Os tipos de braços estabilizadores utilizados nas diferentes marcas e modelos de tratores são:

- de rosca (corrente);
- telescópico;
- misto (rosca e telescópico).

Figura 147 – Sistema hidráulico de três pontos – tipos de braços estabilizadores:
(a) de rosca. (b) telescópico. (c) misto.

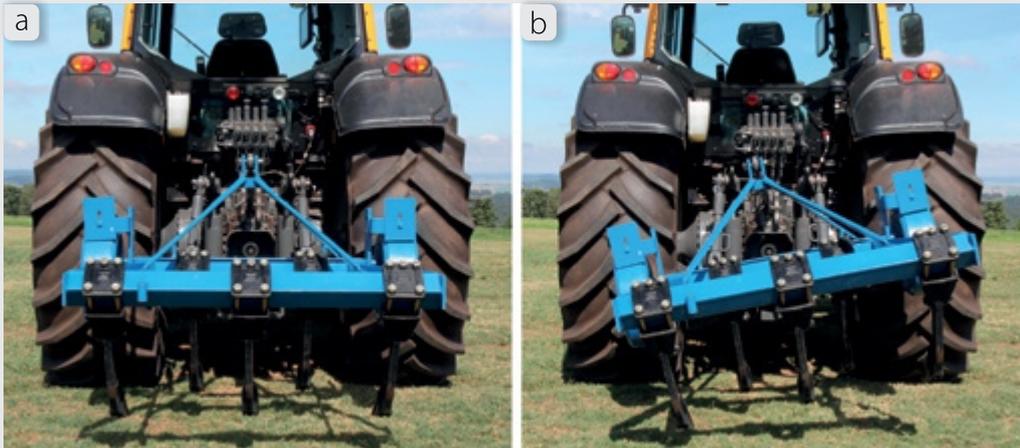


Fonte: Brasil (2017).

9.1.4 Regulagem dos braços intermediários

Os braços intermediários permitem a variação no seu comprimento, que serve para fazer a regulagem do nivelamento transversal do implemento, isto é, nivelar ou desnivelar o lado esquerdo do implemento em relação ao lado direito e vice-versa.

Figura 148 – Nivelamento transversal do implemento: (a) nivelado. (b) desnivelado.



Fonte: Brasil (2017).

Serve também para facilitar o acoplamento e desacoplamento do implemento. Atualmente, é comum que os tratores possuam regulagens nos dois braços, porém, alguns modelos mais simples e antigos possuem a regulagem somente no braço intermediário direito.

Figura 149 – Sistema hidráulico de três pontos – braços intermediários.



Fonte: Brasil (2017).

9.1.5 Regulagem do braço do terceiro ponto

Por meio da variação do comprimento do braço do terceiro ponto é feita a regulagem do nivelamento longitudinal do implemento, isto é, nivelar ou desnivelar a dianteira do implemento em relação à traseira e vice-versa.

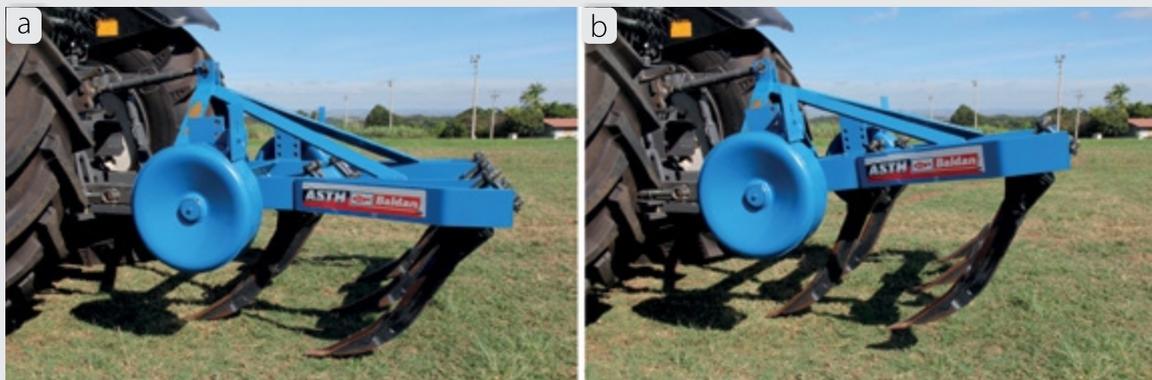
Figura 150 – Sistema hidráulico de três pontos – braço do terceiro ponto.



Fonte: Brasil (2017).

Quanto mais comprido o terceiro ponto, mais baixa ficará a parte traseira do implemento. Quanto mais curto estiver o terceiro ponto, ocorrerá o contrário, ou seja, maior será a ação da parte dianteira do implemento.

Figura 151 – Nivelamento longitudinal do implemento: (a) nivelado. (b) desnivelado.



Fonte: Brasil (2017).

9.1.6 Furos da barra de levante inferior

As barras de levante inferior possuem dois ou três furos para fixação dos braços intermediários que permitem a regulagem do intervalo do movimento dos braços inferiores e a capacidade de levante do sistema hidráulico.

Para operar com implementos mais pesados e mais compridos, os braços intermediários devem ser fixados no furo mais distante do trator.

Figura 152 – Furos da barra de levante superior:

(a) maior intervalo de movimento. (b) maior capacidade de levante.



Fonte: Brasil (2017).

9.1.7 Furo oblongo do braço intermediário

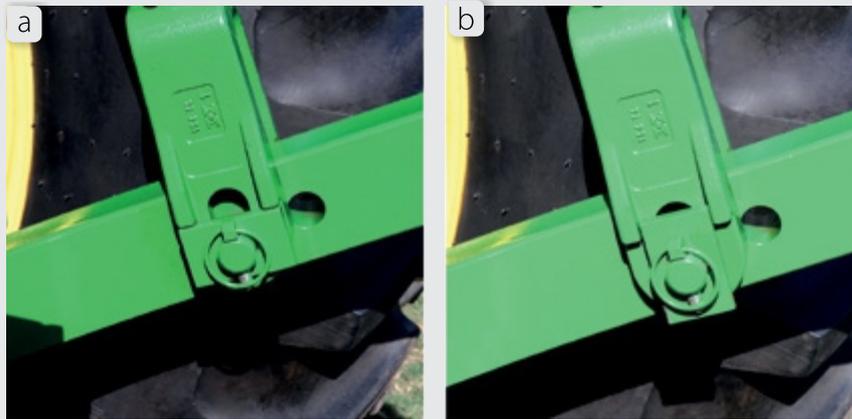
O garfo do braço intermediário possui um furo oblongo (oval), que deve ser utilizado quando se opera nas seguintes situações:

- implemento mais largo que o trator. Ex.: cultivadores.
- implementos que trabalham rente ao solo. Ex.: roçadora.
- implementos com pouca penetração. Ex.: grade niveladora e semeadora.

O furo oblongo permite a oscilação vertical do implemento no sentido transversal, não deixando que o peso seja sustentado somente em um dos lados, em caso de depressão ou elevação na superfície do terreno.

A maioria dos tratores possuem um sistema que pode alterar a posição do pino e arruela retangular: na posição horizontal, o braço ficarem oscilação e, mudando para a posição vertical, o pino oscila no furo oblongo.

Figura 153 – Furo oblongo do braço intermediário: (a) posição horizontal. (b) posição vertical.



Fonte: Brasil (2017).

9.2 REGULAGENS NO TRATOR PARA IMPLEMENTOS DE ARRASTO

A barra de tração é uma das formas de aproveitamento da potência a ser fornecida pelo trator e possui algumas regulagens e adequações que são importantes na operação com os diversos implementos

9.2.1 Tipos de barra de tração quanto ao formato

a) Barra de tração reta

Trabalha posicionada numa única altura em relação ao solo, sem opção de regulagem de altura do engate de implemento. O cabeçote pode ser parafusado na barra de tração para formar a **boca de lobo**.

Figura 154 – Barra de tração reta.



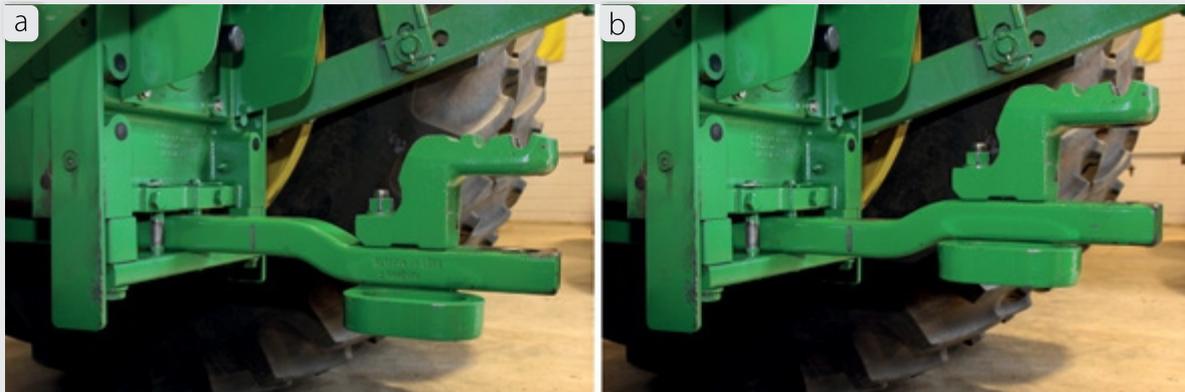
Fonte: Brasil (2017).

b) Barra de tração com degrau

Permite duas opções de regulagem da altura do cabeçalho do implemento (para cima ou para baixo) fazendo, assim, a regulagem do nivelamento longitudinal do implemento de arrasto.

Independentemente do degrau estar posicionado para cima ou para baixo, o cabeçote deve ser parafusado na parte superior da barra de tração, pois o peso do implemento deve incidir sobre a barra e não sobre o cabeçote.

Figura 155 – Barra de tração com degrau: (a) para baixo. (b) para cima.



Fonte: Brasil (2017).

c) Engates especiais – pino bola

Figura 156– Engate pino bola para implementos de arrasto.



Fonte: Brasil (2017).

9.2.2 Regulagem no comprimento da barra de tração

A barra possui regulagem no seu comprimento em relação ao trator que deve ser feita conforme a necessidade da operação.

São furações na barra de tração (de 2 a 4 furos), que alteram o seu comprimento em relação ao trator e devem ser utilizadas conforme a necessidade da operação e do implemento.

Figura 157 – Furações na barra de tração.

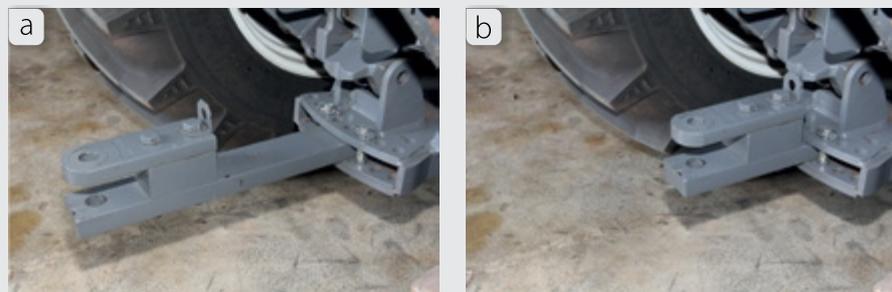


Fonte: Brasil (2017).

A barra de tração mais comprida facilita a operação em manobras fechadas, fazendo com que o cabeçalho do implemento não encoste nos pneus.

A barra de tração mais curta admite maior carga estática sobre a barra.

Figura 158 – Comprimento da barra de tração: (a) comprida. (b) curta.



Fonte: Brasil (2017).

Quando a barra for regulada totalmente recuada no seu comprimento, o operador deverá estar atento nas curvas ou manobras, pois o cabeçalho ou lança do implemento poderá atropelar os pneus do trator ou danificar as mangueiras do controle remoto.

9.2.3 Posições da barra de tração na bandeja

A barra de tração é fixada por um pino na sua extremidade interna e na bandeja a barra pode assumir diferentes posições como: fixa centralizada, fixa deslocada e oscilante.

Figura 159 – Posições da barra de tração na bandeja: (a) fixa no entreo. (b) fixa na leral. (c) oscilante.



Fonte: Brasil (2017).

Para a utilização da barra na posição oscilante na bandeja, alguns tratores possuem um sistema de roletes que facilita o movimento lateral desta. Esta posição permite trabalhar em *offset* com os implementos.

Figura 160 – Barra de tração na bandeja – sistema de roletes.



Fonte: Brasil (2017).

A escolha da posição da barra de tração na bandeja depende do implemento, da declividade do terreno e do tipo de operação. Para correta utilização, consulte o manual do trator e do implemento.

9.2.4 Tipos de cabeçalho do implemento

Existe diferentes tipos de cabeçalhos de implementos agrícolas, que variam em função da potência requerida, da quantidade de peso depositada na barra de tração, do tipo de implemento e do grau de evolução do implemento.

a) Cabeçalho com boca de lobo giratória e um dos furos oblongo

O fato de ser giratória permite a oscilação no sentido transversal entre o trator e o implemento e o furo oblongo permite a oscilação longitudinal, porém limitada.

Figura 161 – Cabeçalho com boca de lobo giratória e um dos furos oblongo.



Fonte: Brasil (2017).

b) Cabeçalho com boca de lobo giratória e basculante

O fato de ser basculante garante plena movimentação no sentido longitudinal entre o trator e o implemento.

Figura 162 – Cabeçalho com boca de lobo giratória e basculante.



Fonte: Brasil (2017).

c) Cabeçalho com furo único giratório e basculante

Permite plena oscilação no sentido transversal e longitudinal entre o trator e o implemento.

Figura 163 – Cabeçalho com furo único giratório e basculante.



Fonte: Brasil (2017).

d) Cabeçalho com rótula não giratória e não basculante

A rótula permite tanto a oscilação transversal quanto longitudinal, porém com movimentação limitada nos dois sentidos. Por isso, em alguns casos, possui também o movimento giratório.

