

TRATORISTA



OPERADOR DE EXCELÊNCIA

SISTEMA FAEP



SENAR - ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DO ESTADO DO PARANÁ

CONSELHO ADMINISTRATIVO

Presidente: Ágide Meneguette

Membros Titulares

Rosanne Curi Zarattini
Nelson Costa
Darcy Piana
Alexandre Leal dos Santos

Membros Suplentes

Livaldo Gemin
Robson Mafioletti
Ari Faria Bittencourt
Ivone Francisca de Souza

CONSELHO FISCAL

Membros Titulares

Sebastião Olímpio Santarosa
Paulo José Buso Júnior
Carlos Alberto Gabiatto

Membros Suplentes

Ana Thereza da Costa Ribeiro
Aristeu Sakamoto
Aparecido Callegari

Superintendente

Pedro Carlos Carmona Gallego

MÁRCIO VESSONI

**TRATORISTA:
OPERADOR DE EXCELÊNCIA**

**CURITIBA
SENAR-AR/PR
2025**

Depósito legal na CENAGRI, conforme Portaria Interministerial n.º 164, datada de 22 de julho de 1994, junto à Biblioteca Nacional e ao SENAR-AR/PR.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, por qualquer meio, sem a autorização do editor.

Autor: Márcio Vessoni Domingues

Coordenação técnica: Joacir Eiel Cordeiro Junior

Coordenação metodológica: Enderson Lopes Guimarães

Coordenação gráfica: Carlos Manoel Machado Guimarães Filho

Diagramação: Sincronia Design Gráfico Ltda.

Normalização e revisão final: CEDITEC – SENAR-AR/PR

Catalogação no Centro de Editoração, Documentação e
Informação Técnica do SENAR-AR/PR

Domingues, Márcio Vessoni

V582

Tratorista : operador de excelência / Márcio Vessoni
Domingues. — Curitiba : SENAR AR/PR, 2025.
134 p. : il.

ISBN 978-85-7565-268-8

1. Tratoristas. 2. Tratores agrícolas. 3. Tratores
Manutenção e reparos. 4. Comandos operacionais. 5.
Segurança. I. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural.
II. Título.

CDD: 631.3

Bibliotecária responsável: Luzia Glinski Kintopp - CRB/9-1535

IMPRESSO NO BRASIL – DISTRIBUIÇÃO GRATUITA

APRESENTAÇÃO

O Sistema FAEP é composto pela Federação da Agricultura do Estado do Paraná (FAEP), o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural do Paraná (SENAR-PR) e os sindicatos rurais.

O campo de atuação da FAEP é na defesa e representação dos milhares de produtores rurais do Paraná. A entidade busca soluções para as questões relacionadas aos interesses econômicos, sociais e ambientais dos agricultores e pecuaristas paranaenses. Além disso, a FAEP é responsável pela orientação dos sindicatos rurais e representação do setor no âmbito estadual.

O SENAR-PR promove a oferta contínua da qualificação dos produtores rurais nas mais diversas atividades ligadas ao setor rural. Todos os treinamentos de Formação Profissional Rural (FSR) e Promoção Social (PS), nas modalidades presencial e *online*, são gratuitos e com certificado.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
1. SEGURANÇA	11
1.1 RESPONSABILIDADES DO OPERADOR	11
1.2 RESPONSABILIDADE TRABALHISTA.....	12
1.3 RESPONSABILIDADE CIVIL.....	13
1.4 RESPONSABILIDADE PENAL	14
1.5 RESPONSABILIDADE AMBIENTAL.....	14
1.6 RESPONSABILIDADE DO EMPREGADOR	15
1.7 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI) E EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA (EPC).....	16
1.8 SEGURANÇA NO DESLOCAMENTO DE TRATORES.....	18
1.8.1 Deslocamento por meios próprios	18
1.8.2 Deslocamento em caminhão prancha	21
2. SIMBOLOGIA UNIVERSAL.....	23
2.1 SIMBOLOGIA INDIVIDUAL	24
2.2 SIGLAS E ABREVIATURAS	25
2.3 SIMBOLOGIA NO MODO OPERAÇÃO	25
2.4 SIMBOLOGIA NO MODO VEÍCULO	27
2.5 SIMBOLOGIA CONJUGADA	27
3. UNIDADES DE MEDIDA	29
3.1 UNIDADES DE MEDIDA LINEAR (DISTÂNCIA)	29
3.2 UNIDADES DE MEDIDA DE ÁREA	30
3.3 UNIDADES DE MEDIDA DE VOLUME.....	32
3.4 UNIDADES DE MEDIDA DE MASSA	33
3.5 UNIDADES DE MEDIDA DE FORÇA E TORQUE.....	33
3.6 UNIDADES DE MEDIDAS DE PRESSÃO	35
3.7 UNIDADES DE MEDIDA DE POTÊNCIA.....	35
3.8 POLEGADAS	37
3.8.1 Conversão de polegadas (pol) para milímetros (mm).....	38
3.8.2 Conversão de milímetros (mm) para polegadas (pol).....	39
4. FERRAMENTAS	41
4.1 FERRAMENTAS UNIVERSAIS E ESPECÍFICAS	41
4.2 CUIDADOS COM FERRAMENTAS	42

5. MOTOR	45
5.1 CONTEXTO HISTÓRICO	45
5.2 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DOS MOTORES	46
5.3 TEMPOS DO MOTOR	48
6. SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE AR	51
6.1 FUNÇÃO	51
6.2 COMPONENTES DO SISTEMA.....	52
6.2.1 Pré-filtro ou purificador.....	52
6.2.2 Carcaça do filtro	52
6.2.3 Filtro principal e secundário	53
6.2.4 Ejector de poeira, ciclonizador e ejector de ar	53
6.2.5 Indicadores de restrição.....	54
6.2.6 Turbocompressor	55
6.2.7 <i>Intercooler</i>	56
6.2.8 <i>Aftercooler</i>	56
6.3 DICAS, ORIENTAÇÕES E MANUTENÇÕES	57
7. SISTEMA DE ARREFECIMENTO DO MOTOR.....	59
7.1 FUNÇÃO	59
7.2 COMPONENTES DO SISTEMA.....	59
7.2.1 Radiador.....	60
7.2.2 Bomba d'água	60
7.2.3 Galerias de arrefecimento.....	61
7.2.4 Válvula termostática.....	62
7.2.5 Tanque de expansão.....	62
7.2.6 Tampa do radiador	63
7.2.7 Mangueiras	63
7.2.8 Hélice ou ventilador	64
7.2.9 Sensor de temperatura	64
7.3 DICAS, ORIENTAÇÕES E MANUTENÇÕES	66
7.4 USO DE ADITIVOS EM SISTEMA DE ARREFECIMENTO	66
7.4.1 Funções	66
7.4.2 Tipos de aditivos segundo sua composição química.....	67
7.4.3 Causas do superaquecimento	67
8. SISTEMA DE COMBUSTÍVEL	69
8.1 FUNÇÃO	69
8.2 COMPONENTES	69
8.2.1 Filtro de tela do bocal de enchimento	69
8.2.2 Tanque de combustível	70
8.2.3 Filtro sedimentador ou pré-filtro	70

8.2.4 Bomba alimentadora	71
8.2.5 Filtro de combustível	71
8.2.6 Bomba injetora	72
8.2.7 Bicos injetores	72
8.2.8 Respiro	73
8.2.9 Encanamento de retorno	73
8.3 DICAS, ORIENTAÇÕES E MANUTENÇÕES	74
9. SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO	75
9.1 FUNÇÃO	75
9.2 COMPONENTES	75
9.2.1 Bocal de abastecimento	75
9.2.2 Cárter	76
9.2.3 Pescador do cárter	76
9.2.4 Bomba de óleo	77
9.2.5 Filtro lubrificante de óleo	77
9.2.6 <i>Jet-cooler</i>	78
9.2.7 Sensor de pressão	78
9.2.8 Vareta de nível	79
9.2.9 Trocador de calor ou resfriador de óleo	79
9.3 LUBRIFICANTES	81
9.3.1 Tipos e composição dos lubrificantes	82
9.3.2 Origem dos lubrificantes	83
9.3.3 Grau de viscosidade dos lubrificantes	84
9.3.4 Desempenho e classificação do lubrificante	85
10. SISTEMA ELÉTRICO	87
10.1 FUNÇÃO	87
10.2 COMPONENTES	87
10.3 DICAS, ORIENTAÇÕES E MANUTENÇÕES	90
11. SISTEMA HIDRÁULICO	91
11.1 FUNÇÃO	91
11.2 COMPONENTES	91
11.2.4 Cilindro hidráulico	93
11.3 SISTEMA HIDRÁULICO DE 3 PONTOS (SH3P)	96
11.4 SISTEMA HIDRÁULICO DE CONTROLE REMOTO	102
12. SISTEMA DE TRANSMISSÃO	107
12.1 FUNÇÃO E COMPONENTES	107
12.2 RELAÇÕES DE TRANSMISSÃO	108
12.3 TIPOS DE TRANSMISSÃO	108

12.4 COMANDOS E ALAVANCAS DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO.....	109
12.5 ESCALONAMENTO DE MARCHAS.....	111
13.TECNOLOGIAS PRESENTES EM TRATORES AGRÍCOLAS.....	113
13.1 AGRICULTURA DE PRECISÃO.....	113
13.2 MÓDULOS E SENSORES.....	114
13.3 TELEMETRIA.....	115
13.4 CONTROLE DE EMISSÕES DE GASES	116
13.5 PILOTO AUTOMÁTICO	117
13.6 TRANSMISSÃO AUTOMÁTICA.....	118
13.7 REDE CAN.....	118
13.8 TRATORES AUTÔNOMOS.....	120
14.MANUTENÇÃO	121
14.1 TIPOS DE MANUTENÇÃO	121
15.INDICADORES DE DESEMPENHO APLICADOS AO OPERADOR.....	125
REFERÊNCIAS.....	127

INTRODUÇÃO

A função de tratorista ou operador de máquinas agrícolas está registrada na Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) com o código 6410-15. A CBO define as principais atividades, responsabilidades e competências desse profissional.

Operar, regular e preparar máquinas e implementos agrícolas pode parecer uma tarefa simples, mas na prática exige profissionais cada vez mais capacitados e comprometidos, tanto com o bom funcionamento dos equipamentos quanto com os resultados do trabalho no campo.

Figura 1 – Tratorista agrícola em sua função.



Fonte – Gerada por ChatGPT, 2025.

O operador de máquinas agrícolas tem papel fundamental no campo, integrando uma cadeia produtiva essencial para a sociedade. Sua responsabilidade vai além de conduzir o trator: ele também atua como gestor das operações, planejando as atividades diárias, organizando as tarefas e calculando os recursos necessários. Com isso, garante que o trabalho seja realizado com eficiência, segurança e produtividade.

Iniciar o uso de máquinas ou equipamentos sem conhecer seu funcionamento pode colocar em risco sua segurança e causar acidentes. Por isso, é fundamental que o operador se familiarize com todos os comandos, controles e dispositivos de segurança antes de iniciar qualquer operação. Também é importante seguir as instruções do manual do fabricante, garantindo o uso correto e seguro dos equipamentos. O operador é o responsável direto pelo equipamento, sendo proibido permitir que pessoas sem autorização ou sem capacitação adequada conduzam esses equipamentos.