Figura 164 – Cabeçalho com rótula não giratório e não basculante.



Fonte: Brasil (2017).

e) Cabeçalho com rótula giratória e não basculante

Além do movimento de oscilação transversal permitido pela rótula, possui também o movimento giratório.

Figura 165 – Cabeçalho com rótula giratória e não basculante.

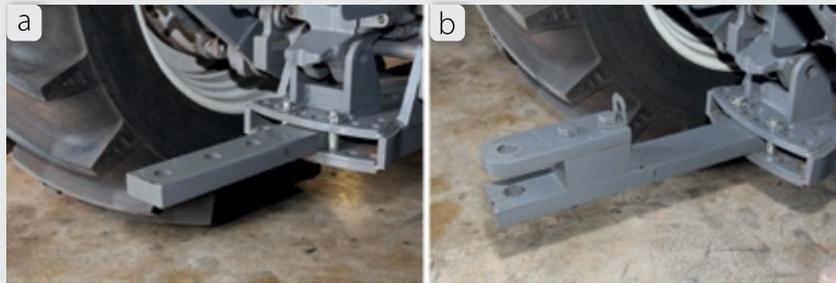


Fonte: Brasil (2017).

9.2.5 Adequação entre o cabeçalho do implemento e a barra de tração do trator

O cabeçote que é parafusado na barra de tração, para formar a boca de lobo, deve ser retirado em algumas situações para se adequar com o tipo de cabeçalho do implemento.

Figura 166 – Barra de tração: (a) sem cabeçote. (b) com cabeçote.

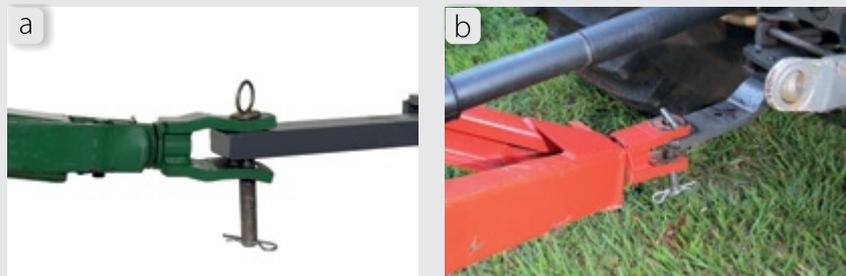


Fonte: Brasil (2017).

a) Implemento com boca de lobo giratória, não basculante e com um dos furos oblongo

O cabeçote deve ser retirado da barra de tração, fazendo com que o pino passe por apenas três furos.

Figura 167 – Pino passando por três furos: (a) trator A. (b) trator B.



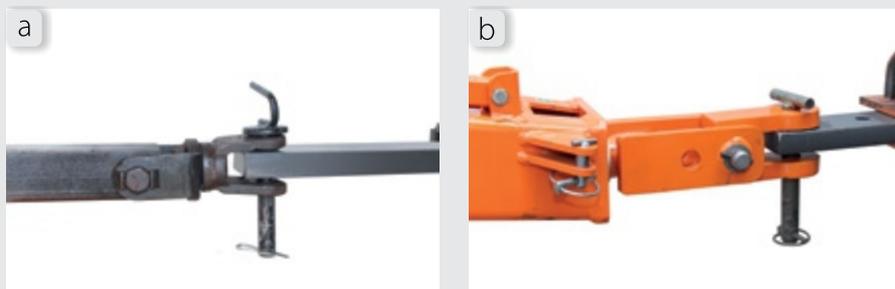
Fonte: Brasil (2017).

O pino não deve passar por quatro furos, pois, mesmo com o furo oblongo no cabeçote do implemento, o acoplamento perderá a flexibilidade longitudinal, podendo quebrar o pino, a barra de tração ou a boca de lobo do implemento.

b) Implemento com boca de lobo giratória e basculante

O cabeçote pode ou não permanecer na barra de tração do trator. Sem o cabeçote na barra, o pino passará por três furos.

Figura 168 – Pino passando por três furos: (a) trator A. (b) trator B.



Fonte: Brasil (2017).

Com o cabeçote na barra de tração o pino passará por quatro furos. Neste caso, como a boca de lobo do implemento é basculante irá existir flexibilidade total no sentido longitudinal do conjunto trator-implemento não causando nenhum dano.

Figura 169 – Pino passando por quatro furos.



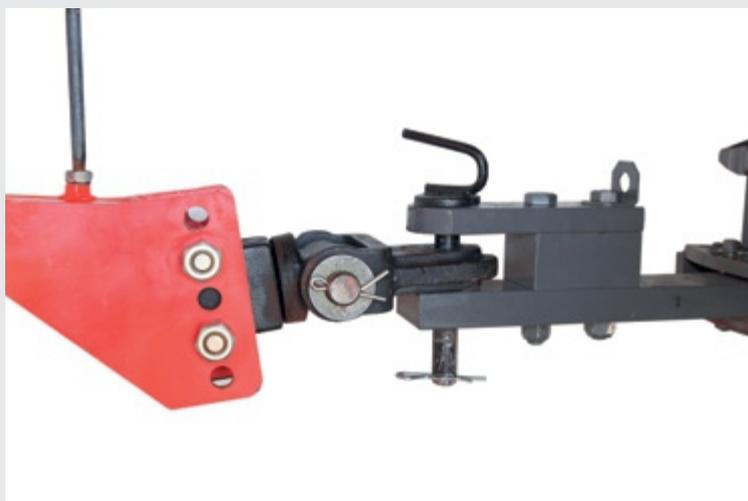
Fonte: Brasil (2017).

Neste caso, deve-se observar que a boca de lobo do implemento deve ser acoplada na barra de tração e não no cabeçote desta.

c) Implemento com cabeçalho de furo único giratório e basculante

O cabeçote deve permanecer na barra de tração, pois o pino deve passar por três furos.

Figura 170 – Pino passando por três furos.



Fonte: Brasil (2017).

d) Cabeçalho com rótula giratória ou fixa e não basculante

O cabeçote deve permanecer na barra de tração, pois o pino deve passar por três furos.

Figura 171 – Pino passando por três furos.



Fonte: Brasil (2017).

9.2.6 Sequência de acoplamento para implemento de arrasto

O acoplamento de implementos de arrasto é realizado pela união da barra de tração com o cabeçalho do implemento, por meio de apenas um pino.

Afastar o trator em marcha reduzida, com baixa aceleração, centralizando-o com o cabeçalho do implemento. Erguer o cabeçalho e colocar o pino e o contra pino.

Em seguida, fazer o acoplamento do cardam e/ou mangueiras de controle remoto, caso o implemento possua.

Figura 172 – Acoplamento de implemento de arrasto.

(a) Colocação do pino e contra pino. (b) Colocação do eixo cardam.

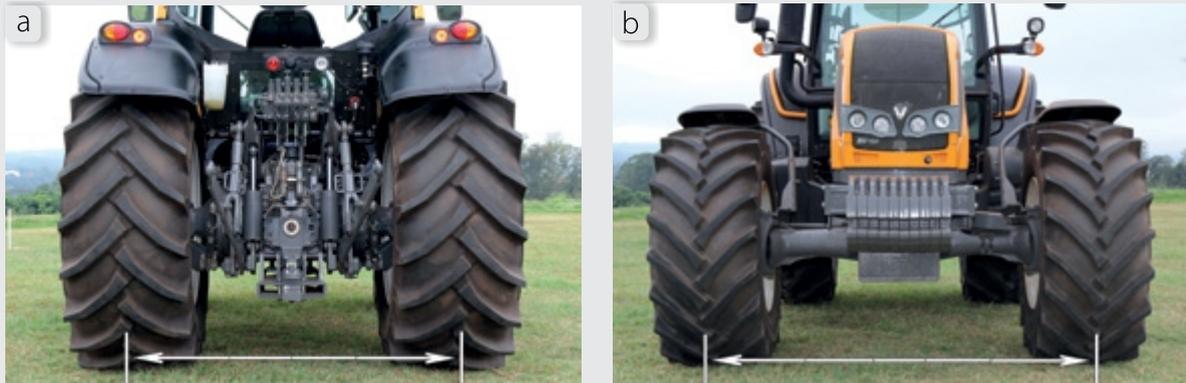


Fonte: Brasil (2017).

10 BITOLA DO TRATOR

A bitola do trator é a distância de centro a centro dos pneus traseiros ou dianteiros e é ajustável na maioria dos sistemas de rodados.

Figura 173 – Medida da bitola do trator: (a) Traseira. (b) Dianteira.



Fonte: Brasil (2017).

A medida da bitola do trator é regulável para atender as seguintes funções:

- adequar o trator nas entrelinhas da cultura.
- adequar o trator ao implemento. Ex.: arado e colhedora de forragens.
- estabilizar o trator em terrenos acidentados.
- adequar o trator em culturas perenes.

Figura 174 – Adequação do trator nas entrelinhas da cultura.



Fonte: Jacto (1998b)

10.1 SISTEMAS DE REGULAGEM DA BITOLA

O procedimento para regulagem da bitola depende do sistema de regulagem, que varia conforme a marca e modelo do trator.

10.1.1 Eixo traseiro

Para o eixo traseiro dos tratores existem três sistemas que alteram a medida da bitola.

a) Sistema de aros e discos

Segundo Peça (2012), é o sistema mais utilizado, tanto em eixos traseiros, quanto em eixos dianteiros com tração.

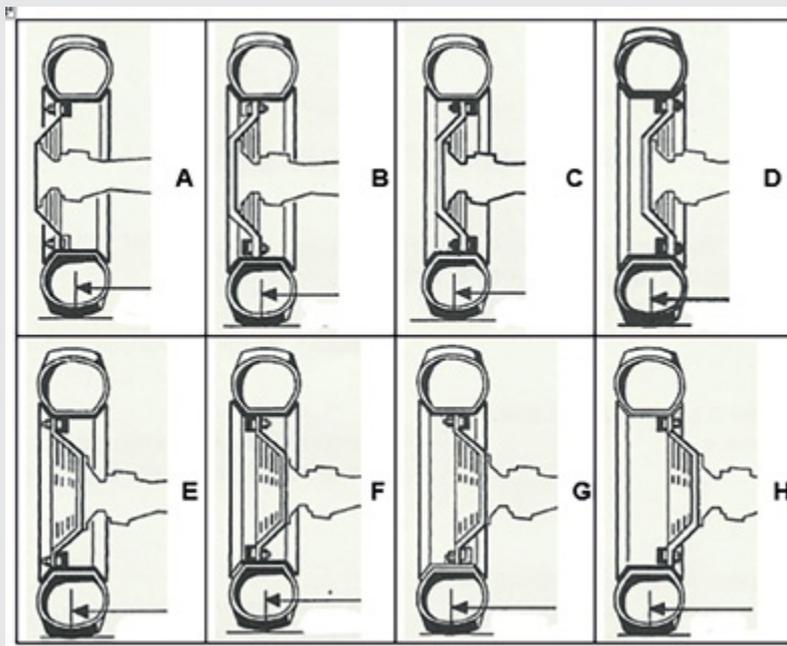
Figura 175 – Sistema de aros e discos traseiro.



Fonte: Brasil (2017).

A variação da medida da bitola é conseguida pela alteração das posições de parafusar o aro no disco e pela inversão da posição do disco no eixo do trator. Neste sistema, normalmente consegue-se 8 diferentes medidas de bitola, com variações de aproximadamente 10 centímetros. Na troca das posições é preciso respeitar o sentido correto de rotação dos pneus.

Figura 176 – Sistema de aros e discos com 8 posições.



Fonte: New Holland (2005).

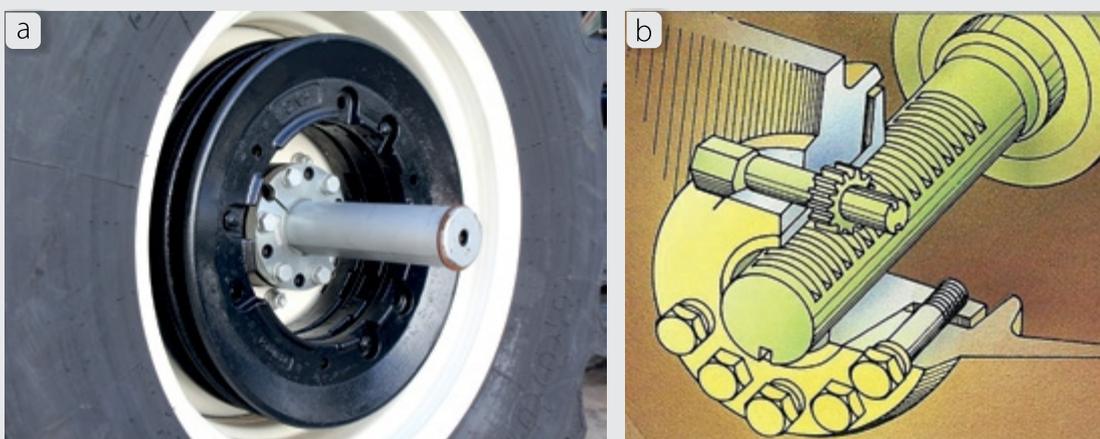
b) Sistema de eixo prolongado

É um sistema bastante utilizado em tratores de elevada potência pois tem a vantagem de que o conjunto pneu/roda não precisa ser retirado do trator. Este sistema também tem a vantagem de permitir a instalação do rodado duplo e que se saiba a medida exata da bitola que se deseja.

Neste sistema, o conjunto pneu/roda está parafusado em um cubo com bucha cônica apertada no semieixo. Se o aperto da bucha cônica for neutralizado, o conjunto pode ser deslocado no semieixo para dentro ou para fora, e então, reapertado no eixo.

O deslocamento do conjunto no eixo pode ser feito em eixo liso ou facilitado por meio de um eixo com cremalheira e engrenagem (ARNAL ATARES; LAGUNA BLANCA, 2000).