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), o operador deve ter a habilitação exigida para conduzir máquinas e equipamentos agrícolas e estar atento às normas previstas na legislação. Além disso, é fundamental consultar o manual operacional antes de utilizar o equipamento. Em caso de dúvida, o operador deve buscar orientação técnica ou especializada para garantir uma operação segura e conforme a lei.

Figura 2 – Operador com habilitação exigida para a atividade.



Fonte – Gerada por ChatGPT, 2025.

1. SEGURANÇA

Antes de iniciar qualquer atividade com máquinas ou implementos agrícolas, o operador deve realizar uma verificação completa dos principais itens de segurança e do funcionamento do equipamento. A manutenção diária não apenas prolonga a vida útil da máquina, como também ajuda o operador a conhecer melhor suas condições reais, prevenindo falhas e evitando contratemplos durante o trabalho. Seguir essas práticas garante maior segurança, eficiência e confiabilidade na operação.

Entre as competências do operador, destaca-se a necessidade de adotar medidas de segurança em todas as etapas da operação, tanto na condução quanto no manuseio da máquina e de seus implementos. A prática da segurança não é apenas uma recomendação, mas uma obrigação que contribui para um ambiente de trabalho mais estável, eficiente e livre de acidentes. Garantir a segurança deve fazer parte da rotina diária do operador e do produtor rural.

Cada máquina agrícola foi projetada para facilitar o trabalho no campo, reduzir o esforço físico e aumentar a produtividade. Cuidar da segurança durante a operação significa proteger não apenas a integridade do operador, mas também a de todos ao redor, contribuindo assim para um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente.

Assim como em qualquer ambiente de trabalho, na agricultura e no uso de máquinas também existem normas que regulamentam as atividades. As Normas Regulamentadoras (NRs) foram criadas em 1978, inicialmente para o setor da construção civil, devido ao alto índice de acidentes que precisava ser reduzido. No contexto agrícola, destacam-se a NR-31, que trata da segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura, e a NR-12, que estabelece requisitos de segurança para o trabalho com máquinas e equipamentos. Essas normas impactam diretamente as condições de trabalho e a rotina dos operadores, reforçando a importância de cumpri-las para prevenir acidentes.

1.1 RESPONSABILIDADES DO OPERADOR

O operador ou condutor de tratores, ao manusear máquinas agrícolas e implementos, assume responsabilidades em várias áreas, incluindo trabalhista, civil, penal e ambiental. A condução inadequada ou insegura desses equipamentos pode causar graves consequências, como acidentes de trabalho, penalidades legais e crimes ambientais. Por isso, é essencial que o operador siga todas as normas de segurança, conheça os procedimentos corretos de operação e esteja atento às boas práticas de uso das máquinas, garantindo proteção própria, de terceiros e do meio ambiente.

A seguir, são apresentadas algumas das principais responsabilidades, direitos e deveres atribuídos ao operador ou condutor de tratores agrícolas.

1.2 RESPONSABILIDADE TRABALHISTA

As responsabilidades trabalhistas do operador envolvem cumprir as normas de segurança e os procedimentos estabelecidos pelo empregador, respeitar horários e jornadas de trabalho, utilizar corretamente os equipamentos de proteção individual (EPIs) e zelar pelo cuidado das máquinas e implementos. Cumprir essas obrigações protege o próprio operador, evita acidentes e garante que a relação de trabalho esteja de acordo com a legislação vigente, prevenindo eventuais penalidades legais.

A NR-31 trata da segurança e saúde no trabalho no meio rural, definindo de forma clara as responsabilidades de todos os envolvidos nas atividades agrícolas. No item 31.2.4, são especificadas as responsabilidades do trabalhador, que devem ser cumpridas para prevenir acidentes e preservar a saúde no ambiente de trabalho. Seguir essas diretrizes é essencial para garantir uma operação segura e reduzir riscos para todos.

31.2.4 Cabe ao trabalhador:

- a) cumprir as determinações sobre as formas seguras de desenvolver suas atividades, especialmente quanto às ordens de serviço emitidas para esse fim;
- b) adotar as medidas de prevenção determinadas pelo empregador, em conformidade com esta Norma Regulamentadora, sob pena de constituir ato faltoso a recusa injustificada;
- c) submeter-se aos exames médicos previstos nesta Norma Regulamentadora;
- d) colaborar com a empresa na aplicação desta Norma Regulamentadora;
- e) não danificar as áreas de vivência, de modo a preservar as condições oferecidas;
- f) cumprir todas as orientações relativas aos procedimentos seguros de operação, alimentação, abastecimento, limpeza, manutenção, inspeção, transporte, desativação, desmonte e descarte das ferramentas, máquinas e equipamentos;
- g) não realizar qualquer tipo de alteração nas ferramentas e nas proteções mecânicas ou dispositivos de segurança de máquinas e equipamentos, de maneira que possa colocar em risco a sua saúde e integridade física ou de terceiros;
- h) comunicar seu superior imediato se alguma ferramenta, máquina ou equipamento for danificado ou perder sua função. (Brasil, 2005, p. 2-3)

?) VOCÊ SABIA?

Cumprir as determinações do empregador e seguir as orientações relacionadas às atividades faz parte da responsabilidade do trabalhador. Por sua vez, o empregador tem a obrigação de instruir, supervisionar e garantir o cumprimento das normas de segurança, criando um ambiente de trabalho seguro. O descumprimento dessas regras, como a recusa em utilizar equipamentos de proteção individual (EPIs), caracteriza falta grave do trabalhador, uma vez que as Normas Regulamentadoras definem claramente as responsabilidades de ambas as partes.

1.3 RESPONSABILIDADE CIVIL

As responsabilidades civis do operador envolvem agir com cuidado e atenção durante a condução de máquinas e implementos, evitando danos a pessoas, propriedades e ao patrimônio alheio. Caso ocorra algum prejuízo por negligência ou operação inadequada, o operador pode ser responsabilizado legalmente, sendo obrigado a reparar os danos. Cumprir essas obrigações protege terceiros e garante que a atividade agrícola seja realizada de forma segura e responsável.

A responsabilidade civil objetiva prevê que, nas relações privadas, quem realiza uma atividade que possa gerar risco de danos a terceiros deve indenizá-los caso ocorra algum prejuízo, independentemente de culpa. Isso significa que o operador de máquinas ou implementos agrícolas precisa atuar com cuidado, pois qualquer dano causado a pessoas ou propriedades pode gerar obrigação de reparação.

O artigo 927 do Código Civil Brasileiro trata da responsabilidade civil e é especialmente relevante no contexto das atividades rurais, onde o uso de máquinas e implementos envolve riscos inerentes à atividade. Por isso, o produtor rural ou operador deve estar ciente de que a condução insegura desses equipamentos pode gerar responsabilidade civil objetiva, tornando-o obrigado a reparar danos a terceiros, mesmo sem a necessidade de comprovação de culpa.

Art. 927. Aquele que, por ato ilícito (arts. 186 e 187), causar dano a outrem, fica obrigado a repará-lo. (Vide ADI n.º 7055) (Vide ADI n.º 6792)

Parágrafo único. Haverá obrigação de reparar o dano, independentemente de culpa, nos casos especificados em lei, ou quando a atividade normalmente desenvolvida pelo autor do dano implicar, por sua natureza, risco para os direitos de outrem. (Brasil, 2002, art. 927)

1.4 RESPONSABILIDADE PENAL

As responsabilidades penais do operador de máquinas agrícolas referem-se à prática de atos que constituam crime, como acidentes graves causados por negligência ou desrespeito às normas de segurança. Nesse caso, além das consequências civis ou trabalhistas, o operador pode responder criminalmente, podendo sofrer penalidades previstas na legislação. Agir com atenção, cumprir regras de operação e utilizar corretamente os equipamentos de proteção é essencial para prevenir acidentes e evitar sanções penais.

A seguir estão alguns artigos do Código Penal Brasileiro que estabelecem situações em que operadores ou produtores rurais podem ser responsabilizados penalmente durante a operação de máquinas e implementos agrícolas.

O artigo 129 tipifica a lesão corporal como crime, considerando ofensa à integridade física ou à saúde de outra pessoa, com pena de detenção de três meses a um ano. Assim, um operador de trator que, por ação ou omissão, cause lesão a um auxiliar ou outra pessoa durante o trabalho poderá ser responsabilizado com base nesse artigo.

O artigo 121 define o crime de homicídio, com pena de reclusão de seis a vinte anos em sua forma simples. Quando ocorre homicídio culposo, a pena varia de um a três anos de detenção. O §4º do mesmo artigo prevê aumento de um terço da pena nos casos em que o crime resulta do descumprimento de regra técnica de profissão, arte ou ofício, quando o agente não presta socorro imediato à vítima, não busca reduzir as consequências de sua conduta ou tenta fugir para evitar a prisão em flagrante.

Seguir corretamente as normas de operação, utilizar equipamentos de proteção e manter atenção constante durante o trabalho é essencial para prevenir acidentes e evitar responsabilidades penais.

1.5 RESPONSABILIDADE AMBIENTAL

As responsabilidades ambientais do operador ou produtor rural envolvem respeitar as leis e práticas que protegem o meio ambiente durante as atividades agrícolas. Isso inclui evitar poluição, manejar corretamente resíduos e substâncias químicas, preservar solo, água e vegetação e prevenir danos à fauna. O descumprimento dessas normas pode resultar em penalidades legais e danos ao ecossistema, tornando essencial a conscientização e a prática de atitudes responsáveis no campo.

Em casos de crime ambiental, o operador pode ser responsabilizado em diferentes esferas: administrativa, civil e penal, conforme a avaliação do órgão fiscalizador e do sistema judiciário.

- **Esfera civil:** quem causa o dano, seja pessoa física, seja jurídica, deve repará-lo independentemente de culpa ou dolo, caracterizando responsabilidade objetiva.
- **Esfera administrativa:** pessoas físicas ou jurídicas que agem com culpa ou dolo podem sofrer sanções do poder público, como multas e embargos.
- **Esfera penal:** o operador que comete crime ambiental com dolo ou culpa pode ser responsabilizado criminalmente, estando sujeito a penas de prisão ou multa.

Seguir normas ambientais, utilizar boas práticas de operação e atuar com responsabilidade é fundamental para prevenir danos e evitar penalidades legais em todas as esferas.

Figura 3 – Uso consciente de tratores agrícolas próximo a áreas de preservação.



Fonte – Flystock/Shutterstock.

1.6 RESPONSABILIDADE DO EMPREGADOR

O empregador deve garantir a segurança e saúde dos trabalhadores, fornecendo equipamentos de proteção e um ambiente seguro, bem como mantendo máquinas seguras e orientando sobre normas de operação. Cumprir essas obrigações previne acidentes e protege pessoas e patrimônio.

A NR 31.6.4 determina que é responsabilidade do empregador exigir que os trabalhadores utilizem os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e os dispositivos de proteção pessoal. O item 31.6.5 complementa essa obrigação, estabelecendo que o empregador deve orientar os trabalhadores sobre o uso correto desses equipamentos.

Além disso, os operadores devem receber todos os EPIs e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) em perfeitas condições de uso. A disponibilização desses equipamentos é responsabilidade do empregador, enquanto os operadores devem exigir e utilizar corretamente esses recursos, garantindo que as atividades sejam realizadas com total segurança.