Figura 177 – Sistemas de eixo prolongado: (a) Eixo liso. (b) Eixo com cremalheira



Fonte: (a) Brasil (2017); (b) John Deere (2013).

c) Sistema servo ajustável (PAVT)

Este sistema também é conhecido pela sigla em inglês PAVT (*Power Adjustable Variable Track*) e é mais utilizado em tratores da marca Massey Ferguson.

Figura 178 – Sistema servo ajustável.



Fonte: Brasil (2017).

A vantagem deste sistema está no fato de não precisar erguer o trator e nem retirar o conjunto pneu e roda.

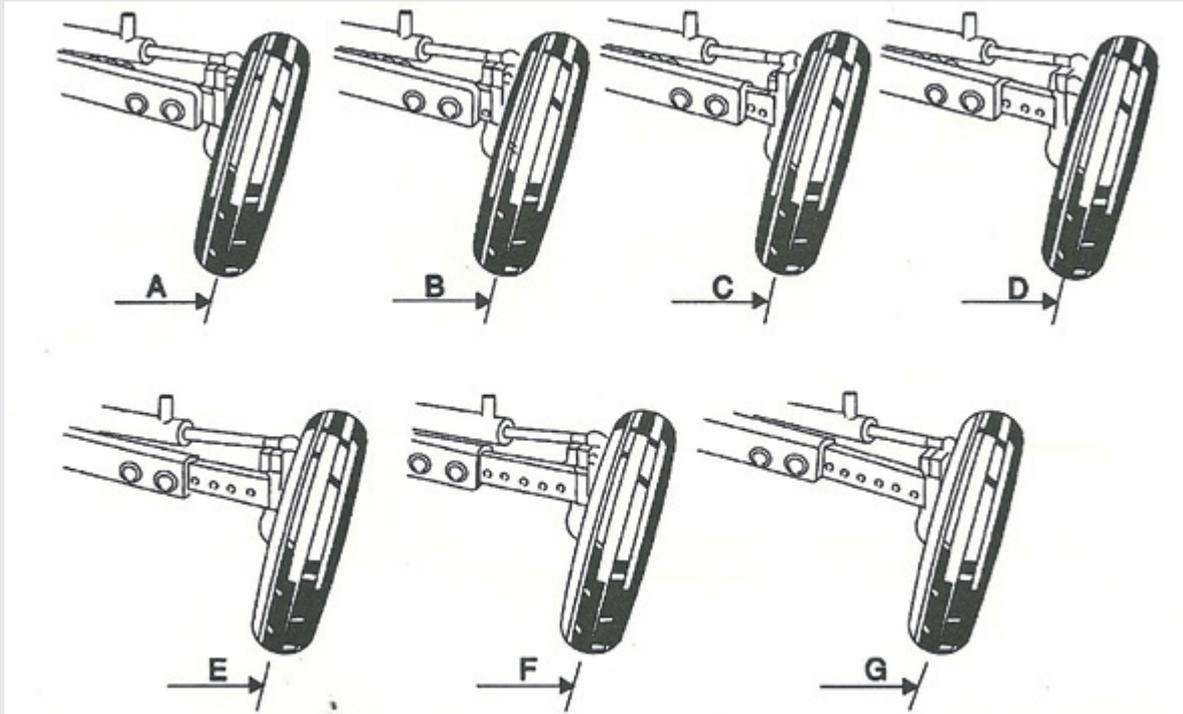
A variação da medida da bitola se dá pelos trilhos soldados em diagonal no aro. O disco está fixado por grampos aos trilhos. O posicionamento em diagonal dos trilhos no aro faz com que, ao movimentar os grampos nos respectivos trilhos, usando a própria força do trator, aconteça um deslocamento do aro para dentro ou para fora, em relação ao disco, alterando a bitola. O procedimento para regulagem, bem como os valores da bitola, encontram-se no manual de operador.

10.1.2 Eixo dianteiro

a) Tratores 4x2

No rodado dianteiro dos tratores 4x2, o sistema utilizado é o de barras telescópicas, que permite ser parafusado em diversas posições.

Figura 179 – Sistema de barras telescópicas.



Fonte: New Holland (2005).

b) Tratores 4x2 TDA

No eixo dianteiro dos tratores 4x2 com tração dianteira auxiliar, o sistema utilizado em todos os tratores é o de aros e discos.

Figura 180 – Sistema de aros e discos dianteiros.



Fonte: Brasil (2017).

10.2 VARIAÇÕES DA MEDIDA DA BITOLA

O intervalo de variação da medida da bitola depende da aplicação do trator, podendo ser dividido em três categorias: convencionais, largos e estreitos. Em tratores convencionais a variação média da medida da bitola é de 1,50 a 2,30 metros.

Figura 181 – Bitola em trator convencional.



Fonte: Jacto (1998a).

Tratores utilizados especificamene na cultura da cana-de-açúcar possuem o eixo estendido, conseguindo intervalos de medida de bitola que variam entre 2,30 a 3,00 metros, para adequarem-se às entrelinhas da cultura.

Figura 182 – Bitola em trator canavieiro.



Fonte: Brasil (2017).

Tratores específicos para cultura perenes como os cafeeiros e fruteiros, chamados de tratores estreitos, possuem intervalos de medida de bitola que variam entre 1,00 a 1,70 metros.

Figura 183 – Bitola em trator estreito.

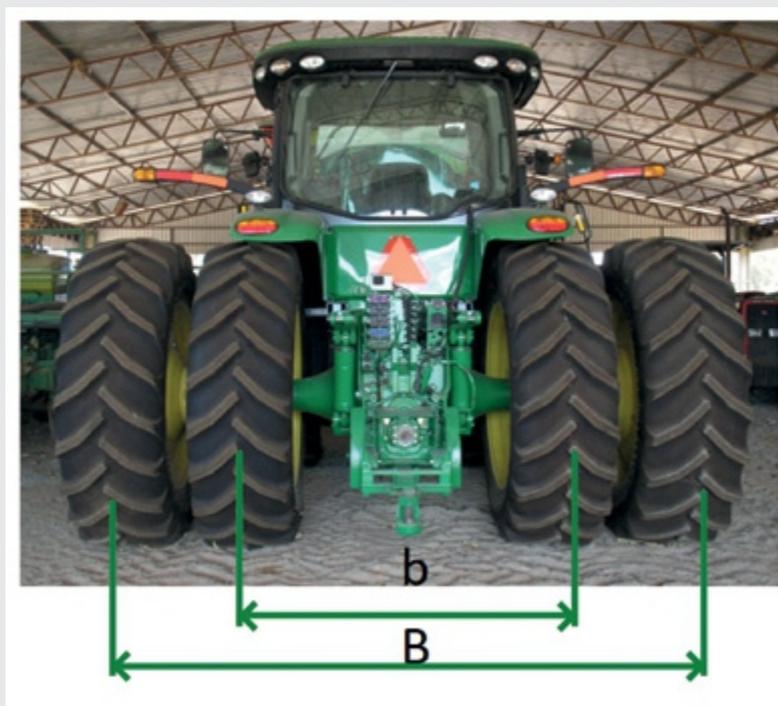


Fonte: Brasil (2017).

10.3 MEDIDA DA BITOLA EM TRATORES COM RODAGEM DUPLA

Em tratores com rodagem dupla, a medida da bitola é realizada entre os dois pneus internos, dada como bitola interna ou bitola menor, e entre os dois pneus externos, dada como bitola externa ou bitola maior.

Figura 184 – Bitola em trator com rodagem dupla.



Fonte: Padovan (2018).

10.4 DETERMINAÇÃO DA MEDIDA DA BITOLA

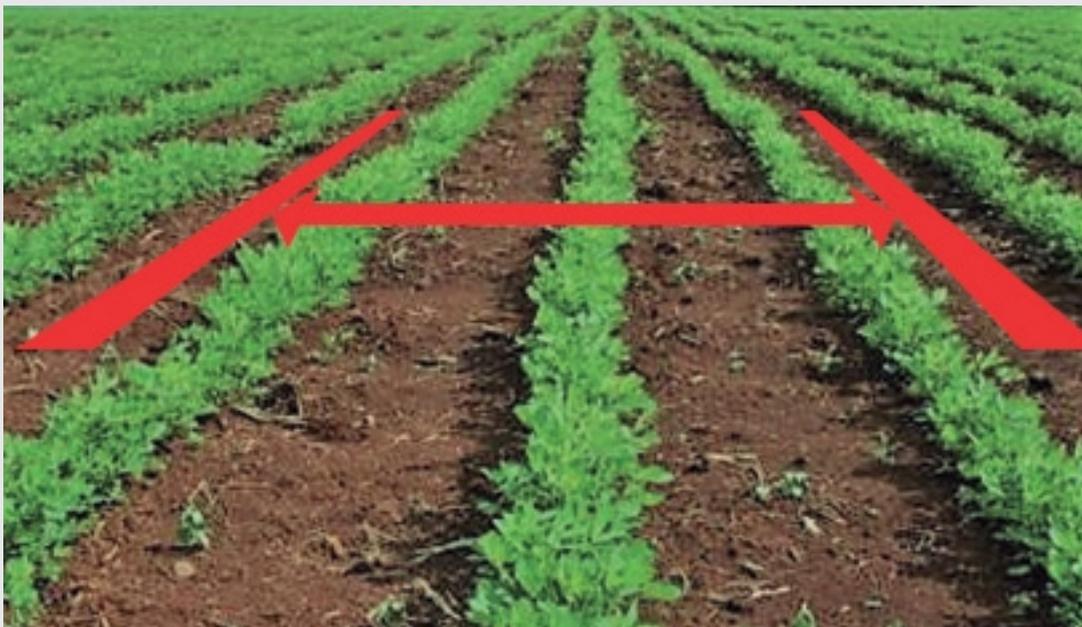
Quando se deseja adequar o trator nas entrelinhas da cultura, a operação de implantação da cultura com os implementos semeadora, plantadora ou transplantadora são decisivas na determinação da medida correta da bitola, pois é interessante que a linha de plantio não coincida com o rastro de trator. As operações sequenciais como cultivo, adubação e pulverização utilizarão a mesma medida da bitola na operação de implantação.

Quando o número de linhas de plantio couber dentro da medida da bitola, o valor desta será dado pela multiplicação do espaçamento entre linhas pelo número de linhas. Para os tratores convencionais, este resultado deve ficarentre 1,50 a 2,30 metros. Neste caso, o próprio rastro servirá como marcador da volta do trator.

Exemplo 1

- Espaçamento entre linhas: 0,6 metros
- Número de linhas: 3
- Bitola = $0,6 \times 3 = 1,8$ metros

Figura 185 – Medida da bitola.



Fonte: Padovan (2018).

Quando o resultado da multiplicação do espaçamento entre linhas pelo número de linhas for maior que 2,30 metros, será utilizado um braço marcador para fazer o risco no solo marcando a volta. Neste caso, a medida da bitola será dada pela multiplicação do espaçamento entre linhas por um determinado número de linhas centrais simétricas tais que o resultado fique entre 1,50 a 2,30 metros.

Exemplo 2

- Espaçamento entre linhas: 0,85 metros
- Número de linhas: 6
- Número de linhas centrais simétricas: 2
- Bitola = $0,85 \times 2 = 1,70$ metros

Figura 186 – Medida da bitola.



Fonte: Ford New Holland (1991).

11 ADEQUAÇÃO DO PESO DO TRATOR

O trator agrícola é a fonte de potência para o implemento e é uma máquina que sai de fábrica de forma genérica para atuar nas mais diversas operações agrícolas. Por isso, se faz necessário fazer a adequação do seu peso para as operações e implementos específico.

Antes de conhecer a adequação do peso do trator é importante saber se o implemento é compatível com o trator na exigência de potência. Esta informação é trazida no manual do implemento e deve ser consultada e obedecida para se obter o melhor aproveitamento do conjunto.

11.1 FORMAS PARA AUMENTAR A ADERÊNCIA ENTRE O RODADO E O SOLO

O pneu é o componente responsável pela tração, que é a relação de aderência entre o rodado e o solo. A baixa aderência entre o rodado e o solo leva à patinagem do rodado, que deve ser controlada dentro de índices aceitáveis, dependendo do tipo de solo e de operação.

As formas para aumentar a aderência entre o rodado e o solo são mostradas no Quadro 11.

Quadro 11 – Formas para aumentar a aderência entre o rodado e o solo.

Formas	Opções
Área de contato	Uso de pneu largo
	Uso de rodagem dupla
Lastragem (peso)	Lastro líquido (água nos pneus)
	Lastro metálico (pesos de ferro)
Garras dos pneus	Tipo de pneu: desenho, tamanho, desgaste, etc.

Fonte: Padovan (2018).

O aumento da área de contato como forma de aumentar a aderência entre o rodado e o solo é tecnicamente vantajoso, pois diminui a patinagem e também a compactação do solo. Porém, é economicamente oneroso e em muitos casos deixa o trator menos versátil na adequação com os implementos. Com isso, a lastragem é uma forma viável para adequar o peso do trator com a aderência necessária.

Figura 187 – Tipos e localização dos lastros.



Fonte: Valtra (2017)

11.2 FATORES QUE DETERMINAM A QUANTIDADE E A DISTRIBUIÇÃO DE LASTRO NO TRATOR

A correta aderência do rodado com o solo se faz com a adequação do peso total do trator e com a distribuição deste peso entre os eixos traseiro e dianteiro. Os fatores que determinam a quantidade e a distribuição de lastro no trator, são:

- condições do solo (solto ou firme, umidade, cobertura).
- tipo de implemento e operação: leve, médio ou pesado.
- tipo de tração: 4x2, 4x2 TDA e 4x4.
- forma de acoplamento: montado ou de arrasto.
- velocidade de operação.
- tipo de rodado: simples ou duplo.