A seguir são descritos os itens da NR 31.6 que tratam de medidas de proteção pessoal e têm grande relevância para operadores e produtores rurais no trabalho com tratores e máquinas agrícolas.

31.6 Medidas de Proteção Pessoal

31.6.1 É obrigatório o fornecimento gratuito aos trabalhadores de Equipamentos de Proteção Individual – EPI, nos termos da Norma Regulamentadora nº 6 – Equipamentos de Proteção Individual – EPI.

31.6.2 Além dos EPI previstos na NR-06, cabe ao empregador, de acordo com os riscos de cada atividade, fornecer aos trabalhadores os seguintes dispositivos de proteção pessoal: a) chapéu ou boné tipo árabe ou legionário contra o sol; b) protetor facial contra lesões ocasionadas por partículas, respingos, vapores de produtos químicos, ou óculos contra a ação de líquidos agressivos; c) perneira contra picadas de animais peçonhentos; d) colete refletivo ou tiras refletivas para sinalização; e) vestimenta de corpo inteiro para proteção biológica; f) bota ou botina com solado sem ranhuras para atividades que envolvam montaria de animais; e g) roupas especiais para atividades específicas;

31.6.3 Os equipamentos de proteção individual e os dispositivos de proteção pessoal devem ser adequados aos riscos, mantidos conservados e em condições de funcionamento.

31.6.4 O empregador deve exigir que os trabalhadores utilizem os EPI e os dispositivos de proteção pessoal.

31.6.5 Cabe ao empregador orientar o empregado sobre o uso dos EPI e dos dispositivos de proteção pessoal. (Brasil, 2005, p. 2-3)

1.7 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI) E EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA (EPC)

Os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), como capacetes, luvas, óculos e botas, protegem diretamente o trabalhador. Já os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs), como grades de proteção, sinalização, barreiras e sistemas de ventilação, garantem a segurança de todos no ambiente de trabalho. O uso correto desses equipamentos é essencial para prevenir acidentes e garantir a saúde no campo.

A seguir, apresentamos os principais Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) utilizados nas atividades com tratores e máquinas agrícolas, destacando suas funções e importância na rotina de trabalho do operador.

Figura 4 – EPIs (equipamentos de proteção individual)

CALCADO DE SEGURANÇA A botina de segurança é um EPI que tem como principal objetivo proteger os pés do trabalhador contra diversos tipos de risco. Mesmo a botina sendo um equipamento tão corriqueiro, os números de acidentes envolvendo os pés dos operadores ainda são muito altos. 
LUVAS As luvas de vaqueta ou raspa de couro são eficientes em proteger as mãos do operador de cortes ou escoriações. A luva de vaqueta permite melhor flexibilidade das mãos, enquanto a de raspa oferece maior resistência a abrasões e ao calor.  
PERNEIRAS As perneiras têm a função de proteger as pernas na região entre o joelho e o pé contra ranhuras ou impactos. O ideal é serem utilizadas nas atividades que ofereçam riscos de lesão aos membros inferiores. Essas lesões podem ser provocadas por materiais ou objetos cortantes, perfurantes ou picadas de animais peçonhentos. 
PROTETOR AURICULAR O protetor auricular serve para proteger os ouvidos de ruídos intensos, tratores sem cabine o nível de ruídos intensos, como de tratores sem cabine, em que o nível de ruído do motor oferece mais riscos à saúde do operador. 
ÓCULOS Os óculos servem para proteger a região ocular dos operadores contra contaminações, partículas de materiais suspensos no ar, poeiras, folhas e resíduos. A cor da lente poderá ser de acordo com o tipo de atividade realizada. 
COLETE REFLETIVO A função do colete refletivo é refletir a luz emitida pelos faróis dos veículos e máquinas, tornando o operador mais visível e fácil de ser identificado por outros operadores entre outros equipamentos, principalmente no período noturno. 

Fonte – Vessoni, 2025.

1.8 SEGURANÇA NO DESLOCAMENTO DE TRATORES

1.8.1 Deslocamento por meios próprios

Nas regiões agrícolas do país, especialmente durante o plantio e a colheita, o tráfego de máquinas agrícolas em estradas e rodovias aumenta significativamente, em razão da necessidade de otimizar a frota e atender às demandas da produção. Nesse período, é comum o registro de acidentes, principalmente devido à baixa velocidade de deslocamento dos tratores em comparação aos demais veículos.

Essa situação representa um desafio para o poder público, que precisa equilibrar a necessidade dos produtores de se deslocarem com suas máquinas e a segurança no trânsito. Para isso, a legislação atual estabelece normas específicas que visam garantir a circulação segura desses veículos, definindo critérios e exigências que devem ser observados por operadores e proprietários de máquinas agrícolas, em especial a Resolução Contran n.º 1.017/2024.

A seguir estão os principais itens a serem respeitados ao longo do deslocamento de máquinas em vias públicas.

- a) Todo trator deve estar cadastrado no Registro Nacional de Tratores e Máquinas Agrícolas (Renagro), conforme a Lei n.º 13.154/2015. Esse registro garante a identificação e a regularização do equipamento, facilitando sua circulação e seu controle.
- b) O condutor precisa estar habilitado.
 - O condutor de máquina agrícola deve ser habilitado, no mínimo, na categoria B e de preferência deve ter treinamento na operação da máquina que está conduzindo.
- c) As dimensões do trator também determinam algumas exigências para o trânsito:
 - Até 2,80 metros: registro no Renagro.
 - De 2,80 a 3,20 metros: registro no Renagro e cuidados adicionais:
 - Não invadir a pista contrária;
 - Circular apenas em boas condições de visibilidade;
 - Ser acompanhado por um veículo de escolta com pisca-alerta ligado e placa “TRATOR ADIANTE”;
 - Assinar um Termo de Responsabilidade junto ao Renagro;
 - O trânsito é permitido até 40 km em vias pavimentadas.

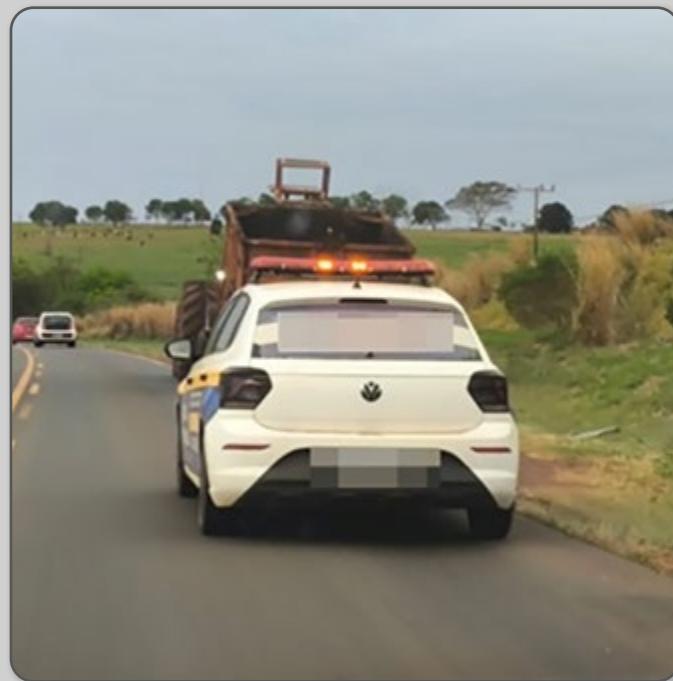
- De 3,20 a 4,50 metros: é obrigatória a Autorização Especial de Trânsito (AET), emitida pelo DNIT (rodovias federais) ou DER (rodovias estaduais).
 - Acima de 4,50 metros: o trator deve ser transportado em caminhão prancha ou similar, não podendo trafegar por conta própria.
- d) Por segurança, o trânsito deve ocorrer apenas durante o dia e em boas condições climáticas, evitando chuva, neblina ou cerração, que comprometem a visibilidade.
- e) O operador e os responsáveis pela movimentação da máquina respondem civil e penalmente em caso de descumprimento das normas ou acidentes.
- f) É proibido transportar passageiros ou dar carona em tratores e máquinas agrícolas, pois essa prática é ilegal e extremamente perigosa.
- g) Os tratores devem estar equipados com todos os itens obrigatórios previstos na Resolução Contran n.º 912/2022.

Figura 5 – Itens obrigatórios previstos na Resolução Contran n.º 912/2022.



Fonte – Sistema FAEP, 2025.

Figura 6 – Deslocamento por meio próprio com escolta em via pública.



Fonte – Vessoni, 2025.

Mesmo que todos os requisitos de segurança sejam cumpridos, a atenção do operador ao conduzir a máquina agrícola continua sendo o fator mais importante.

Por isso, o operador deve se manter sempre atento e seguir as orientações e dicas de segurança apresentadas a seguir:

- Realizar a inspeção completa do trator antes do deslocamento;
- Avaliar a real necessidade e o melhor horário para trafegar em estradas, evitando períodos de movimento intenso;
- Testar o sistema de freios e verificar seu funcionamento;
- Utilizar sempre o cinto de segurança;
- Respeitar as placas e sinalizações de trânsito;
- Manter velocidade e rotação compatíveis com as condições da estrada;
- Interligar os pedais dos freios de serviço antes do deslocamento;
- Evitar acionar o freio de estacionamento com o trator em movimento;
- Manter os faróis acesos e/ou o pisca-alerta ligado durante o trajeto;
- Transitar sempre pelo lado direito da pista;

- Manter distância segura para frenagem, especialmente em estradas irregulares ou molhadas;
- Parar o trator imediatamente em caso de falha na direção hidráulica ou hidrostática;
- Em carreadores, dar prioridade de passagem a veículos ou máquinas maiores e carregadas;
- Ajustar os faróis e abaixar o facho ao cruzar com outros veículos;
- Utilizar marcha reduzida em subidas e descidas, evitando descer ladeiras em ponto morto;
- Manter distância segura ao transitar em comboio com outros tratores ou máquinas.

1.8.2 Deslocamento em caminhão prancha

É comum que máquinas e equipamentos agrícolas precisem ser transportados de uma área para outra ou entre os centros urbanos e as propriedades rurais. Nesses casos, o uso de um caminhão prancha adequado e a adoção de cuidados básicos são fundamentais para garantir a segurança do transporte, tanto do equipamento quanto do motorista e operadores envolvidos.

A seguir, são apresentadas dicas importantes para que essa atividade seja realizada de forma segura e eficiente:

- Realizar a inspeção completa dos maquinários antes do embarque;
- Testar o sistema de freios e verificar seu funcionamento;
- Seguir as regras e orientações do motorista (prancheiro) responsável pelo transporte;
- Observar o alinhamento das rodas conforme a largura da prancha;
- Acionar o freio de estacionamento após o embarque completo;
- Manter a marcha e o grupo devidamente engrenados;
- Desligar o motor e retirar a chave do contato;
- Retirar todos os objetos soltos da cabine;
- Verificar se portas, capô e janelas estão devidamente fechados (em tratores com cabine);
- Fixar o trator em, no mínimo, dois pontos, preferencialmente na barra de tração (rabicho) e no eixo dianteiro;
- Conferir se as cintas ou correntes de fixação do equipamento estão bem presas e tensionadas;

- Auxiliar o motorista na identificação de obstáculos durante o percurso;
- Escolher uma posição de embarque que proporcione desembarque seguro e fácil.

Figura 7 – Deslocamento de máquinas em caminhão prancha.



Fonte – K-FK/Shutterstock.

2. SIMBOLOGIA UNIVERSAL

A relação entre símbolos e o ser humano é uma das formas mais antigas e eficazes de expressão e comunicação. Nesse contexto, os fabricantes de tratores e máquinas agrícolas adotam normas nacionais e internacionais que padronizam símbolos e cores utilizadas nos equipamentos. Essa padronização tem como principal objetivo facilitar a identificação rápida e precisa por parte dos operadores e clientes, promovendo maior segurança, eficiência e compreensão durante o uso e manutenção das máquinas.

Figura 8 – Simbologia presente no painel de tratores.



Fonte – Vessoni, 2025.

Compreender o significado das cores nos símbolos de tratores e máquinas agrícolas é fundamental para a segurança e eficiência na operação. Cada cor transmite uma mensagem específica: o vermelho indica perigo ou parada de emergência, alertando sobre riscos iminentes; o amarelo ou laranja chama atenção para situações que exigem cuidado ou manutenção; e o verde ou azul sinaliza condições normais ou operação correta.

Interpretar corretamente essas cores permite ao operador agir rapidamente, prevenir acidentes, proteger colegas e equipamentos e garantir que as atividades sejam realizadas de forma segura. Além disso, a padronização das cores, seguindo normas como ISO e ABNT, garante que qualquer operador consiga compreender os sinais, independentemente da máquina utilizada.

Figura 9 – Cores presentes junto à simbologia.



→ Vermelho - Falha grave. Requer atenção imediata.

→ Amarelo ou âmbar - Condição fora dos limites normais.

→ Verde - Condição de funcionamento normal.

Fonte – Vessoni, 2025.

Com o objetivo de facilitar o entendimento dos usuários sobre o tema simbologia, e com base em normas como ABNT NBR ISO 3767-1 e ISO 7000, os símbolos serão demonstrados a seguir em categorias.

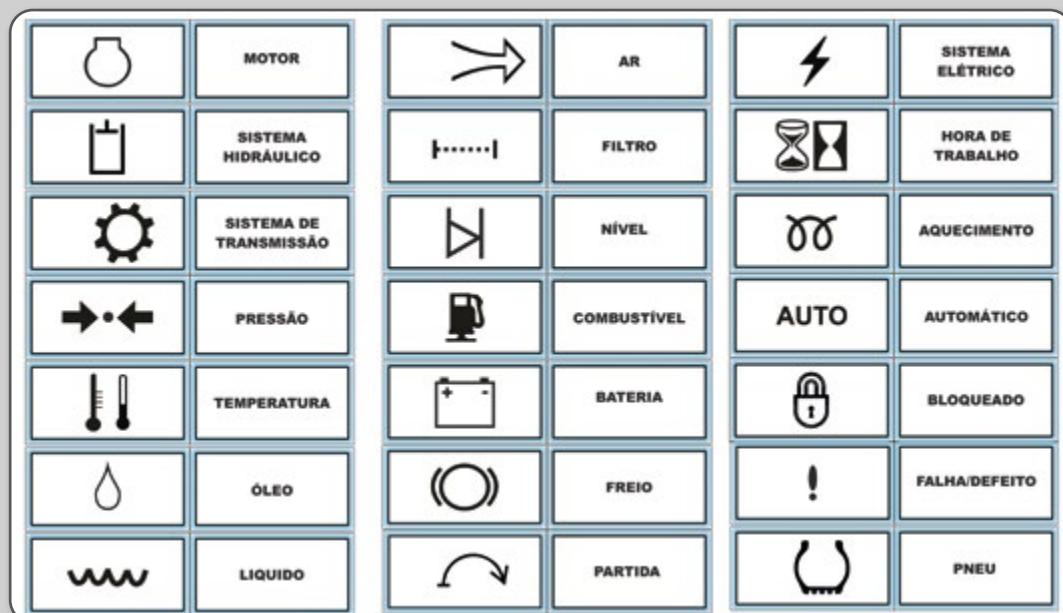
2.1 SIMBOLOGIA INDIVIDUAL

Os símbolos individuais presentes em tratores e máquinas agrícolas fornecem informações sobre partes específicas do equipamento ou de seus agregados, como fluidos (ar, óleo, líquido) e sistemas (motor, transmissão, hidráulico).

Sozinhos, esses símbolos indicam apenas características ou condições gerais, não detalhando completamente uma falha ou um defeito específico. Entretanto, quando combinados com outros símbolos, sua interpretação se torna mais clara e significativa, permitindo ao operador compreender com precisão o estado do equipamento. Essa integração facilita a identificação correta de problemas e contribui para uma tomada de decisão mais eficaz e segura durante a operação.

Compreender e interpretar corretamente a simbologia é essencial para prevenir acidentes, identificar falhas rapidamente e realizar manutenções de forma adequada, garantindo maior segurança e eficiência na operação das máquinas.

Figura 10 – Símbologia individual.



Fonte – Vessoni, 2025.

2.2 SIGLAS E ABREVIATURAS

As letras ou abreviações (siglas) são utilizadas para simplificar palavras ou expressões relacionadas ao uso e funcionamento das máquinas. Elas podem ser encontradas em alavancas de câmbio, botões de acionamento e outros comandos dos tratores, facilitando a identificação rápida das funções pelo operador.

Figura 11 – Siglas e abreviaturas presentes em tratores agrícolas.

Letras	Significado	Sigla	Significado
	Low - Velocidade baixa	PTO	Power Take Off
	Medium - Velocidade média	TDA	Tração dianteira auxiliar
	High - Velocidade alta	TDP	Tomada de Potência
	Reverse - Marcha à ré	VCR	Válvula de controle remoto
	Forward - Marcha à frente	SH3P	Sistema hidráulico de 3 pontos
	Neutral - Neutro	PAVT	Power adjustable variable track Bitola servo ajustável
	Park - Parado/estacionado		

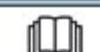
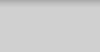
Fonte – Vessoni, 2025.

2.3 SIMBOLOGIA NO MODO OPERAÇÃO

Os símbolos que identificam atividades relacionadas à operação da máquina, como hidráulico, tomada de potência (TDP) e tração dianteira, são utilizados para indicar as funções dos comandos operacionais nos tratores. Esses símbolos estão presentes em alavancas, botões, painéis e outros dispositivos de controle, orientando o operador sobre o acionamento e funcionamento de sistemas como tração, TDP, hidráulico, marchas, luzes, entre outros.

A padronização desses símbolos, de acordo com normas nacionais e internacionais, permite uma identificação rápida e segura das funções, reduzindo erros operacionais e contribuindo para a eficiência e segurança durante o uso do trator.

Figura 12 – Simbologia na operação.

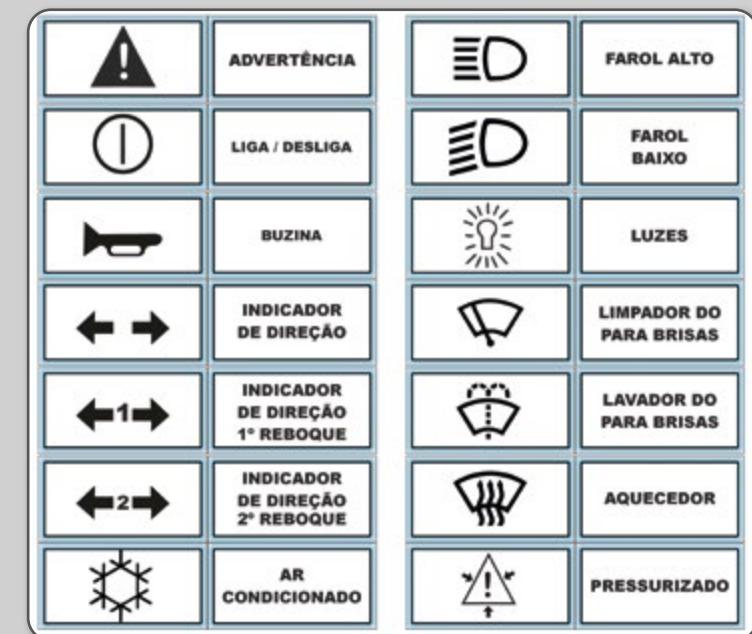
	RÁPIDO / MÁXIMO		VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO		MAIOR SENSIBILIDADE MAIS RASO
	LENTO / MÍNIMO		PATINAGEM DO TRATOR		MENOR SENSIBILIDADE MAIS PROFUNDO
	SUPER REDUZIDO (CREEPER)		SENTIDO RÉ		CONTROLE DE POSIÇÃO IMPLEMENTOS DE SUPERFÍCIE
	BLOQUEIO DO DIFERENCIAL		SENTIDO AVANTE		CONTROLE DE POSIÇÃO IMPLEMENTOS DE PENETRAÇÃO
	BLOQUEIO DO DIFERENCIAL AUTOMÁTICO		VARIAÇÃO CONTINUA (ROTACIONAL)		MODO AUTOMÁTICO (TRANSPORTE)
	TRAÇÃO DIANTEIRA		VARIAÇÃO CONTINUA (LINEAR)		MODO AUTOMÁTICO (TRABALHO)
	TRAÇÃO DIANTEIRA MODO AUTOMÁTICO		SISTEMA HIDRÁULICO DE 3 PONTOS		PONTO DE LUBRIFICAÇÃO (ÓLEO)
	TDA LIGADA		SH3P LEVANTAR		PONTO DE LUBRIFICAÇÃO (GRAXA)
	TDA DESLIGADA		SH3P ABAIXAR		CONSULTAR MANUAL DO OPERADOR
	TRAÇÃO DIANTEIRA ACIONADA AO APLICAR OS FREIOS		AJUSTE DA ALTURA MÁXIMA DE LEVANTE		PONTO DE LUBRIFICAÇÃO (GRAXA)
	TOMADA DE POTÊNCIA LIGADA		AJUSTE DO LIMITE INFERIOR DO LEVANTE		FREIO DA 1 ^ª CARRETA
	TOMADA DE POTÊNCIA DESLIGADA		CILINDRO REMOTO RETRAÇÃO		FREIO DA 2 ^ª CARRETA
	TOMADA DE POTÊNCIA AUTOMÁTICO		CILINDRO REMOTO EXPANSÃO		CONSULTAR MANUAL DO OPERADOR
	TDP 540E MODO ECONÔMICO		CILINDRO REMOTO FLUTUAÇÃO		COMANDO DE PARADA DO MOTOR

Fonte – Vessoni, 2025.

2.4 SIMBOLOGIA NO MODO VEÍCULO

Os símbolos de “modo veículo” correspondem aos ícones exibidos no painel da cabine do operador e são usados principalmente quando o trator está em transporte, e não em operação agrícola com implementos. Nesse modo, os sistemas priorizam comandos de deslocamento, como velocidade, direção e freios, em vez de ações relacionadas ao acionamento de implementos ou ao sistema hidráulico.

Figura 13 – Simbologia no modo veículo.



Fonte – Vessoni, 2025.