11.3 PREJUÍZOS CAUSADOS PELA LASTRAGEM INCORRETA

O lastro correto permite o uso mais eficiente da energia disponível do trator. A quantidade exata de peso no trator pode trazer benefícios, porém a lastragem incorreta para menos ou para mais causará prejuízos ao usuário.

Quadro 12 – Prejuízos causados pela lastragem incorreta.

Lastragem insuficiente	Lastragem excessiva
Patinagem excessiva das rodas	Compactação do solo
Desgaste acentuado dos pneus	Rompimento das garras dos pneus
Baixa capacidade operacional	Aumento da carga na transmissão
Alto consumo de combustível (patinagem)	Alto consumo de combustível (peso)
Perda de potência (patinagem)	Perda de potência (peso)

Fonte: John Deere (2013).

11.4 RELAÇÃO ENTRE O PESO E A POTÊNCIA DO TRATOR

O peso total ideal de um trator agrícola está diretamente relacionado à potência no seu motor. A essa relação é dado o nome de relação peso/potência, que é o peso total do trator em kgf, dividido pela potência do motor em cavalo vapor (cv).

A relação peso/potência é influenciada pelo tipo de operação, implemento e condições do solo.

A tabela seguinte auxilia na determinação do peso total do trator, para adequação com a quantidade de lastro necessária. A Relação peso/potência está em função do tipo de implemento e operação a ser realizada. Deve-se observar no manual do operador o peso máximo admitido pelo trator.

Tabela 3 – Relação peso/potência.

Tipo de implemento e condições do solo	Relação Peso/Potência (kgf/cv)
Leve	46
Médio	50
Pesado	54

Fonte: John Deere (2013).

De maneira genérica, pode-se dizer que, quando as condições que influenciam forem médias, a relação peso/potência deve ser de 50 kgf/cv. E para situações acima ou abaixo da média, a relação peso/potência deve ser de +10% ou -10%, respectivamente, em relação à média.

O peso total do trator é encontrado multiplicando-se a potência do motor em cv, pelo valor da relação peso/potência.

11.5 DISTRIBUIÇÃO DE PESO NO TRATOR

A distribuição do peso em cada eixo é influenciada pelo tipo de tração e pela forma de acoplamento do implemento ao trator e é feita por meio da adequação de lastro. A tabela seguinte mostra os percentuais de distribuição de forma genérica porém, o manual do operador ou o concessionário devem ser consultados para o modelo específico.

Tabela 4 – Distribuição de peso no trator.

Tipo de tração	Acoplamento do implemento	Distribuição do peso (%)	
		Eixo dianteiro	Eixo traseiro
4x2	Montado	35	65
	Arrasto	30	70
4x2 TDA	Montado	40	60
	Arrasto	35	65
4x4	Montado	55	45
	Arrasto	50	50

Fonte: John Deere (2013).

Exemplo – Determinar o peso total do trator e a distribuição de peso entre os eixos dianteiros e traseiros.

Dados do trator

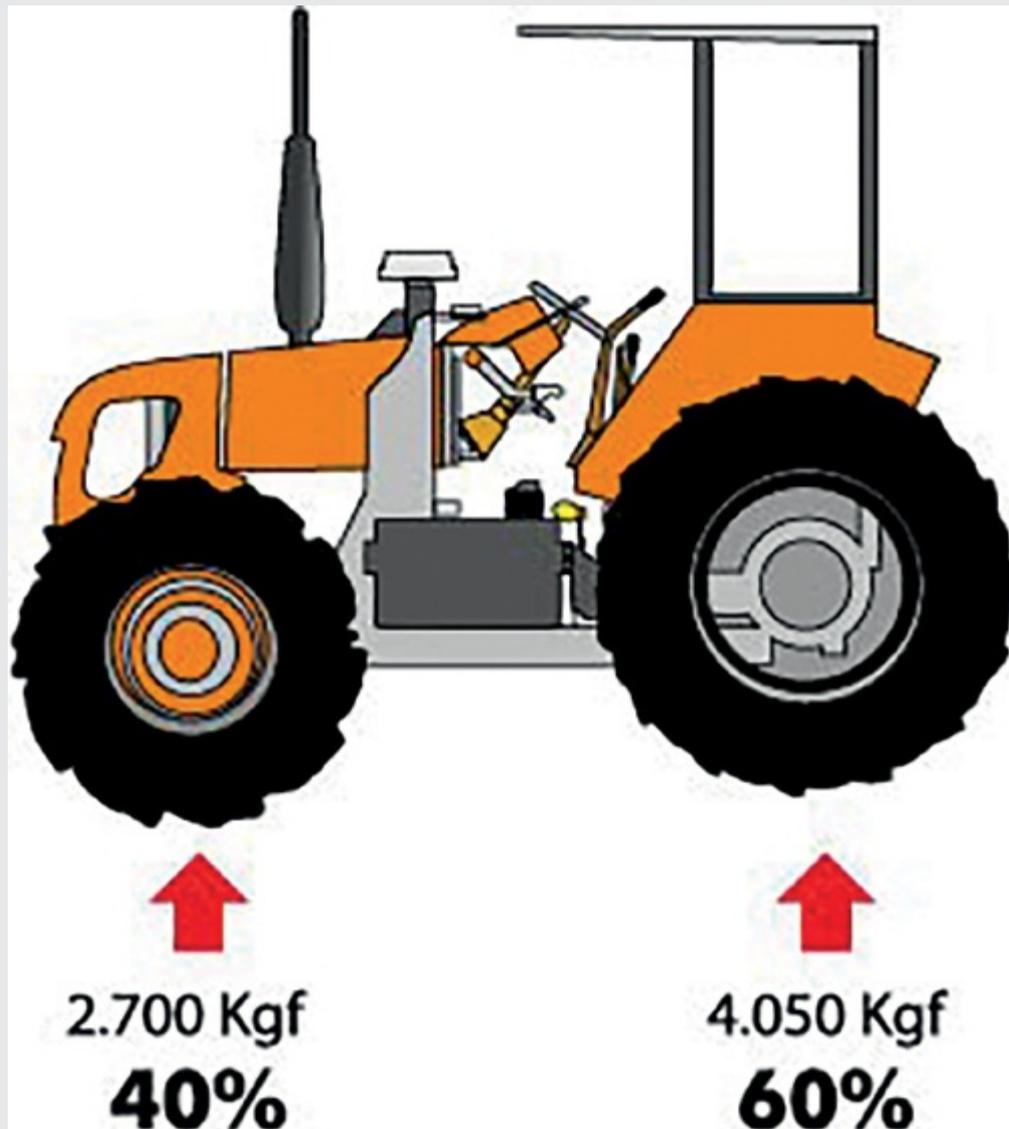
- Potência do motor: 125 cv
- Tipo de tração: 4x2 TDA
- Tipo de serviço: pesado
- Forma de acoplamento: montado

Resolução:

- Peso total do trator: $54 \text{ kgf/cv} \times 125 \text{ cv} = 6750 \text{ kgf}$
- Distribuição entre os eixos:
 - Dianteiro: $6750 \text{ kgf} \times 0,4 = 2700 \text{ kgf}$
 - Traseiro: $6750 \text{ kgf} \times 0,6 = 4050 \text{ kgf}$

Neste caso, este trator deverá ter um peso total de 6750 kgf, sendo 2700 kgf no eixo dianteiro e 4050 kgf no traseiro. Determine o peso atual do trator por eixo, utilizando uma balança, e subtraia o peso atual do peso recomendado. Adicione ou retire o lastro conforme necessário.

Figura 188 – Distribuição de peso no trator.



Fonte: Brasil (2017).

Na adição de pesos dianteiros existe um efeito de transferência de peso da plataforma para os eixos. Segundo a John Deere (2013), este efeito de transferência de peso é de aproximadamente 45%, dependendo da configuração do trator. Isto é, para cada 45 kg de peso adicionado na plataforma dianteira, aproximadamente 65 kg são adicionados ao eixo dianteiro e aproximadamente 20 kg são subtraídos do eixo traseiro. Para outras marcas e modelo, consultar o manual do operador.

O contrapeso traseiro não faz a transferência de peso, pois este é acrescentado diretamente no eixo.

11.6 LASTRAGEM SÓLIDA

Consiste na colocação de pesos metálicos nas rodas do eixo traseiro e no suporte localizado na dianteira do trator.

A lastragem sólida no eixo traseiro é feita com discos metálicos parafusados às rodas. Pode ser utilizada como um complemento da lastragem líquida e tem as funções de melhorar a tração e fazer uma distribuição ideal do peso em cada eixo do trator.

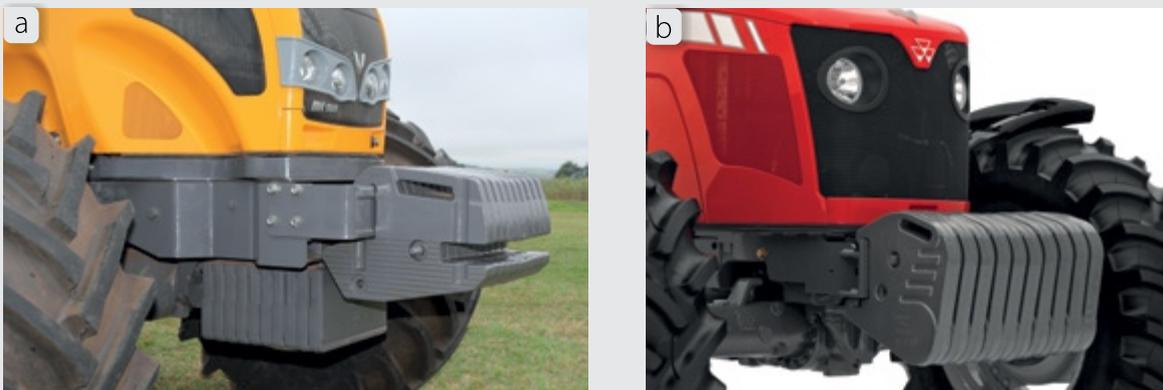
Figura 189 – Lastro sólido no eixo traseiro.



Fonte: Brasil (2017).

O lastro sólido dianteiro é feito com placas metálicas colocadas no suporte dianteiro do trator que, além da função de melhorar a tração, também tem a função de evitar empinamentos e garantir a dirigibilidade em solos soltos.

Figura 190 – Lastro sólido dianteiro: (a) Trator A. (b) Trator B.



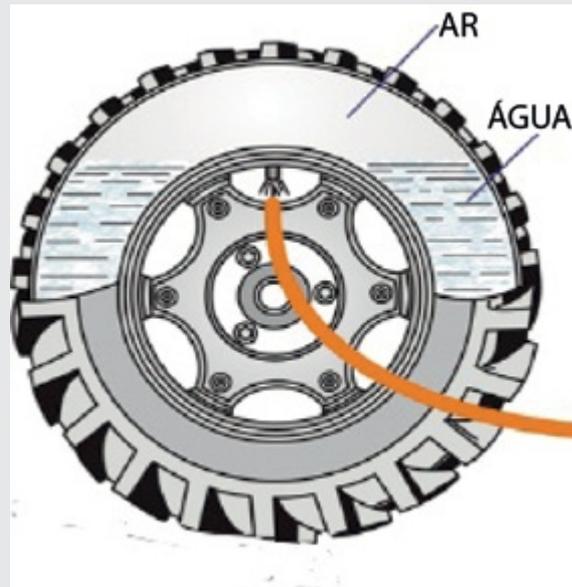
Fonte: Brasil (2017).

A forma de instalação, quantidade e localização dos pesos depende da marca e modelo do trator e deve ser consultada no manual do operador.

11.7 LASTRAGEM LÍQUIDA

Consiste em introduzir água nos pneus por meio da válvula de calibragem, utilizando um dispositivo apropriado e o nível é controlado pelo posicionamento da altura da válvula.

Figura 191 – Água no pneu.



Fonte: Brasil (2017).

A lastragem líquida possui algumas vantagens em relação ao lastro metálico:

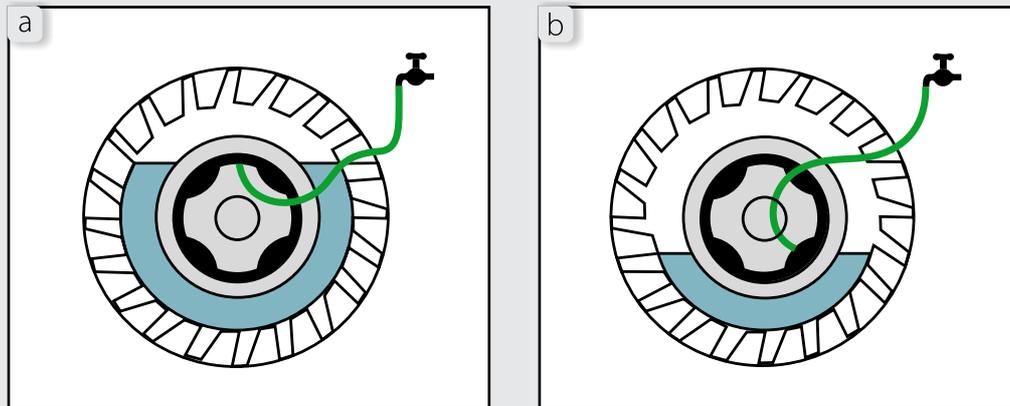
- o peso da água é colocado diretamente no pneu que está em contato com o solo, diminuindo o risco de danos mecânicos nos eixos e rodas (peso morto).
- baixo custo.
- facilidade de regular a quantidade de lastro.
- fácil detecção de furos.
- fácil socorro do trator quando furar o pneu, pois demora mais para murchar.

A desvantagem do lastro é que o mesmo possui um efeito de enrijecimento que faz com que o trator apresente uma rodagem mais dura e geralmente reduz a capacidade de controlar a trepidação do motor.

A quantidade de água a ser colocada nos pneus varia com o tipo de construção do pneu. Em pneus de construção diagonal, a quantidade de água máxima a ser colocada é de aproximadamente 75% do volume. Isso é conseguido posicionando-se a válvula totalmente para cima.

Em pneus de construção radial e de configuração mista (diagonal cintado) a quantidade máxima de água a ser colocada é de 40% do volume ou conforme recomendações no manual do operador. O percentual menor para pneus radiais é para garantir a maleabilidade do pneu, que é uma grande vantagem desse tipo de construção.

Figura 192 – Quantidade máxima de água: (a) pneu diagonal. (b) pneu radial.



Fonte: Brasil (2017).

ATENÇÃO

Os pneus nunca devem ser enchidos totalmente com água. Isto os deixa sem flexibilidade para amortecer os impactos impostos pelas irregularidades do terreno.

Para o enchimento do pneu do trator com água, basta um registro de água, não necessariamente de alta pressão. A sequência dos procedimentos para essa operação, adaptada do manual do operador AGCO-VALTRA (2012), está descrita a seguir.

a) Levantar a roda do trator.

Figura 193 – Lastragem líquida: levantando a roda.



Fonte: Brasil (2017).

b) Girar a roda de modo que a válvula fique na posição desejada.

Figura 194 – Lastragem líquida: válvula na posição desejada (75%).



Fonte: Brasil (2017).

c) Retirar a válvula do bico e deixar sair o ar que estava sob pressão.

Figura 195 – Lastragem líquida: retirando o ar do pneu.



Fonte: Brasil (2017).

d) Colocar água no pneu: utilize um dispositivo que permita a saída do ar a medida que o pneu vai enchendo de água. Caso não possua este dispositivo, faça com uma mangueira comum, porém retirando-a de tempos em tempos para permitir a saída do ar.

Figura 196 – Lastragem líquida: colocando água no pneu.



Fonte: Brasil (2017).

e) Retirar a mangueira quando a água atingir o nível do bico.

Figura 197 – Lastragem líquida: água atingindo o nível desejado.



Fonte: Brasil (2017).

f) Deixar sair o excesso de água.

Figura 198 – Lastragem líquida: saída do excesso de água.



Fonte: Brasil (2017).

g) Recolocar a válvula.

Figura 199 – Lastragem líquida: recolocando a válvula.



Fonte: Brasil (2017).

h) Calibrar o pneu com a pressão recomendada pelo fabricante.

Figura 200 – Lastragem líquida: calibrando o pneu com ar.



Fonte: Brasil (2017).

12 CLASSIFICAÇÃO DOS PNEUS AGRÍCOLAS

Os pneus de tratores agrícolas desempenham as funções de suportar com segurança o peso do trator, servir como um amortecedor, absorvendo as irregularidades do solo, reduzindo a transferência das mesmas ao trator e proporcionar a transmissão das forças motrizes e frenantes do trator ao solo.

Os fabricantes de tratores fornecem as opções de pneus a serem utilizados de maneira adequada com cada tipo e modelo de trator, entretanto, é importante conhecer sua classificação para a correta seleção e utilização dos pneus.

Os pneus agrícolas recebem classificações de acordo com suas diferentes características.

- Tipo de construção da carcaça.
- Tamanho do pneu.
- Desenho da banda de rodagem.
- Capacidade de carga.
- Índice de velocidade.

12.1 CONSTITUIÇÃO DO PNEU

O pneu agrícola é constituído pela carcaça, lonas, talões, parede lateral (fanco), liner e rodagem.

Carcaça: é a estrutura do pneu composta por lonas revestidas de borracha.

Lonas: exercem a função de suportar a carga e a pressão internas do pneu.

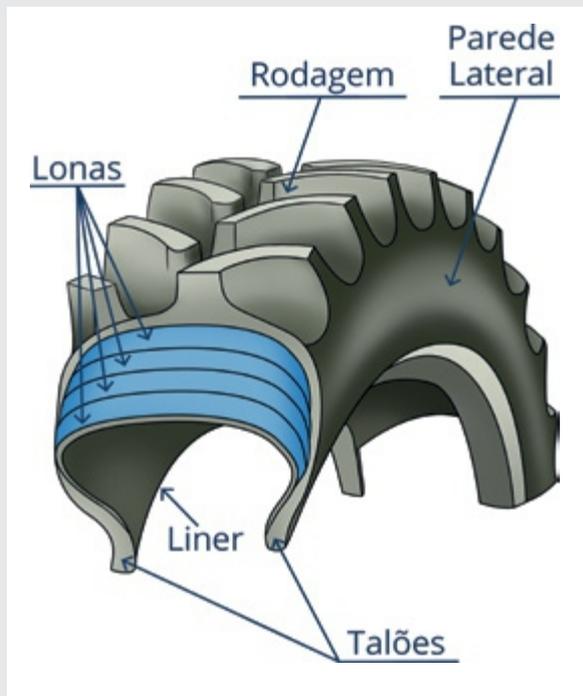
Talões: é a parte do pneu que encaixa na roda. Constituem-se de cabos de aço isolados individualmente por borracha. Sua função é fazer a amarração do pneu no aro, devendo apresentar alta resistência à ruptura.

Parede Lateral (Flanco): é a parte da carcaça que vai da rodagem até o talão. É responsável pela absorção de impactos e irregularidades do solo, por meio de sua flexão.

Liner: é o revestimento protetor da carcaça na parte interna do pneu.

Rodagem: é a parte do pneu que faz sua aderência com o solo. Seus desenhos devem proporcionar frenagem e tração e seu composto de borracha deve resistir à abrasão e ruptura.

Figura 201 – Constituição do pneu agrícola.



Fonte: Brasil (2017).

12.2 TIPO DE CONSTRUÇÃO DA CARÇA DO PNEU

Quanto ao tipo de construção da carcaça, os pneus dos tratores agrícolas podem ser: diagonal, radial ou de configuração mista. O pneu de configuração mista, denominado diagonal cintado, é também conhecido como pneu de Baixa Pressão e Alta Flutuação (BPAF).

Figura 202 – Tipos de construção de carcaça do pneu.



Fonte: Brasil (2017).

Os pneus diagonais apresentam lonas dispostas diagonalmente ao plano médio da banda de rodagem; as camadas se cruzam em ângulos menores que 90° o que favorece a rigidez dos flancos e da banda de rodagem.

No pneu radial, os fios da carcaça estão dispostos em arcos perpendiculares ao plano de rodagem e orientados em relação ao centro do pneu. O pneu radial possui vantagens por ser mais flexível proporcionando maior conforto e segurança. Durante a rodagem, o pneu radial tem maior superfície de contato com o solo, o que aumenta sua capacidade de tração, reduz a compactação e o consumo de combustível.

No pneu diagonal cintado (BPAF) a carcaça é constituída de lonas, cujos fios são dispostos de talão a talão e colocados em ângulos cruzados, uma lona em relação à outra, sendo ainda essa carcaça estabilizada por uma cinta circunferencial constituída de duas ou mais lonas. Apresentam grandes áreas de contato com o solo, devido à grande largura da sua seção, que tem como característica principal diminuir a compactação dos solos.

12.3 NOMENCLATURA DO TAMANHO DO PNEU

A nomenclatura do tamanho dos pneus dos tratores depende do tipo de construção e é válida tanto para pneus de tração, quanto de direção.

12.3.1 Nomenclatura do tamanho do pneu diagonal

- O primeiro número representa a largura nominal do pneu inflado, entre as bandas laterais, medida em polegadas.
- O segundo número representa o diâmetro do aro ou o diâmetro interno do pneu no talão, medido também em polegadas.

Exemplo – Pneu 12.4 – 36

Largura do pneu: 12.4 polegadas

Diâmetro do aro: 36 polegadas

Figura 203 – Pneu diagonal.



Fonte: Brasil (2017).

12.3.2 Nomenclatura do tamanho do pneu radial

O pneu radial pode ser identificado pela nomenclatura convencional ou pelo sistema internacional (JOHN DEERE, 2017).

a) Nomenclatura pelo sistema internacional

- O primeiro número representa a largura nominal do pneu inflado, entre as bandas laterais, medida em milímetros.
- O segundo número representa a altura da lateral (flanco) em porcentagem da largura nominal.
- A letra representa o tipo de construção do pneu: radial.
- O terceiro número representa o diâmetro interno do pneu no talão ou o diâmetro do aro, medido em polegadas.

Exemplo – Pneu 650/75 R 32

Largura do pneu: 650 milímetros

Altura de flanco: 75% da largura = 487,5 milímetros

Tipo de construção: R = radial

Diâmetro do aro: 32 polegadas

Figura 204 – Pneu radial com nomenclatura internacional.



Fonte: Padovan (2018).

b) Nomenclatura convencional (americana)

- O primeiro número representa a largura nominal do pneu inflado, entre as bandas laterais, medida em polegadas.
- A letra representa o tipo de construção do pneu: radial.
- O segundo número representa o diâmetro do aro ou o diâmetro interno do pneu no talão, medido também em polegadas.

Exemplo – Pneu 16.9 R 28

Largura do pneu: 16.9 polegadas

Diâmetro do aro: 28 polegadas

Figura 205 – Pneu radial com nomenclatura convencional.



Fonte: Padovan (2018).

12.3.3 Nomenclatura do tamanho do pneu diagonal cintado (BPAF)

- O primeiro número representa a largura nominal do pneu inflado, entre as bandas laterais, medida em milímetros.
- O segundo número representa a altura da lateral (flanco) em porcentagem da largura nominal.
- O terceiro número representa o diâmetro interno do pneu no talão ou o diâmetro do aro, medido em polegadas.

A nomenclatura do tamanho para os pneus diagonais cintados segue a mesma nomenclatura dos pneus radiais (sistema internacional), sem a identificação "R".

Exemplo – Pneu 710/65 – 38

Largura do pneu: 710 milímetros

Altura de flanco: 65% da largura = 461,5 milímetros

Diâmetro do aro: 38 polegadas

Figura 206 – Pneu diagonal cintado – BPAF.



Fonte: Brasil (2017).

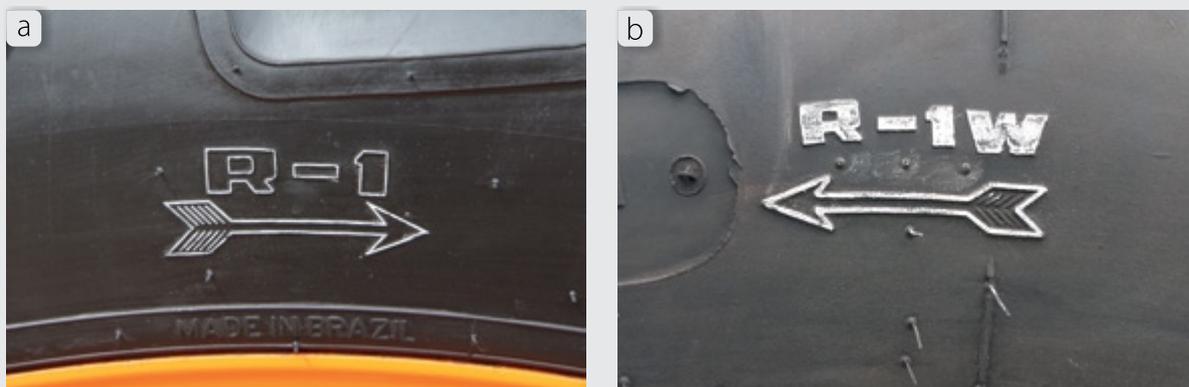
12.4 TIPOS DE DESENHOS DA BANDA DE RODAGEM DOS PNEUS

Existem basicamente dois tipos de desenhos na banda de rodagem dos pneus, que se classificam em banda de odagem para tração e banda de rodagem direcional.

12.4.1 Desenho da banda de rodagem para tração

Contém um desenho com características para “agarrar”, ou seja, para firmar o pneu ao solo e executar a autolimpeza quando se locomove em solos pegajosos. Por isso, possui um sentido correto de rotação.

Figura 207 – Desenho da banda de rodagem: (a) R-1. (b) R-1W.



Fonte: (a) Brasil (2017); (b) Padovan (2018).

As diferentes condições de utilização do pneu determinam o formato e as dimensões das garras.

Quadro13 – Tipos de desenho para pneus de tração.

Tipo	Desenho da banda de rodagem e utilização
R-1	Tração regular. São os mais comuns. Adequado para maioria das condições de solo.
R-1W	Tração regular. Garras 20% mais alta que as do pneu R-1. Para terrenos molhados, úmidos e argilosos.
R-2	Tração extra com garras altas e distantes (arrozeiro). Para solos inconsistentes ou alagadiços.
R-3	Tração baixa com garras baixas. Para solos duros, estradas de terra e calçadas.
R-4	Garras largas e próximas entre si. Aplicação Industrial e construções.
R = Rear = Traseiro (tração)	

Fonte: Brasil (2017).

Figura 208 – Desenho do pneu traseiro de tração.



Fonte: Good Year (2016).

12.4.2 Desenho da banda de rodagem direcional

A banda de rodagem direcional tem a função de manter estável a trajetória do trator e o seu direcionamento. Possui nervuras que auxiliam o rolamento em linha reta, evitando o deslizamento lateral. O tipo do pneu é determinado pelo número de raia.

Quadro 14 – Tipos de desenho para pneus de tração.

Tipo	Desenho da banda de rodagem
F-1	Regular com 1 raia
F-2	Regular com 2 ou 3 raia
F-3	Frisos superficiais – Multiraiado
I-1	Multiraiado
F= Front = dianteiro (direcional) I = Implement = Implemento	

Fonte: Brasil (2017).

Figura 209 – Desenho do pneu dianteiro direcional.



Fonte: Good Year (2016).

12.5 CAPACIDADE DE CARGA DO PNEU

A capacidade de carga representa a resistência do pneu para suportar a carga máxima a ele permitida e pode ser representada dos seguintes modos:

- capacidade de lonas (PR - Ply Rating): indicada por um número;
- capacidade de carga: indicada por letra;
- índice de carga: indicada por um código numérico que varia de 1 a 279.