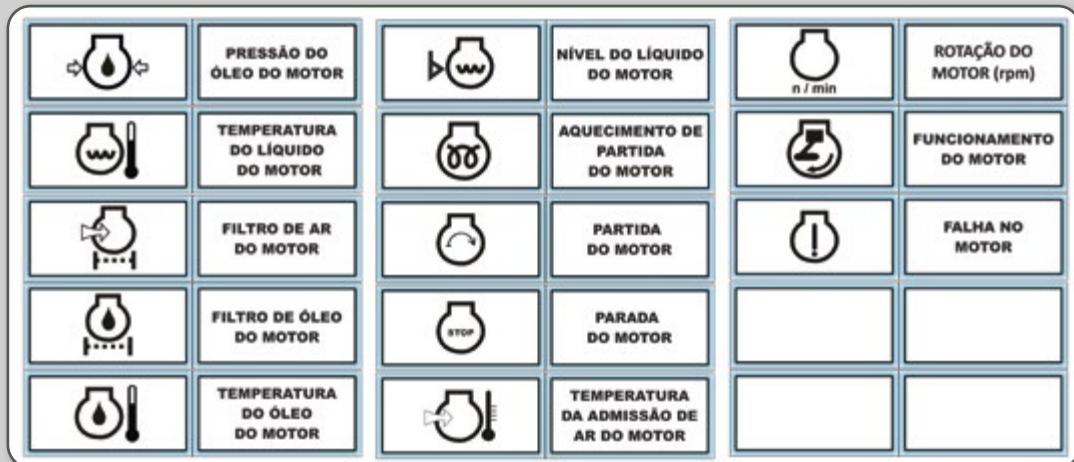
2.5 SIMBOLOGIA CONJUGADA

A simbologia conjugada refere-se à combinação de dois ou mais símbolos que, juntos, alertam o operador sobre situações de anormalidade ou alertas importantes nos sistemas do trator. Esses símbolos aparecem geralmente no painel e fornecem informações mais completas e precisas do que os símbolos isolados, permitindo uma interpretação correta das condições do equipamento.

Por exemplo, a simbologia conjugada pode indicar falhas simultâneas em diferentes sistemas, baixa pressão de óleo combinada com temperatura elevada ou funcionamento inadequado de componentes interligados. A leitura correta desses

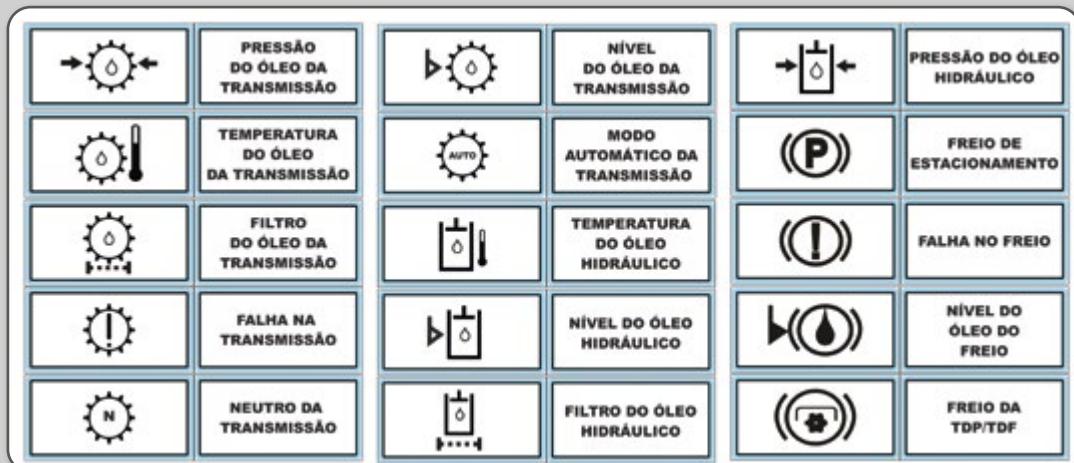
símbolos é essencial para que o operador tome decisões rápidas e seguras, prevenindo danos ao equipamento e garantindo a segurança durante a operação.

Figura 14 – Simbologia conjugada relacionada ao motor do trator agrícola.



Fonte – Vessoni, 2025.

Figura 15 – Simbologia conjugada relacionada à transmissão, ao sistema hidráulico e ao sistema de freio do trator agrícola.



Fonte – Vessoni, 2025.

3. UNIDADES DE MEDIDA

No ambiente rural, o uso correto das unidades de medida é essencial para a operação segura e eficiente de tratores e máquinas agrícolas. O operador ou produtor rural lida diariamente com medidas de comprimento, área, volume, peso, pressão, torque e potência, que influenciam diretamente o manejo de máquinas, implementos, aplicação de insumos e execução de tarefas no campo. Compreender e aplicar corretamente essas unidades garante precisão, produtividade e segurança no trabalho.

O conhecimento das unidades de medida permite ao operador interpretar corretamente dados de painéis de máquinas, indicadores de torque, pressão hidráulica, potência do motor e outros parâmetros operacionais. A padronização e o uso consistente dessas medidas ajudam a evitar erros, danos aos equipamentos e falhas na operação, contribuindo para maior eficiência, segurança e qualidade nas atividades agrícolas.

3.1 UNIDADES DE MEDIDA LINEAR (DISTÂNCIA)

No trabalho com tratores e máquinas agrícolas, as medidas de distância são essenciais para planejar deslocamentos, ajustar implementos, definir o espaçamento entre fileiras de plantio e garantir a segurança nas operações. Por exemplo, o operador pode precisar manter 50 cm entre sulcos de milho, medir 2 m de distância de outro trator em movimento ou calcular a extensão de uma faixa de pulverização de 1 km.

A seguir são apresentadas algumas conversões importantes de unidades de medida de distância:

- 1 metro = 100 cm = 1 000 mm
- 1 quilômetro = 1 000 m
- 1 milímetro = 0,001 m
- 1 polegada = 25,4 mm = 2,54 cm
- 1 pé = 30,48 cm
- 1 milha = 1 609,344 m

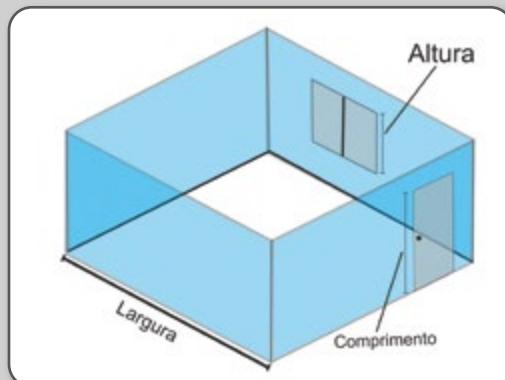


EXERCÍCIO

O uso das unidades de medida de distância pode ser realizado por meio de aparelhos de medição, como paquímetro, régua ou trena. A escolha do instrumento depende da distância a ser medida: instrumentos menores, como paquímetro e régua, são indicados para medidas curtas, enquanto a trena é adequada para distâncias maiores.

Meça o comprimento da sala de aula em metros utilizando uma trena ou meça o tamanho de portas, janelas e mesas do ambiente, utilizando as ferramentas disponíveis. Essa prática lhe ajudará a compreender melhor as medidas e a aplicar corretamente as unidades de distância no dia a dia.

Figura 16 – Grandezas relacionadas a unidades de medida linear.



Fonte – Vessoni, 2025.

3.2 UNIDADES DE MEDIDA DE ÁREA

No trabalho com tratores, o operador utiliza unidades de medida de área para planejar deslocamentos, definir trajetos de implementos e organizar talhões. Conhecer essas medidas garante precisão e eficiência, como calcular a extensão de uma faixa de plantio em um hectare ou ajustar implementos para cobrir corretamente um alqueire paulista, evitando sobreposição ou falhas na operação.

A seguir, são apresentadas algumas conversões importantes de unidades de medida relacionadas à área:

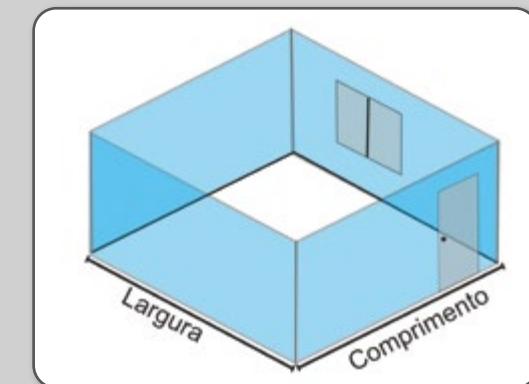
- 1 metro quadrado = 10 000 cm²
- 1 centímetro quadrado = 100 mm²
- 1 alqueire paulista = 24 200 m² = 2,42 hectares
- 1 hectare = 10 000 m²

EXERCÍCIO

O cálculo de área pode ser feito em unidades como milímetros quadrados (mm²), centímetros quadrados (cm²), metros quadrados (m²), obtidas multiplicando o comprimento pela largura da superfície.

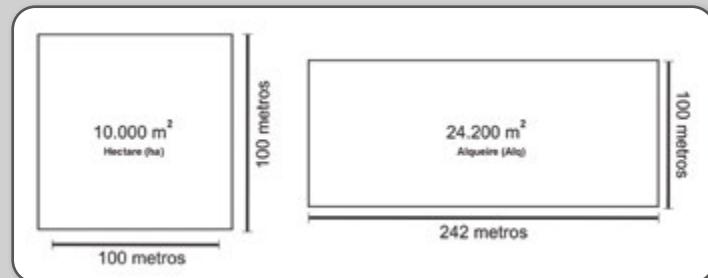
Utilizando uma trena ou régua, meça o comprimento e a largura da sala de aula e, em seguida, calcule a área em metros quadrados (m²).

Figura 17 – Grandezas para cálculo de área.



Fonte – Vessoni, 2025.

Figura 18 – Representação de alqueire e hectare.



Fonte – Vessoni, 2025.

3.3 UNIDADES DE MEDIDA DE VOLUME

No dia a dia com tratores e implementos agrícolas, o operador lida frequentemente com medidas de volume, essenciais para garantir a operação eficiente e segura das máquinas. O conhecimento dessas unidades é importante ao abastecer o trator com combustível, calcular a quantidade de água em pulverizadores ou medir a capacidade de caixas e silos para transporte de grãos e insumos. Saber interpretar corretamente essas medidas permite ao operador controlar com precisão os recursos utilizados, evitar desperdícios, prevenir danos ao equipamento e manter a produtividade das atividades no campo.

A seguir, são apresentadas algumas conversões de unidades de volume que podem ser utilizadas no dia a dia do operador de tratores e máquinas agrícolas:

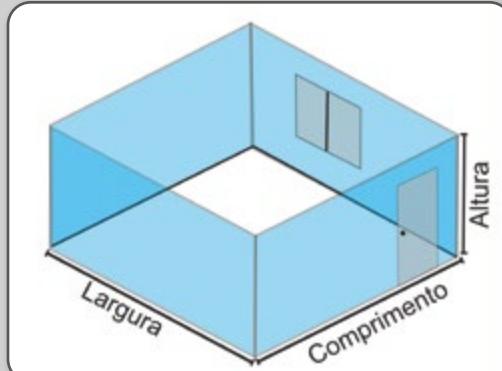
- 1 metro cúbico = 1000 L = 35,31 ft³
- 1 pé cúbico = 0,02832 m³ = 28,32 L
- 1 litro = 1000 cm³ = 0,001 m³
- 1 galão norte-americano = 3,785 L ou 0,003785 m³



EXERCÍCIO

Com as informações obtidas no exercício anterior sobre comprimento e largura da sala, meça a altura da sala utilizando uma trena ou régua. Em seguida, multiplique comprimento × largura × altura para calcular o volume total da sala em metros cúbicos (m³).

Figura 19 – Grandezas utilizadas para o cálculo de volume.



Fonte – Vessoni, 2025.

3.4 UNIDADES DE MEDIDA DE MASSA

No dia a dia com tratores e implementos agrícolas, o operador lida frequentemente com medidas de massa, essenciais para garantir a operação segura e eficiente das máquinas. O conhecimento dessas unidades é importante ao controlar o peso do trator, adicionar lastros, transportar implementos ou insumos, e ao calcular a carga máxima permitida para não comprometer a estabilidade ou a segurança.

Saber interpretar corretamente essas medidas permite ao operador evitar sobrecarga, prevenir danos ao equipamento, manter a eficiência da operação e garantir segurança durante o trabalho no campo.

A seguir, são apresentadas algumas conversões importantes de unidades de massa, úteis no dia a dia do operador de tratores:

- 1 libra = 453,6 g = 0,4536 kg
- 1 milígrama (mg) = 0,001 grama (g)
- 1 grama (g) = 1 000 miligramas (mg)
- 1 000 gramas (g) = 1 quilograma (kg)
- 1 000 quilogramas (kg) = 1 tonelada (ton)



EXERCÍCIO

Um produtor rural procurou um especialista para entender a baixa produtividade de sua área de 20 alqueires. Após análises de solo e avaliações, o especialista recomendou a aplicação de 1 500 kg por hectare. Ao buscar o produto para compra, o vendedor informou que enviaria duas carretas de 40 toneladas. Pergunta-se: essa quantidade será suficiente ou será necessário mais produto para atender à recomendação?

3.5 UNIDADES DE MEDIDA DE FORÇA E TORQUE

No trabalho com tratores e implementos agrícolas, o operador também precisa compreender as unidades de medida de força, fundamentais tanto na operação quanto na manutenção das máquinas. Esses conceitos estão presentes, por exemplo, na força de tração necessária para puxar implementos, no torque aplicado aos parafusos durante ajustes e manutenções e na potência transmitida do motor às rodas ou aos eixos. Entender e aplicar corretamente essas medidas ajuda o operador a utilizar o

trator de forma segura e eficiente, evitando esforços excessivos, desgastes prematuros dos componentes e garantindo o melhor desempenho das operações no campo.

A seguir, são apresentadas algumas conversões de unidades de medida de força, importantes para o trabalho com tratores e implementos agrícolas, especialmente em atividades de manutenção e regulagem de componentes.

- 1 quilograma-força (kgf) = 9,81 newtons (N) = 2,2 libras-força (lbf)
- 1 libra-força (lbf) = 0,453 quilograma-força (kgf) = 4,44 newtons (N)
- 1 newton (N) = 0,102 quilograma-força (kgf)
- 1 newton-metro (N·m) = 0,738 lbf·pé

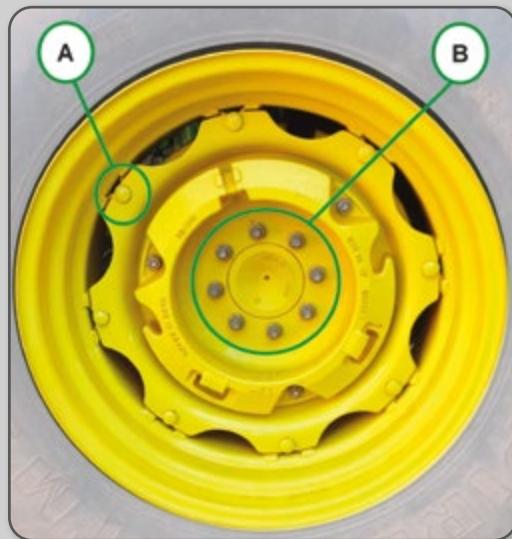


EXERCÍCIO

Identifique, no trator, o torque de aperto dos parafusos que fixam o disco ao aro das rodas (A) dianteiras e traseiras. Em seguida, verifique também o torque aplicado aos parafusos que fixam o disco ao eixo das rodas (B) dianteiras e traseiras.

Caso não seja possível realizar a medição diretamente, pesquise quais são os valores de torque normalmente recomendados pelos fabricantes para essas fixações.

Figura 20 – Parafusos para realizar apertos em rodados de pneus.



Fonte – Vessoni, 2025.

3.6 UNIDADES DE MEDIDAS DE PRESSÃO

No dia a dia com tratores e implementos agrícolas, o operador precisa compreender as unidades de medida de pressão, fundamentais tanto na operação quanto na manutenção das máquinas. Essas medidas aparecem, por exemplo, na pressão do sistema hidráulico usada para levantar e controlar implementos, na pressão correta dos pneus para garantir tração e evitar compactação do solo, e na pressão do sistema de freios para garantir paradas seguras em terrenos inclinados. Conhecer e aplicar corretamente essas pressões permite ao operador evitar falhas nos equipamentos, prevenir acidentes, manter o desempenho adequado do trator e aumentar a durabilidade dos componentes.

A seguir, são apresentadas algumas conversões de unidades de pressão, úteis ao operador e produtor rural:

- $1 \text{ kgf/cm}^2 = 0,981 \text{ bar} \approx 0,968 \text{ atm} = 14,22 \text{ psi}$
- $1 \text{ bar} = 0,987 \text{ atm} = 1,019 \text{ kgf/cm}^2$
- $1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar}$

Para atividades com tratores e implementos agrícolas, é comum considerar equivalentes as unidades kgf/cm^2 , bar e atm, facilitando a leitura e o entendimento das pressões indicadas em manômetros e catálogos. No entanto, essa equivalência é apenas aproximada, pois, como mostrado anteriormente, os valores reais dessas unidades são diferentes.



EXERCÍCIO

Utilizando o manual do operador do trator que você usa no dia a dia, pesquise e registre as seguintes informações:

- Qual é a unidade de medida utilizada para indicar a pressão dos pneus (por exemplo: psi, kPa ou kgf/cm^2)?
- Qual é a faixa de pressão mínima e máxima recomendada para os pneus dianteiros e traseiros, considerando o tipo e tamanho do pneu instalado em seu trator?

3.7 UNIDADES DE MEDIDA DE POTÊNCIA

No dia a dia com tratores e implementos agrícolas, o operador lida frequentemente com medidas de potência, essenciais para garantir a operação eficiente e segura das máquinas. O conhecimento dessas unidades é importante ao avaliar se o motor tem força suficiente para acionar implementos pesados, operar a TDP (Tomada de Potência) de uma ensiladeira ou mover grades e arados em solos compactos, além de

dimensionar corretamente sistemas hidráulicos que exigem energia específica. Saber interpretar corretamente essas medidas permite ao operador evitar sobrecarga do motor, prevenir desgastes prematuros, otimizar o desempenho dos implementos e manter a produtividade das atividades no campo.

A seguir, são apresentadas algumas conversões de unidades de potência, úteis ao operador e produtor rural.

- 1 cv (cavalo-vapor) = 735,5 W \approx 0,9863 hp (horsepower)
- 1 hp (libra-força-pé/horsepower) = 745,7 W \approx 1,0139 cv
- 1 kW (kilowatt) = 1 000 W \approx 1,3596 cv \approx 1,341 hp

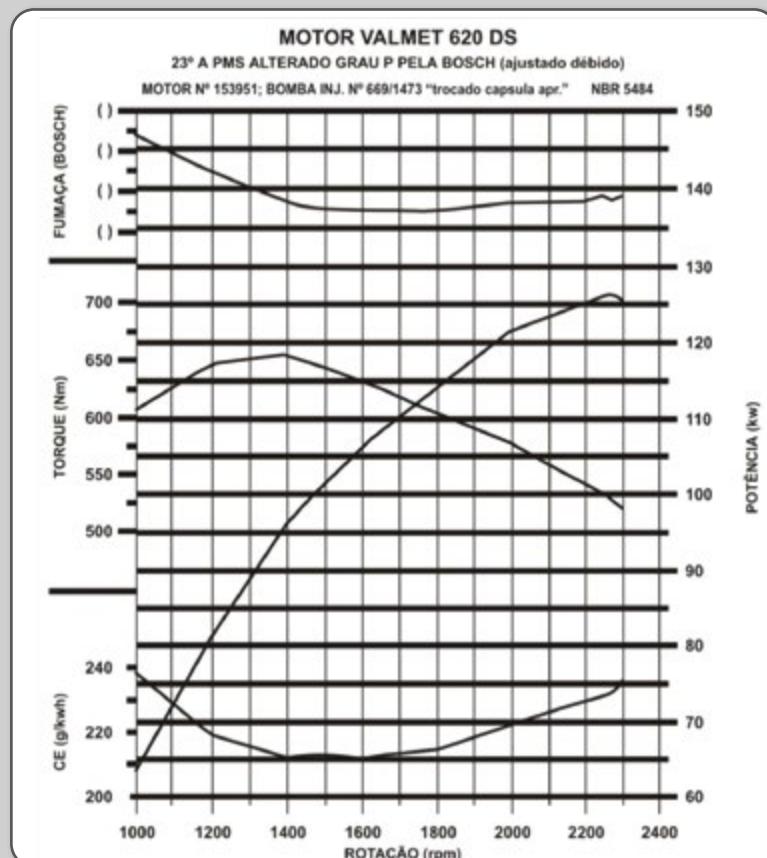


EXERCÍCIO

Utilizando o mapa do motor disponível na figura abaixo, avalie e identifique:

- O valor máximo do torque e a rotação do motor em que ele ocorre.
- O valor máximo da potência e a rotação correspondente.

Figura 21 – Mapa do motor Valmet 620 DS – Valtra.



Fonte – Valtra do Brasil, 2025.

As curvas do motor ajudam o operador a entender como o trator se comporta em diferentes rotações e cargas de trabalho. Saber interpretar essas informações é importante para utilizar o motor na faixa de melhor desempenho, economizando combustível e evitando desgastes desnecessários.

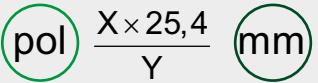
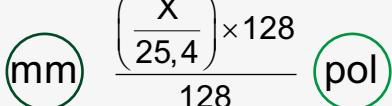
- **Curva de torque:** mostra a força de rotação que o motor gera em diferentes rotações. O ponto mais alto da curva indica o torque máximo, que representa a maior força que o motor pode entregar. Geralmente ocorre em rotações baixas a médias, em que o trator trabalha com mais força e eficiência.
- **Curva de potência:** indica a capacidade do motor de realizar trabalho ao longo do tempo. À medida que a rotação aumenta, a potência também cresce, atingindo seu pico nas rotações mais altas, em que o motor alcança o máximo desempenho.
- **Curva de consumo específico de combustível:** mostra o quanto de combustível o motor consome para gerar potência. Em rotações muito baixas ou muito altas, o consumo é maior. Nas rotações médias, o motor tem melhor rendimento, consumindo menos combustível e mantendo boa força.
- **Curva de emissão de fumaça:** indica o nível de poluição gerado na queima do combustível. Em rotações muito baixas, pode haver mais emissão de fumaça escura devido à combustão incompleta, sinal de que o motor não está aproveitando bem o combustível.