A tabela a seguir traz a conversão de "capacidade de lonas" para "capacidade de carga" (ALAPA, 2003).

Tabela 05 – Equivalência entre capacidade de lonas e a capacidade de carga.

Capacidade de Lonas	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Capacidade de Carga	A	B	C	D	E	F	G	H	J	L	M	N

Fonte: ALAPA (2003).

A equivalência da capacidade de carga ou da capacidade de lonas em quilogramas que o pneu pode ser submetido depende da pressão de inflação, da velocidade e do tamanho do pneu. O manual do operador do trator apresenta tabelas com os valores correspondentes.

Figura 210 – Designação da capacidade de lonas em pneus.



Fonte: Brasil (2017).

O índice de carga é um código numérico associado à carga máxima em quilogramas que o pneu pode ser submetido. É a forma mais utilizada atualmente na designação da capacidade de carga do pneu. Este índice é colocado ao lado da designação do tamanho.

Figura 211 – Designação do índice de carga em pneus.



Fonte: Brasil (2017).

Na figura anterior lê-se que o índice de carga nominal desse pneu é 162 com o índice de velocidade nominal A8. Para o índice de velocidade máxima B, o índice de carga máximo é 158.

A tabela seguinte apresenta a equivalência entre o índice de carga e carga em quilogramas.

Tabela 06 – Equivalência entre o índice de carga a carga em kg.

IC	kg	IC	kg	IC	kg	IC	kg	IC	kg	IC	kg	IC	kg	IC	kg
40	140	60	250	80	450	100	800	120	1440	140	2500	160	4500	180	8000
41	145	61	257	81	462	101	825	121	1450	141	2575	161	4625	181	8250
42	150	62	265	82	475	102	850	122	1500	142	2650	162	4750	182	8500
43	155	63	272	83	487	103	875	123	1550	143	2725	163	4875	183	8750
44	160	64	280	84	500	104	900	124	1600	144	2800	164	5000	184	9000
45	165	65	290	85	515	105	925	125	1650	145	2900	165	5150	185	9250
46	170	66	300	86	530	106	950	126	1700	146	3000	166	5300	186	9500
47	175	67	307	87	545	107	975	127	1750	147	3075	167	5450	187	9750
48	180	68	315	88	560	108	1000	128	1800	148	3150	168	5600	188	10000
49	185	69	325	89	580	109	1030	129	1850	149	3250	169	5800	189	10300
50	190	70	335	90	600	110	1060	130	1900	150	3350	170	6000	190	10600
51	195	71	345	91	615	111	1090	131	1950	151	3450	171	6150	191	10900
52	200	72	355	92	630	112	1120	132	2000	152	3550	172	6300	192	11200
53	206	73	365	93	650	113	1150	133	2060	153	3650	173	6500	193	11500
54	212	74	375	94	670	114	1180	134	2120	154	3750	174	6700	194	11800
55	218	75	387	95	690	115	1215	135	2180	155	3875	175	6900	195	12150
56	224	76	400	96	710	116	1250	136	2240	156	4000	176	7100	196	12500
57	230	77	412	97	730	117	1285	137	2300	157	4125	177	7300	197	12850
58	236	78	425	98	750	118	1320	138	2360	158	4250	178	7500	198	13200
59	243	79	437	99	775	119	1360	139	2430	159	4375	179	7750	199	13600

Fonte: ALAPA (2003).

12.6 ÍNDICE DE VELOCIDADE MÁXIMA DO PNEU

Nas identificações do pneu é trazida também a informação da velocidade máxima em que o pneu pode ser submetido com a carga correspondente ao seu índice de carga. É dada em letras e por meio da tabela pode-se ter a equivalência em km/h.

Tabela 07 – Equivalência entre o índice de velocidade a velocidade em km/h.

Índice	Velocidade	Índice	Velocidade	Índice	Velocidade
A1	05	D	65	Q	160
A2	10	E	70	R	170
A3	15	F	80	S	180
A4	20	G	90	T	190
A5	25	J	100	U	200
A6	30	K	110	H	210
A7	35	L	120	V	240
A8	40	M	130	ZR	>240
B	50	N	140	W	270
C	60	P	150	Y	300

Fonte: ALAPA (2003).

Figura 212 – Designação do índice de velocidade.



Fonte: Padovan (2018).

Na figura anterior lê-se que o índice de velocidade nominal desse pneu é A8 com índice de carga 150. Com o índice de velocidade máxima B, o índice de carga máximo deve ser 147.

12.7 CALIBRAÇÃO DA PRESSÃO DOS PNEUS

A garantia da vida útil dos pneus depende da calibração da pressão, que deve ser feita com base nas informações das tabelas do manual do operador. Pressões acima ou abaixo daquela recomendada trazem consequências na utilização dos pneus.

Quadro 15 – Consequências de pressões abaixo ou acima da recomendada.

Pressões insuficientes	Pressões excessivas
Quebra das lonas na parede lateral por excessiva movimentação.	Perda de tração.
Desgaste irregular da banda de rodagem.	Maior consumo de combustível.
Rachaduras na base das garras e arrancamento das mesmas	Aumento da compactação.
Deslizamento do pneu sobre o aro, provocando o arrancamento da válvula da câmara.	Desgaste prematuro da banda de rodagem.

Fonte: Brasil (2017).

Uma maneira prática para avaliar os diferentes níveis de inflação dos pneus está ilustrada nas figuras a seguir.

Figura 213 – Diferentes níveis de inflação dos pneu.



Fonte: Brasil (2017).

12.8 CUIDADOS COM OS PNEUS

A durabilidade dos pneus depende em grande parte do emprego de pressões corretas de enchimento e da boa manutenção. Por isso, é fundamental tomar certos cuidados na utilização dos pneus.

- Escolha o pneu adequado para cada tipo de trabalho.
- Faça a lastragem adequada, com lastro sólido ou líquido, de acordo com o trabalho a realizar.
- Mantenha sempre a pressão correta dos pneus.
- Alinhe sempre as rodas de direção do trator.
- Evite transitar com o trator no asfalto, pois gera desgaste excessivo dos pneus.
- Evite o contato de óleos e graxas com os pneus.
- Evite transitar sobre tocos, pedras e objetos pontiagudos.
- Evite freadas e patinagens desnecessárias.

13 FATORES DE DESEMPENHO OPERACIONAL DO TRATOR

No desempenho e na otimização da operação do conjunto trator e implemento estão envolvidos vários fatores, como a escolha na compra do trator, a seleção dos pneus, a adequação da quantidade de lastro, a pressão de inflação dos pneu, a velocidade de operação, o tipo de solo e de cobertura vegetal, o teor de umidade e o tipo de operação agrícola a ser realizada.

A máxima produtividade do conjunto trator/implemento pode ser alcançada com algumas ferramentas para análise do desempenho, como a medição do avanço de velocidade do eixo dianteiro, a medição do índice de patinagem, a avaliação do sistema de rodado duplo e a eliminação da ocorrência do galope.

13.1 AVANÇO DE VELOCIDADE DO EIXO DIANTEIRO

Ao ligar a tração dianteira auxiliar (TDA), as rodas dianteiras atuam com maior velocidade em relação às rodas traseiras, provocando um efeito chamado de avanço de velocidade.

O objetivo do avanço é explorar plenamente as vantagens da tração nas quatro rodas e evitar o desgaste prematuro da transmissão e dos pneus.

Nos tratores 4x2 TDA, as medidas dos pneus dianteiros e dos pneus traseiros obedecem a uma relação. O manual do operador traz informações em tabelas de compatibilidade de tamanhos dos pneus entre o rodado traseiro e dianteiro, que devem ser seguidas no momento da substituição dos pneus.

Além da compatibilidade pelo tamanho, a diferença de desgaste entre os pneus traseiros e dianteiros também irá influenciar no percentual de avanço.

A medida desse avanço é dada em porcentagem e é feita a partir de um teste de campo. Isso é importante para adequar o tamanho dos pneus dianteiros e traseiros, que, apesar da numeração do tamanho, pode ser incompatível em função da marca. Segundo os fabricantes de tratores, o índice ideal do avanço deve estar entre 2 e 5%.

13.1.1 Condições para realização do teste

- Os pneus dianteiros e traseiros devem estar calibrados conforme especificação no manual do operador. De preferência, é preciso utilizar uma pressão intermediária no intervalo recomendado.
- O teste deve ser realizado em uma superfície plana de asfalto, concreto ou terra batida.
- A velocidade deve ser tal que uma pessoa acompanhe o trator para contagem das voltas da roda (4 a 6 km/h) e deve ser mantida nos dois momentos: com e sem a tração acionada.
- Quanto maior o número de voltas do pneu traseiro, maior será a precisão do resultado.

13.1.2 Sequência para determinação do avanço do eixo dianteiro

O teste consiste em comparar o número de voltas com e sem tração do pneu dianteiro com um determinado número de voltas do pneu traseiro.

a) Conte o número de garras do pneu dianteiro (ex.: 20 garras).

Figura 214 – Número de garras do pneu dianteiro.



Fonte: Brasil (2017).

b) Faça uma marca nos pneus dianteiros e traseiros do trator.

Essa marca deve ser feita no pneu, rente ao solo, e servirá de referência para a contagem do número de voltas.

Figura 215 – Marcação dos pneus traseiros e dianteiros.



Fonte: Brasil (2017).

c) Percorra 10 voltas do pneu traseiro e anote o número de voltas dadas pelo pneu dianteiro, com a tração dianteira desligada (ex.: 13 voltas e 12 garras).

Figura 216 – Número de voltas com tração desligada.



Fonte: Brasil (2017).

d) Multiplique o número de voltas do pneu pelo número de garras e adicione as garras da última volta. Ex.: $(13 \times 20) + 12 = 272$ garras.

e) Percorra 10 voltas do pneu traseiro e anote o número de voltas dadas pelo pneu dianteiro, com a tração dianteira ligada (Ex.: 13 voltas e 18 garras).

Figura 217 – Número de voltas com tração ligada.



Fonte: Brasil (2017).

f) Multiplique o número de voltas do pneu pelo número de garras e adicione as garras da última volta. Ex.: $(13 \times 20) + 18 = 278$ garras.

g) Subtraia o total de garras do teste com tração, do total de garras do teste sem tração (Ex.: $278 - 272 = 6$ garras).

h) Faça o cálculo:

$$A(\%) = \frac{\text{Diferença do total de garras}}{\text{Total de garras sem tração}} \times 100$$

$$A(\%) = \frac{6}{272} \times 100 = 2,2\%$$

Conclui-se que o resultado do teste do avanço da tração dianteira é de 2,2% e está dentro do intervalo aceitável que é de 2 a 5%.

13.1.3 Recursos para alterar o percentual do avanço

O recurso para alterar ligeiramente o percentual do avanço de velocidade é por meio da calibragem dos pneus, dentro do intervalo de pressão recomendado pelo fabricante do trator ou do pneu.

Para diminuir o avanço: diminuir a pressão dos pneus dianteiros e/ou aumentar a pressão dos pneus traseiros.

Para aumentar o avanço: aumentar a pressão dos pneus dianteiros e/ou diminuir a pressão dos pneus traseiros.

13.2 ÍNDICE DE PATINAGEM DO TRATOR

O trator em operação apresenta patinagem dos rodados motrizes e existe um índice ideal com o qual se obtém maior capacidade de tração do trator.

A verificação do índice de patinagem se faz necessária para conferir a correta adequação trator/implemento, evitando perda de rendimento, consumo elevado de combustível e desgastes do equipamento.

É condição essencial para se medir a patinagem que a distribuição de carga sobre os eixos esteja correta e que os pneus estejam devidamente calibrados.

13.2.1 Fatores que causam a patinação do trator

São vários os fatores que influenciam na inensidade da patinação do trator:

- condições do solo (firme, solto, revolvido, compactado, úmido, com vegetação de cobertura);
- tipo de solo (arenoso, argiloso);
- tipo de operação (implemento, profundidade, força de tração exigida);
- tipo de construção do pneu (diagonal e radial);
- adequação da potência do trator com a exigida pelo implemento;
- pneu de desenho e/ou tamanho inadequado para operação ou tipo de solo;
- umidade momentânea elevada (após a chuva);
- relevo irregular do terreno e/ou variação da textura do solo numa mesma área de trabalho;
- marcha ou rotação do motor inadequada para a operação;
- implemento mal regulado para a operação.

13.2.2 Limites aceitáveis do índice de patinação

A - Limites aceitáveis dos índices de patinação em função das condições do solo e da força de tração exigida pelo implemento:

Tabela 08 – Índices aceitáveis de patinação.

Condições do solo Operação/Implemento	Patinagem aceitável (%)
Solos duros / leve	05 a 10
Solos firmes / médio	10 a 15
Solos soltos / pesado	15 a 20

Fonte: Brasil (2017).

B - Limites aceitáveis dos índices de patinação em função das condições do solo e do tipo de construção do pneu:

Tabela 09 - Índices aceitáveis de patinação

Condições do solo Tipo de pneu	Porcentagem															
	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Solo firme/resto de cultura																
Solo revolvido/trabalhado																
Solo solto /arenoso																
Com pneus radiais																
Com pneus diagonais																

Fonte: Good Year (s.d.).

13.2.3 Modo prático de observar a patinagem

Uma maneira prática de verificarse o trator está patinando de formar adequada sobre um determinado tipo de solo é examinar as marcas deixadas no solo conforme a ilustração a seguir.

Figura 218 – Observação da patinagem pelo rastro do trator.



Fonte: Brasil (2017). Marcas no solo pouco definidas indicam patinagem e cessiva.

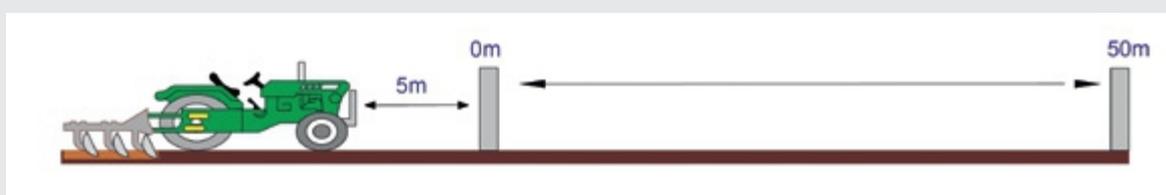
- Marcas no solo claramente definidas indicam patinagem eduzida.
- Marcas nas extremidades bem definidas e sinais de deslizamento no centro do rastro indicam que a lastragem e a patinagem estão corretas.

13.2.4 Sequência para determinação do índice de patinagem do trator

Existem diferentes maneiras para calcular a patinagem das rodas do trator. Um processo de campo para determinar o índice de patinagem do trator é considerar a diferença de tempo para percorrer uma determinada distância entre o trator com carga (operação) e o trator sem carga (estrada).

- Anote o tempo que o trator gasta para percorrer 50 metros, em operação (T_c).

Figura 219 – Tempo para o trator percorrer 50 metros, em operação (T_c).

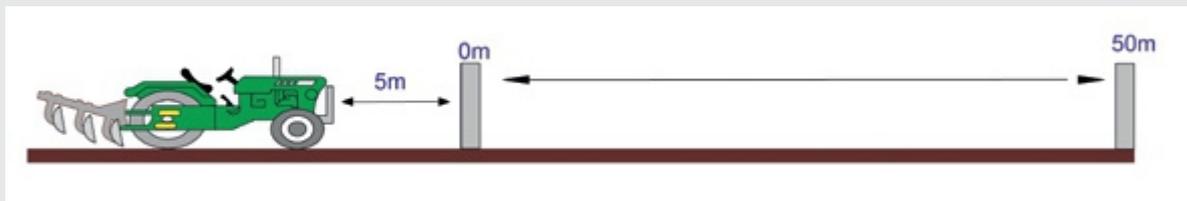


Fonte: Brasil 2017.

Inicie o movimento do trator no mínimo cinco metros antes do ponto marcado e pare somente após ultrapassar o ponto final. O ponto do trator que inicia a marcação do tempo deve ser o mesmo para finalizar.

b) Anote o tempo para percorrer 50 metros, em estrada, na mesma marcha e rotação (T_s).

Figura 220 – Tempo para o trator percorrer 50 metros, em estrada (T_s).



Fonte: Brasil (2017).

A condição de percorrer 50 metros em estrada está simulando a patinação 0%, isto é, o trator sem patinação. Por isso, essa pista deve ser de concreto, asfalto ou um solo batido onde as garras do pneu não penetrem.

c) Efetue o cálculo utilizando a seguinte fórmula:

$$P(\%) = \frac{T_c - T_s}{T_s} \times 100 \quad \text{ou} \quad P(\%) = \frac{\text{Maior} - \text{Menor}}{\text{Menor}} \times 100$$

Onde:

- **P%** = Patinação em porcentagem.
- **T_c** = Tempo que o trator gasta para percorrer 50 metros em operação (com carga) ou tempo maior.
- **T_s** = Tempo que o trator gasta para percorrer 50 metros em estrada (sem carga) ou Tempo menor.

Exemplo

$T_c = 36$ segundos

$T_s = 30$ segundos

$$P(\%) = \frac{36 - 30}{30} \times 100 = 20\%$$

d) Compare o valor obtido com os valores aceitáveis dados na tabela de patinação em função das condições do solo. Caso necessário, adicione ou retire lastros.

13.3 SISTEMA DE RODAGEM DUPLA

Com o aumento da potência dos tratores agrícolas, aumentaram também os problemas de tração e de compactação do solo. O uso da rodagem dupla é uma forma de superar estas dificuldades.

A lastragem com água, quando necessária, normalmente é feita somente nos pneus internos, para evitar esforços excessivos nas pontas de eixos. Nestas condições, os pneus internos devem ser calibrados com pressões ligeiramente maiores que os externos. Contudo, deve-se seguir recomendação do fabricante.

A forma de instalação e a correta utilização da rodagem dupla dependem da marca e modelo do trator e devem ser consultadas no manual do operador ou do fabricante do rodado.

Figura 221 – Rodagem dupla no trator.



Fonte: Brasil (2017).

De acordo com o Guia para instalação de lastro e pressão de inflação de pneus da John Deere (2010), a utilização de rodados duplos traz vantagens e desvantagens.

a) Vantagens da rodagem dupla

- Os pneus duplos, juntamente com o lastro agregado, produzem maior extensão de contato com o solo. Isto reduz a compactação e a patinagem, aumenta a velocidade sobre o terreno e pode diminuir o gasto de combustível.
- O maior contato com o solo e maior largura melhora a estabilidade do trator, principalmente em trabalhos desenvolvidos em terrenos com declividade.
- Diminui a fadiga do operador devido a um deslocamento mais suave.
- Aumenta a flutuação e diminui a necessidade de lasto.
- Os pneus traseiros duplos permitem usar o trator em condições meteorológicas ou de terreno nas quais seria difícil o uso de tratores com pneus simples.

b) Desvantagens da rodagem dupla

- Alguns eixos, rolamentos e transmissão podem ficarsobrecarregados, o que pode produzir danos sérios (e caros) ao trator.
- Se a carga na barra de tração é leve, não há realmente vantagem no uso de rodados duplos, salvo a redução de compactação no solo.
- As manobras podem se tornar mais difíceis, em curvas fechadas e de esforço extremo, as agarradeiras dos pneus se desgastam mais.

ATENÇÃO

Não há uma regra geral para uso de rodagem dupla. Cada situação é particular e deve ser analisada para se determinar a conveniência da sua utilização.

13.4 GALOPE DO TRATOR

O galope é uma condição em que o trator **salta** ou **pula** descontroladamente ao invés de se mover suavemente para frente. É resultado da não conformidade de tração entre os rodados dianteiros e traseiros do trator.

Esse descompasso de tração entre os eixos é mais comum em tratores 4x4 e 4x2 TDA tracionando implementos pela barra de tração, sendo mais comum acontecer em maiores velocidades.

O galope geralmente ocorre em solos secos e também pode ocorrer em solos duros sem lavrar. Umidade no solo produz um efeito de amortização que geralmente impede que ocorra o galope.

Figura 222 – Tendência de aparecer o galope.



Fonte: Padovan (2018).

Na ocorrência desta condição, siga as seguintes etapas para eliminá-la:

- a) Verifique se o implemento está adequadamente ajustado e nivelado.
- b) Aumente a pressão do pneu da frente em incrementos de 4 libras por polegada quadrada, até que o salto desapareça ou que a pressão máxima do pneu seja atingida (aumento do índice de avanço).
- c) Remova os pesos dianteiros gradativamente.
- d) Faça a lastragem líquida nos pneus dianteiros e remova a quantidade equivalente de lastros metálicos.
- e) Regule a barra de tração de forma a abaixar o cabeçalho do implemento.
- f) Alivie a carga levantando o implemento, removendo hastes ou partes inferiores, ou trocando o implemento por outro menor.
- g) Em tratores 4x4, verifique se os pneus são da mesma marca comercial e dimensão nos eixos traseiro e dianteiro.

14 OPERAÇÃO DO TRATOR

Antes de colocar o trator para operar, devem ser realizados alguns procedimentos, como verificações de manutenção e de funcionamento do trator.

PRECAUÇÃO

Conforme o tipo de serviço e se o trator possui cabine ou não, o operador deverá estar devidamente trajado com os equipamentos de proteção individual, como protetor auricular, óculos, luvas e botina antiderrapante.

14.1 ITENS DE MANUTENÇÃO DIÁRIA

Antes de operar o trator, cabe ao operador fazer as verificações de manutenção diária e inspeções, conforme o manual do operador do trator.

- a) Verifique o nível de combustível.
- b) Verifique o nível de óleo do motor.
- c) Verifique o nível do líquido de arrefecimento do motor no radiador ou no reservatório.
- d) Verifique o nível do óleo da transmissão e do hidráulico.
- e) Verifique o estado de limpeza da tela e da colmeia do radiador.
- f) Verifique a tensão e o estado da correia do motor.
- g) Drene a água e impurezas do sedimentador e filtros do sistema de combustível.
- h) Verifique o estado da baeria.
- i) Verifique o curso livre do pedal de embreagem.
- j) Inspeccione visualmente em torno do trator.
- k) Verifique o funcionamento das lanternas, indicadores de direção e luz de freio.
- l) Verifique o funcionamento dos indicadores do painel. Ao ligar a chave de ignição, estes instrumentos indicarão se estão em funcionamento.
- m) Engraxe as articulações pelos pinos graxeiros.

Na inspeção, caso algum item necessite ser corrigido, faça conforme instruções do manual do operador.

14.2 FUNCIONAMENTO DO MOTOR

Para funcionar o motor, proceda de acordo com os passos a seguir.

- a) Suba no trator.

Figura 223 – Subir no trator com três pontos de apoio.



Fonte: Brasil (2017).

- b) Regule o banco e a coluna de direção para o seu melhor conforto e coloque o cinto de segurança.

Figura 224 – Preparação para operar o trator: (a) Posição de conforto. (b) Cinto de segurança.



Fonte: Brasil (2017).

- c) Coloque as alavancas de câmbio em neutro ou em estacionamento (P).
- d) Buzine antes de dar a partida no motor.
- e) Dê a partida no motor. Alguns tratores possuem interruptor de segurança localizado no pedal da embreagem ou na alavanca da TDP.
- f) Verifique o funcionamento dos instrumentos do painel.

PRECAUÇÕES

- Antes de dar a partida, acione a buzina para alertar as pessoas próximas, de que o trator será ligado.
- Antes de dar a partida, verifique se as alavancas do sistema hidráulico estão na posição abaixada ou neutra.
- Aquecer o motor do trator em ambientes abertos, pois os gases liberados pelo escapamento são tóxicos e prejudicam a saúde do operador.

14.3 SELEÇÃO DA MARCHA

A escolha da marcha adequada está relacionada à velocidade ideal para cada tipo de operação a ser realizada com o trator. A tabela a seguir é uma referência na escolha da velocidade, porém outros fatores podem influenciara operação, portanto deve-se consultar o manual do implemento em questão.

Tabela 10 – Velocidade média para as operações agrícolas.

Operação	Velocidade (km/h)
Aração	4 a 7
Gradagem Pesada	4 a 7
Gradagem leve	6 a 12
Subsolagem	3 a 6
Escarificação	4 a 6
Distribuição de calcário	4 a 9
Semeadura	4 a 8
Cultivo	4 a 7
Pulverização com barras	5 a 10
Pulverização de culturas perenes	3 a 7

Fonte: Brasil (2017).

Dentro do intervalo da velocidade indicada, a escolha pode estar relacionada com a compatibilidade entre trator e implemento, com o tipo e umidade do solo, com a vegetação de cobertura, com o grau de tecnologia do equipamento, entre outros.

Após definir a velocidade em km/h para aquela operação, a escolha da marcha é feita por meio do gráfico de escalonamento de marchas que está em um adesivo localizado no painel, no para-lama ou no vidro da cabine do trator.

Tratores mais evoluídos possuem velocímetro analógico ou digital que apresenta a velocidade do trator em km/h.

Figura 225 – Velocímetro digital.

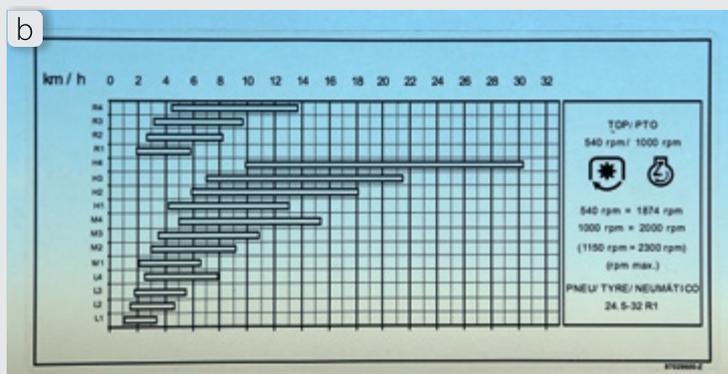


Fonte: Brasil (2017).

14.4 SELEÇÃO DA ROTAÇÃO DO MOTOR

A rotação ideal do motor depende da marca e modelo do trator, pois cada motor diesel possui um intervalo de rotação que oferece condições ideais como: baixo consumo específico de combustível, torque e potência. Normalmente, esta rotação é aquela que gera 540 rpm na TDP. Esta informação é trazida no tacômetro (conta-giros) ou em adesivo localizado próximo ao painel do trator.

Figura 226 – Rotação ideal: (a) Tacômetro. (b) Adesivo no painel.



Fonte: Brasil (2017).

Em operações que demandem maior potência, como preparo do solo e semeadura, a rotação do motor pode ser superior em até 10% àquela que gera 540 rpm na TDP. Informações mais específicas sobre a rotação de trabalho no motor são encontradas no manual do operador.

14.5 CUIDADOS AO MOVIMENTAR O TRATOR

Ao movimentar ou trabalhar com o trator, alguns procedimentos devem ser seguidos, visando à segurança do operador e ao desempenho da máquina.

Os procedimentos para saída e parada do trator variam com o tipo de câmbio.

Em tratores com câmbio automático, os procedimentos para saída e parada deverão seguir as recomendações do manual do operador.

PRECAUÇÃO

- Antes de sair com o trator, observe se não existem pessoas ou animais próximos.
- Conduza o trator sempre com a marcha engrenada.
- Em transporte, a velocidade máxima deve ser aquela orientada no manual do operador.
- Os pedais do freio do trator deverão estar conjugados quando este estiver em operação de transporte.