3.8 POLEGADAS

É muito comum o uso de medidas em polegadas na área agrícola, principalmente em ferramentas, componentes importados, sistemas hidráulicos, eixos, rodas e parafusos. Por isso, é importante que o operador saiba interpretar essas medidas e convertê-las para o sistema métrico utilizado no Brasil. Essa habilidade é essencial durante atividades de manutenção, montagem de implementos, ajustes ou substituição de peças, garantindo que o serviço seja feito corretamente.

Compreender as equivalências entre polegadas, centímetros e milímetros ajuda a evitar erros de instalação, danos aos equipamentos e ferramentas, mantendo o bom desempenho e a segurança das máquinas no campo. A seguir é possível visualizar a maneira correta de realizar conversões entre polegadas e milímetros.

Quadro 1 – Fórmulas de conversão entre polegadas e milímetros.

Conversão	Fórmula
Polegada para milímetro	
Milímetro para polegada	

Fonte – Vessoni, 2025.

3.8.1 Conversão de polegadas (pol) para milímetros (mm)

Para converter uma medida em polegadas para milímetros, utilizamos a seguinte lógica:

- X: numerador da fração da polegada
- Y: denominador da fração da polegada

A fórmula é:

$$mm = \frac{X \times 25,4}{Y}$$

Exemplo: Queremos converter 9/16 pol em milímetros.

- Numerador (X) = 9
- Denominador (Y) = 16

Aplicando a fórmula:

$$mm = \frac{9 \times 25,4}{16} = 14,28\ mm$$

Portanto, 9/16 pol corresponde a 14,28 mm.

3.8.2 Conversão de milímetros (mm) para polegadas (pol)

Para converter uma medida de milímetros (mm) para polegadas (pol), podemos usar a seguinte fórmula:

$$\text{pol} = \frac{X}{25,4} \times 128 \div 128$$

em que:

- X = valor em milímetros que se deseja converter.

Explicação da fórmula:

- 1) Dividir por 25,4: o número 25,4 representa a quantidade de milímetros em uma polegada. Portanto, ao dividir o valor em milímetros por 25,4, obtemos o equivalente em polegadas decimais.
- 2) Multiplicar por 128: multiplicando o resultado por 128, obtemos o numerador de uma fração que tem 128 como denominador. Nesse passo, o número obtido geralmente não será inteiro, então usamos o valor aproximado mais próximo para facilitar a conversão prática.
- 3) Simplificar a fração: por fim, dividimos o numerador e o denominador pelo maior divisor comum possível, obtendo a fração mais simples que representa a medida de forma prática.

Exemplo: converter 4 mm em polegadas.

Dividimos 4 por 25,4:

$$4 \div 25,4 \approx 0,15748 \text{ pol}$$

Multiplicamos por 128 para obter o numerador da fração:

$$0,15748 \times 128 \approx 20,15 \approx 20$$

Aqui, aproximamos o resultado para 20, que será o numerador da fração com denominador 128.

Escrevemos a fração e simplificamos:

$$\frac{20}{128} = \frac{5}{32} \text{ pol}$$

Resultado: 4 mm \approx 5/32 pol

Figura 22 – Tabela de conversão entre polegada e milímetro.

	0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	9"	10"	11"	
0/00"	0,0	25,4	50,8	76,2	101,6	127,0	152,4	177,8	203,2	228,6	254,0	279,4	0/00"
1/32"	0,8	26,2	51,6	77,0	102,4	127,8	153,2	178,6	204,0	229,4	254,8	280,2	1/32"
1/16"	1,6	27,0	52,4	77,8	103,2	128,6	154,0	179,4	204,8	230,2	255,6	281,0	1/16"
3/32"	2,4	27,8	53,2	78,6	104,0	129,4	154,8	180,2	205,6	231,0	256,4	281,8	3/32"
1/8"	3,2	28,6	54,0	79,4	104,8	130,2	155,6	181,0	206,4	231,8	257,2	282,6	1/8"
5/32"	4,0	29,4	54,8	80,2	105,6	131,0	156,4	181,8	207,2	232,6	258,0	283,4	5/32"
3/16"	4,8	30,2	55,6	81,0	106,4	131,8	157,2	182,6	208,0	233,4	258,8	284,2	3/16"
7/32"	5,6	31,0	56,4	81,8	107,2	132,6	158,0	183,4	208,8	234,2	259,6	285,0	7/32"
1/4"	6,3	31,7	57,1	82,5	107,9	133,3	158,7	184,1	209,5	234,9	260,3	285,7	1/4"
9/32"	7,1	32,5	57,9	83,3	108,7	134,1	159,5	184,9	210,3	235,7	261,1	286,5	9/32"
5/16"	7,9	33,3	58,7	84,1	109,5	134,9	160,3	185,7	211,1	236,5	261,9	287,3	5/16"
11/32"	8,7	34,1	59,5	84,9	110,3	135,7	161,1	186,5	211,9	237,3	262,7	288,1	11/32"
3/8"	9,5	34,9	60,3	85,7	111,1	136,5	161,9	187,3	212,7	238,1	263,5	288,9	3/8"
13/32"	10,3	35,7	61,1	86,5	111,9	137,3	162,7	188,1	213,5	238,9	264,3	289,7	13/32"
7/16"	11,1	36,5	61,9	87,3	112,7	138,1	163,5	188,9	214,3	239,7	265,1	290,5	7/16"
15/32"	11,9	37,3	62,7	88,1	113,5	138,9	164,3	189,7	215,1	240,5	265,9	291,3	15/32"
1/2"	12,7	38,1	63,5	88,9	114,3	139,7	165,1	190,5	215,9	241,3	266,7	292,1	1/2"
17/32"	13,5	38,9	64,3	89,7	115,1	140,5	165,9	191,3	216,7	242,1	267,5	292,9	17/32"
9/16"	14,3	39,7	65,1	90,5	115,9	141,3	166,7	192,1	217,5	242,9	268,3	293,7	9/16"
5/8"	15,9	41,3	66,7	92,1	117,4	142,9	168,3	193,7	219,1	244,5	269,9	295,3	5/8"
11/16"	17,5	42,9	68,3	93,7	119,1	144,5	169,9	195,3	220,7	246,1	271,5	296,9	11/16"
23/32"	18,3	43,7	69,1	94,5	119,9	145,3	170,7	196,1	221,5	246,9	272,3	297,7	23/32"
3/4"	19,0	44,4	69,8	95,2	120,6	146,0	171,4	196,8	222,2	247,6	273,0	298,4	3/4"
13/16"	20,6	46,0	71,4	96,8	122,2	147,6	173,0	198,4	223,8	249,2	274,6	300,0	13/16"
7/8"	22,2	47,6	73,0	98,4	123,8	149,2	174,6	200,0	225,4	250,8	276,2	301,6	7/8"
15/16"	23,8	49,2	74,6	100,0	125,4	150,8	176,2	201,6	227,0	252,4	277,8	303,2	15/16"

Fonte – Vessoni, 2025.

A tabela de conversão de polegadas para milímetros serve para identificar rapidamente quanto cada medida em polegadas representa no sistema métrico.

Organização dos valores na tabela

As colunas da esquerda e da direita mostram as chamadas polegadas fracionárias, que são as “partes da polegada”, como 1/16", 1/8", 1/4", 3/8" e outras frações usadas em parafusos, mangueiras e conexões de padrão americano.

Já a primeira linha, na parte superior da tabela, apresenta as polegadas inteiras, de 0" a 11".

Os números localizados no centro da tabela são os valores já convertidos para milímetros (mm).

Modo de usar

Para usar a tabela, basta localizar na lateral a fração desejada, seguir para cima até encontrar a polegada inteira correspondente e cruzar as duas informações: o número onde elas se encontram é o valor equivalente em milímetros.

Exemplos: 1/4" corresponde a aproximadamente 6,3 mm; 1/2" corresponde a aproximadamente 12,7 mm; e uma medida de 2 3/8" corresponde a cerca de 60,3 mm.

4. FERRAMENTAS

Durante a operação de tratores e máquinas agrícolas, é comum a necessidade de realizar manutenções corretivas, preventivas e preditivas. Para isso, o operador ou produtor rural utiliza diferentes ferramentas, que podem ser manuais, elétricas ou pneumáticas, cada uma adequada a tipos específicos de serviço. O uso correto das ferramentas facilita a execução das tarefas, garante precisão nos ajustes, aperto de parafusos, regulagem de componentes e desmontagem de peças, além de reduzir o risco de acidentes.

Além disso, ferramentas adequadas contribuem para a durabilidade dos equipamentos, evitando danos causados por esforços inadequados, e aumentam a vida útil das próprias ferramentas, reduzindo custos com reposição. Conhecer as funções, os cuidados e as limitações de cada ferramenta é fundamental para que o operador realize o trabalho com eficiência, segurança e qualidade, mantendo a produtividade e o bom funcionamento do trator e implementos agrícolas.

4.1 FERRAMENTAS UNIVERSAIS E ESPECÍFICAS

As ferramentas universais são aquelas mais comuns e utilizadas por produtores rurais e operadores em diversas atividades no campo e na propriedade, como alicates, chaves fixas e combinadas, chaves de boca, chaves de fenda, soquetes, martelos, marretas e torquímetros. Elas são indispensáveis para realizar manutenções simples no trator, como apertar parafusos, ajustar correias, substituir filtros ou realizar pequenas regulagens. O uso correto dessas ferramentas evita danos nas peças, garante a segurança do operador e prolonga a vida útil do equipamento.

Por outro lado, existem as ferramentas específicas, que são desenvolvidas para funções determinadas, geralmente utilizadas por mecânicos especializados. Exemplos incluem sacadores de polias, extratores de rolamentos, ferramentas de alinhamento, chaves de travamento e gabaritos de montagem. Essas ferramentas permitem executar reparos mais complexos, como remoção de componentes do motor, ajuste de embreagens, regulagem de válvulas e substituição de eixos, sem causar deformações ou desalinhamentos nas peças.

Figura 23 – Ferramentas universais.



Fonte – Adaptado de Gedore, 2024.

4.2 CUIDADOS COM FERRAMENTAS

Manter as ferramentas em bom estado é essencial para garantir segurança, eficiência e durabilidade nas atividades com tratores e implementos agrícolas. Ferramentas bem cuidadas facilitam os trabalhos de manutenção, reduzem o tempo de serviço e evitam acidentes provocados por falhas ou improvisos.

O operador deve adotar hábitos simples de conservação e organização, preservando seu investimento e garantindo que as ferramentas estejam sempre prontas para o uso.

A seguir, são apresentadas algumas dicas e cuidados importantes relacionados ao uso e à conservação do ferramental.

- manter as ferramentas organizadas, garantindo agilidade e reduzindo perda de tempo;
- guardar as ferramentas em local apropriado, seco e arejado;
- remover poeira, sujeira, óleo e graxa após cada utilização;
- lubrificar as ferramentas que necessitam desse cuidado para evitar oxidação;
- evitar bater em ferramentas com martelos ou marretas, utilizando equipamentos próprios para impacto;

- verificar periodicamente o estado das ferramentas, substituindo as danificadas ou desgastadas;
- utilizar cada ferramenta para sua finalidade específica, evitando improvisos que possam causar acidentes;
- manter os cabos e empunhaduras firmes e em bom estado, evitando folgas e rachaduras;
- transportar as ferramentas de forma segura, preferencialmente em caixas ou bolsas adequadas.

Figura 24 – Ferramentas organizadas em local apropriado.



Fonte – Vessoni, 2025.