ATENÇÃO

Em operação, coloque o pé no pedal da embreagem somente quando for necessário, pois ao contrário ocorre um desgaste prematuro dos componentes da embreagem.

14.6 CUIDADOS NA OPERAÇÃO DO TRATOR NO PERÍODO DE AMACIAMENTO

Durante as primeiras horas de funcionamento do trator, as peças dos seus diversos mecanismos se encontram em fase de assentamento de suas superfícies de contato. Esse processo é conhecido como amaciamento.

O período de amaciamento é muito importante para o desempenho e para a durabilidade do trator e alguns cuidados, tanto de operação quanto de manutenção, devem ser dispensados.

- A manutenção do trator nesse período é diferenciada e deve ocorrer conforme o manual do operador.
- Nunca aplique carga no motor antes de aquecê-lo.
- Opere o trator somente em serviços que exijam carga constante, utilizando aproximadamente 80% da potência máxima do motor.
- Evite o funcionamento do motor por longos períodos em marcha lenta ou em alta rotação sem carga.

14.7 LIMPEZA DO TRATOR

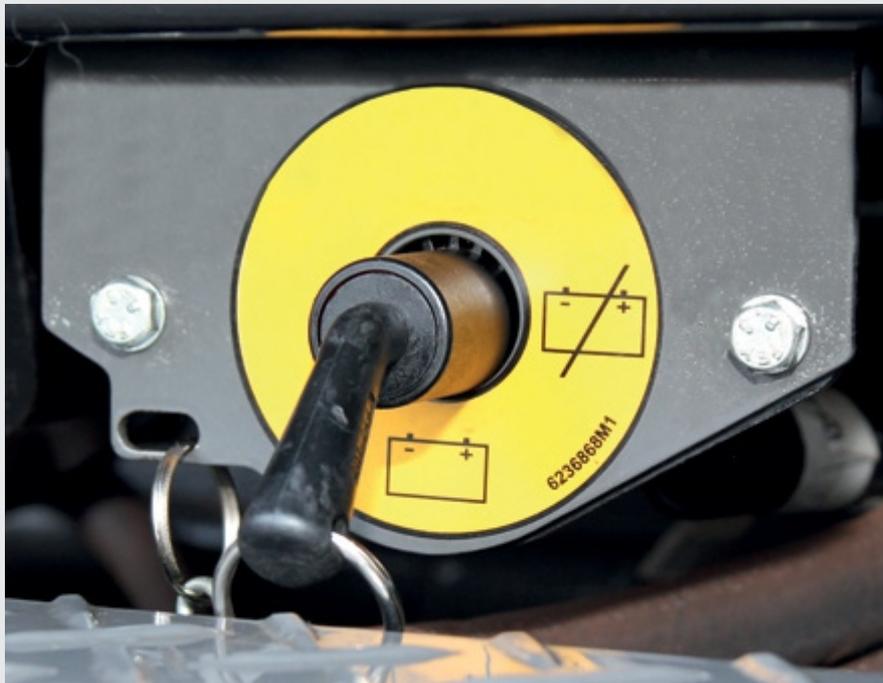
Durante a operação com o trator e implemento, muitas impurezas (solo, poeira, palhada e fuligens) ficarão acumuladas no trator. Depois da operação deve ser realizada a limpeza com água, tirando estas impurezas, garantindo funcionalidade dos sistemas e acionamentos.

Limpe a cabine após a jornada de trabalho. Isto proporcionará conforto e segurança no ambiente de trabalho.

14.8 CUIDADOS COM O TRATOR EM PERÍODOS INATIVOS

- Proteja a entrada do escapamento, do filtro de ar e respiro do motor.
- Desconecte a bateria ou desligue a chave geral do trator.

Figura 227 – Chave geral do trator.



Fonte: Brasil (2017).

- Em período de desuso faça o motor funcionar pelo menos uma vez por semana, durante 15 minutos.
- Guarde o trator em local adequado. Quando não em operação, o trator deve permanecer em local coberto, limpo, seco e arejado.
- Se o trator não for utilizado por vários meses, existem várias recomendações para armazenagem e para a retirada da armazenagem, minimizando assim a corrosão e deterioração de componentes, lubrificantes e do combustível. O manual do operador fornece os procedimentos e os cuidados específicos para o armazenamento do trator a longo prazo e também para a colocação do trator em movimento depois do período armazenado.

15 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi repetido em várias ocasiões ao longo das páginas deste material, o usuário do trator deverá sempre consultar o manual do operador. Este material abordou a operação do trator de forma genérica para todas as marcas, modelos e níveis tecnológicos. Por isso, a associação com o manual do operador é imprescindível.

O propósito foi auxiliar o operador a assimilar conceitos sobre o trator agrícola e a sua operação que, associados à prática do dia a dia, vão permitir que se utilize todos os recursos da máquina, melhorando a segurança, aumentando o rendimento operacional e reduzindo os custos.

Quanto maior o conhecimento sobre a atividade que está sendo realizada, maiores serão os resultados obtidos. Este material trouxe conhecimentos atualizados sobre a operação dos tratores agrícolas, pois é necessário sempre um contínuo aprimoramento e atualização dos operadores, valorizando o fator humano que é fundamental no sucesso de qualquer trabalho.

REFERÊNCIAS

AGCO - VALTRA. **Manual do operador** – A650, A750, A750L, A850 e A950. Mogi das Cruzes: 2012,.

ALAPA - ASSOCIAÇÃO LATINO AMERICANA DE PNEUS E AROS. **Manual de Normas Técnicas**. São Paulo: ALAPA, 2003.

ALBUQUERQUE, Daniela. **O que é segurança do trabalho?** Disponível em <<https://certificacaois.com.br/e-seguranca-trabalho/>> Acesso em: 15 out. 2018.

ALMEIDA, I. M.; BINDER, M. C. P. **Metodologia de análise de acidentes** - investigação de acidentes do trabalho. Departamento de Saúde Pública da Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP. In: "Combate aos Acidentes Fatais Decorrentes do Trabalho". MTE/SIT/DSST/FUNDACENTRO, 2000 p.35-51. Disponível em: <<http://www.segurancaetrabalho.com.br/textos-acidentes-trabalho-1.htm>>. Acesso em: 04 mar. 2018.

ASABE - American Society of Agricultural and Biological Engineers. ASABE S304.8: May2006 (R2015) **Graphical symbols for operator controls and displays on agricultural equipment**. St. Joseph, 2015.

ASABE - American Society of Agricultural and Biological Engineers. ASAE D497.7: Mar2011 **Agricultural machinery management data**. St. Joseph, 2011.

ARNAL ATARES, P. V.; LAGUNA BLANCA, A. **Tractores y motores agrícolas**. 3.ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR ISO 730**: tratores agrícolas de rodas – engate traseiro de três pontos – Categorias 1N, 1, 2N, 2, 3N, 3, 4N, e 4. Rio de Janeiro: 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR ISO 11684**: tratores, máquinas agrícolas e florestais, equipamentos motorizados de gramado e jardim: sinais de segurança e pictogramas do risco: princípios gerais. Rio de Janeiro: 2013.

BALASTREIRE, L.A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990.

BRASIL. Lei de Benefícios da Previdência Social - **Lei nº 8.213**. Brasília, DF, 24 jul. 1991. Disponível em: <<https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/127982/lei-de-beneficiosda-previdencia-social-lei-8213-91>> Acesso em: 04 jan. 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria SIT nº 25, de 15 de outubro de 2001. NR 6 - Equipamento de proteção individual – EPI. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 out. 2001. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria MTE nº 86, de 3 de março de 2005. NR 31 – Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária silvicultura, exploração florestal e aquicultura. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 4 mar. 2005. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR31.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria SIT nº 197, de 17 de dezembro de 2010. NR 12 – segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 dez. 2010. Disponível em: <<http://www.trabalho.gov.br/images//Documentos/SST/NR/NR12/NR-12.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2018.

BRASIL. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Agrotóxicos: uso correto e seguro**. Brasília: SENAR, 2012. (Coleção SENAR; 156)

BRASIL. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Mecanização: operação de tratores agrícolas**. Brasília: SENAR, 2017. (Coleção SENAR; 177)

BRASIL. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Tratores agrícolas: manutenção de tratores agrícolas**. Brasília: SENAR, 2010. (Coleção SENAR; 130)

CAMBÃO universal telescópico AVM. Disponível em: <universoaventura.com.br/produto/cambao-universal-telescopico-avm-et-01> Acesso em: 20 ago. 2018

CASE **Agriculture**. Disponível em: <https://assets.cnhindustrial.com/caseih/LATAM/LATAMASSETS/Product%20Features/FE_Magnum_PerformanceHOT_3.jpg> Acesso em: 04 mar 2018a.

CASE IH **Agriculture**. Disponível em: <<https://www.caseih.com/latam/pt-br/products/tratores/linha-magnum>> Acesso em: 24 abr. 2018b.

CUMMINS. Disponível em <<https://www.cummins.com.br/produtos/turbos>>. Acesso em: 11 maio 2018.

CUMMINS Turbo Technologies. Vídeo. 9min.VOB. sd.

FORD NEW HOLLAND. **121 to 170 PTO hp tractors**. Pennsylvania, 1991. Folheto.

GARCIA, R.F. **Tratores agrícolas**. Campos: UENF, 2017. Disponível em: <http://www.garcia.xpg.com.br/aula01_tratores.pdf> Acesso em: 04 jan. 2018.

GOOD YEAR. **Boletim de Orientação Técnica**, s.d. Disponível em: <http://www.goodyear.com.br/catalogo_pneus/agricola/guias_tecnicos/pdf/calculo_patinagem_pratica.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2018.

GOOD YEAR. **Linha de pneus agrícolas good year**. 2016.

GRANDI, L. A. **O prático: máquinas e implementos agrícolas**. Lavras: UFLA/FAEPE. 1998.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 3767-1: tractors machinery for agriculture and forestry, powered lawn and garden equipment - symbols for operator controls and other displays - Part 1: Common symbols**. Geneva, 1998.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 3767-2: tractors machinery for agriculture and forestry, powered lawn and garden equipment - symbols for operator controls and other displays - Part 2: Symbols for agricultural tractors an machinery**. Geneva, 2008.

JACTO. **Condor PD**. Pompeia, 1998a. Folheto.

- JACTO. **Falcon Vortex**. Pompeia, 1998b. Folheto
- JOHN DEERE. **Guia para instalação de lastro e pressão de inflação de pneus**. ed. D1. 2010.
- JOHN DEERE. **Manual do operador**. Tratores 7195J, 7210J e 7225J. ed. C3. Montenegro, 2013.
- JOHN DEERE. **Manual do operador**. Tratores 6135J, 6150J, 6170J, 6190J e 6210J. ed. E6. Montenegro, 2017.
- MARCOSTURBO, 2014. Disponível em: < <http://marcosturbo.blogspot.com.br/2014/08/conserto-turbina-biturbo.html>> Acesso em: 11 maio 2018.
- MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas**: ensaios & certificação. Piracicaba: FEALQ, 1996.
- NEW HOLLAND. **Manual do operador**: utilização manutenção especificação. Curitiba, 2005.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE-OMS. Genebra, 2016. Disponível em: <<http://cemi.com.pt/2016/03/04/conceito-de-saude-segundo-oms-who/>>. Acesso em: 08 jan. 2018.
- PADOVAN, L. A.; ANJOS, H. S.; LORENSETTI NETO, J. **Manutenção de tratores agrícolas**. São Paulo: SENAR, 2012.
- PADOVAN, L. A. ; ANJOS, H. S.; LORENSETTI NETO, J. **Operação de tratores agrícolas**. São Paulo: SENAR, 2013.
- PADOVAN, L. A. **Bitola em trator com rodagem dupla**. 2018. 1 fotografia, colo.
- PADOVAN, L. A. **Circuito do movimento no sistema de locomoção**. 2018. 1 fotografia, colo.
- PADOVAN, L. A. **Componentes envolvidos nas regulagens para acoplamento de implementos agrícolas a tratores**. 2018. 1 fotografia, colo.
- PADOVAN, L. A. **Desenho da banda de rodagem: (a) R-1. (b) R-1W**. 2018. 1 fotografia, colo.
- PADOVAN, L. A. **Designação do índice de velocidade**. 2018. 1 fotografia, colo.
- PADOVAN, L. A. **Equilíbrio na escolha entre menor e maior velocidade e seus respectivos ganhos**. 2018. 1 fotografia, colo.
- PADOVAN, L. A. **Medida da bitola**. 2018. 1 fotografia, colo.
- PADOVAN, L. A. **Nomenclatura comercial: (a) 120 cv. (b) 125 cv. (c) 190 cv**. 2018. 3 fotografias, color.
- PADOVAN, L. A. **Partida no motor com utilização de bateria auxiliar**. 2018. 1 fotografia, colo.
- PADOVAN, L. A. **Pneu radial com nomenclatura convencional**. 2018. 1 fotografia, colo.
- PADOVAN, L. A. **Pneu radial com nomenclatura internacional**. 2018. 1 fotografia, colo.
- PADOVAN, L. A. **Tendência de aparecer o galope**. 2018. 1 fotografia, colo.
- PADOVAN, L. A. **Três formas de uso da potência do trator**. 2018. 1 fotografia, colo.
- PADOVAN, L. A. **Velocímetro analógico e digital no mesmo painel. 2018**. 1 fotografia, colo.

PEÇA, J.O. **Tractor agrícola**: tomada de força e serviço externo do sistema hidráulico do tractor. Évora: Universidade de Évora, 2012.

PEÇA, J.O. **Tractor agrícola**: transmissão para as rodas; pneus e bitola. Évora: Universidade de Évora, 2012.

RINALDI, P.C.N. **Parâmetros de desempenho de tratores agrícolas de pneus comercializados no Brasil**. 2011, 106f. (Tese de Doutorado) Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa: 2011.

VALTRA. **Linha pesada BH214**. Folheto FOPVTBH214g4/AGO2017