5. MOTOR

5.1 CONTEXTO HISTÓRICO

Os primeiros motores de combustão externa surgiram no século XVIII e utilizavam lenha como combustível, material abundante e de baixo custo na época. Esses motores a vapor eram usados principalmente em máquinas estacionárias, como bombas e locomotivas, e marcaram o início da mecanização.

No século XIX, surgiram os motores de combustão interna, que queimavam o combustível dentro do próprio motor. Seu aparecimento provocou grande avanço na mecânica, pois apresentavam maior eficiência, menor peso, partida mais rápida e facilidade de adaptação a diferentes tipos de máquinas, quando comparados aos motores a vapor.

O primeiro motor de combustão interna foi construído em 1860 pelo francês Jean Joseph Étienne Lenoir. Ele tinha cerca de 1 cavalo-vapor (CV) de potência e funcionava com gás de iluminação.

Em 1862, o engenheiro francês Alphonse Beau de Rochas publicou estudos teóricos que descreviam o princípio do ciclo de quatro tempos, estabelecendo as bases para o funcionamento dos motores modernos. Alguns anos depois, em 1867, os alemães Nikolaus Otto e Eugen Langen, inspirados nesses estudos e no motor de Lenoir, desenvolveram um modelo mais eficiente, que comprimia a mistura de ar e gás antes da ignição por centelha elétrica, um grande avanço na época. Com base nesses aprimoramentos, Otto apresentou, em 1872, o famoso motor de ciclo Otto, produzido em série a partir de 1876, que utilizava gás de carvão como combustível e centelha elétrica para a ignição.

Em 1889, os motores de ciclo Otto passaram a ser aplicados em veículos automotores, agora utilizando gasolina como combustível, um marco no início da indústria automobilística.

Por fim, em 1897, o engenheiro Rudolf Diesel, nascido na França e filho de pais alemães, desenvolveu o primeiro motor a diesel de sucesso. O protótipo era monocilíndrico, com 20 CV de potência a 172 rpm, apresentava rendimento térmico de 27% e consumia cerca de 247 gramas de combustível por hora. Após comprovar seu funcionamento, Diesel cedeu as licenças de fabricação para as empresas MAN, Deutz e Sulzer, o que permitiu a ampla difusão do novo sistema de combustão por compressão em todo o mundo.

O motor de combustão interna de quatro tempos, que Rudolf Diesel chamou de “motor térmico racional”, ficou conhecido como motor Diesel. Esse tipo de motor se destacou por sua eficiência e economia, e até hoje mantém os maiores rendimentos térmicos entre todos os tipos de motores de combustão.

Com o passar dos anos, os motores foram se modernizando e incorporando novas tecnologias, mas seus princípios de funcionamento ainda se baseiam nas descobertas feitas por Otto e Diesel.

Atualmente, os motores utilizados em tratores, caminhões e automóveis seguem dois principais tipos de funcionamento: o ciclo Otto e o ciclo Diesel, cada um com suas particularidades.

- Os motores de ciclo Otto utilizam combustíveis mais voláteis, como gasolina ou etanol, e necessitam de uma centelha elétrica para iniciar a combustão da mistura de ar e combustível.
- Os motores de ciclo Diesel operam com óleo diesel e não precisam de centelha, pois a combustão ocorre pela compressão do ar, que aquece até inflamar o combustível injetado.

Em resumo, a principal diferença entre eles está no tipo de combustível e no modo de ignição: o motor Otto depende de sistema elétrico para gerar a centelha, enquanto o Diesel utiliza a alta compressão do ar para provocar a combustão. Essa característica torna o motor Diesel mais robusto, econômico e durável, sendo o mais usado em máquinas agrícolas e veículos de carga.

5.2 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DOS MOTORES

O motor tem a função de transformar a energia química do combustível em energia mecânica, que será usada para movimentar veículos, máquinas ou equipamentos. Nos motores de combustão interna, essa transformação ocorre dentro do próprio motor, por meio da queima controlada do combustível no interior dos cilindros.

Durante esse processo, a energia liberada pela combustão gera calor e pressão, fazendo o pistão se movimentar dentro do cilindro. Esse movimento é transmitido ao virabrequim, que converte o movimento alternado do pistão em movimento rotativo, capaz de acionar as rodas ou outros sistemas mecânicos.

Para que a combustão aconteça dentro do motor, é preciso que três elementos estejam presentes na medida certa: ar (oxigênio), combustível e calor, que juntos

formam o chamado “triângulo do fogo”. A mistura entre o ar e o combustível deve estar na proporção correta para que a combustão seja completa, garantindo melhor aproveitamento da energia, maior potência do motor, economia de combustível e redução na emissão de poluentes.

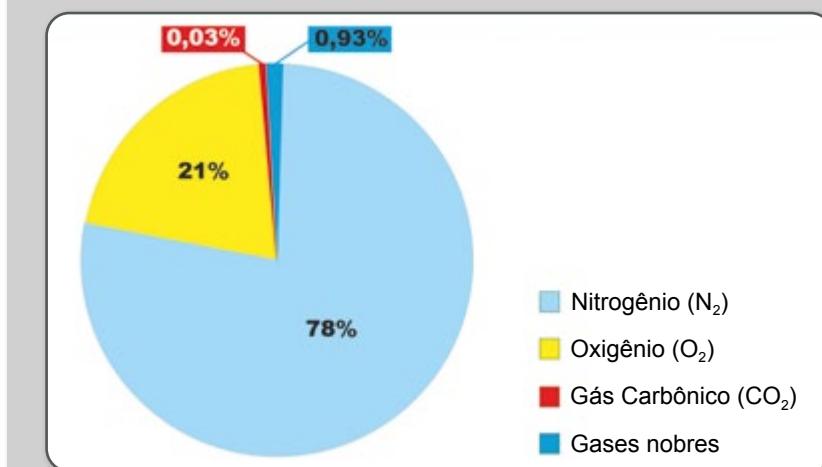
É importante destacar que na Figura 26 estão indicados os valores aproximados dos gases que participam dessa mistura ideal de combustão.

Figura 25 – Triângulo do fogo: elementos presentes para que ocorra combustão.



Fonte – Vessoni, 2025.

Figura 26 – Composição do ar atmosférico.



Fonte – Vessoni, 2025.

No motor, a combustão ocorre em etapas e de forma contínua. Primeiro, a mistura de ar e combustível é admitida no cilindro; em seguida, o pistão comprime essa mistura, elevando sua pressão e temperatura. Nos motores Otto, a queima é provocada por uma faísca gerada pela vela de ignição. Já nos motores Diesel a combustão acontece de forma espontânea, devido à alta compressão do ar que aquece e inflama o combustível no momento da injeção.

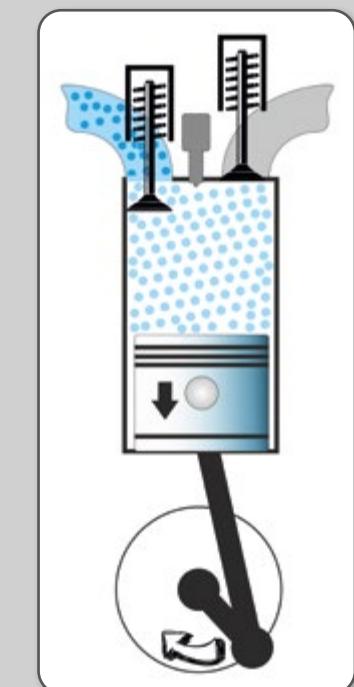
A explosão dessa mistura gera gases em alta pressão, que empurram o pistão para baixo, transformando a energia térmica em energia mecânica. Depois, durante a fase de exaustão, os gases queimados são liberados, e o ciclo recomeça, garantindo o funcionamento contínuo do motor.

5.3 | TEMPOS DO MOTOR

O movimento do virabrequim dentro do motor é responsável por transformar o movimento alternado dos pistões em rotação contínua, mantendo a sincronia com outros componentes, como o comando de válvulas e a bomba injetora. Cada pistão realiza movimentos de subida e descida dentro da camisa do cilindro, formando os chamados tempos do motor: admissão, compressão, combustão (ou explosão) e escape (ou exaustão), que se repetem continuamente durante o funcionamento da máquina.

O primeiro tempo, chamado de admissão (também conhecido como indução ou introdução), consiste na entrada da mistura ar/combustível nos motores de ciclo Otto ou somente de ar nos motores de ciclo Diesel para dentro da câmara de combustão. Nesse momento, o pistão desce e a válvula de admissão se abre, permitindo a passagem do ar (oxigênio) proveniente do sistema de filtragem de ar, que garante que o ar chegue limpo e adequado ao interior do motor.

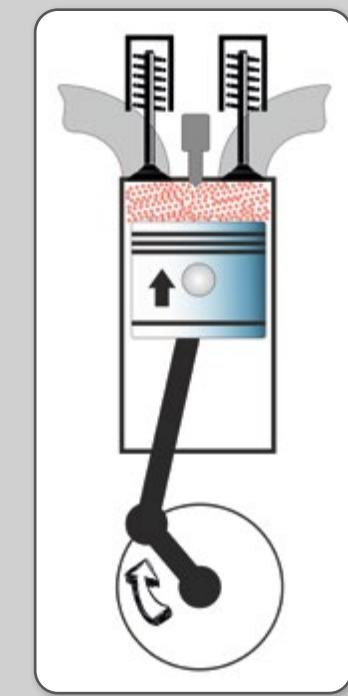
Figura 27 – Admissão: primeiro tempo do motor.



Fonte – Vessoni, 2025.

O segundo tempo é chamado de compressão. Nesse momento, as válvulas de admissão, que estavam abertas, se fecham, e o pistão, que se encontra próximo ao ponto morto inferior (PMI), sobe em direção ao ponto morto superior (PMS). Durante esse movimento, o ar (no motor Diesel) ou a mistura ar/combustível (no motor Otto) é comprimido dentro da câmara de combustão, o que eleva significativamente sua pressão e temperatura, preparando o ambiente para o início da combustão.

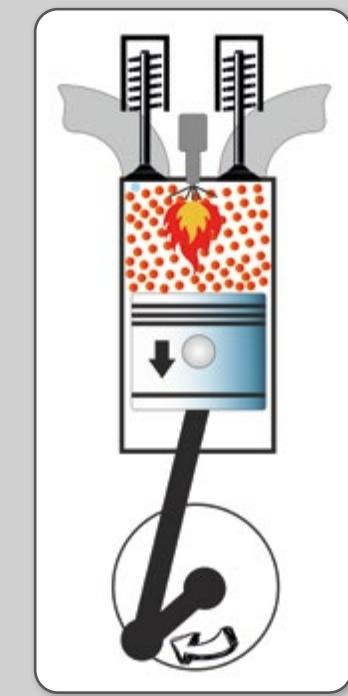
Figura 28 – Compressão: segundo tempo do motor.



Fonte – Vessoni, 2025.

O terceiro tempo é chamado de combustão ou explosão. Nesse momento, ocorre a injeção e a queima do combustível, gerando a força que movimenta o motor. Nos motores de ciclo Otto (álcool e gasolina), a centelha produzida pelas velas de ignição inflama a mistura ar/combustível. Já nos motores de ciclo Diesel a combustão ocorre de forma espontânea, devido à alta compressão do ar, que eleva sua temperatura a ponto de inflamar o combustível injetado. Essa explosão empurra o pistão para baixo com força, produzindo a propulsão que move o motor.

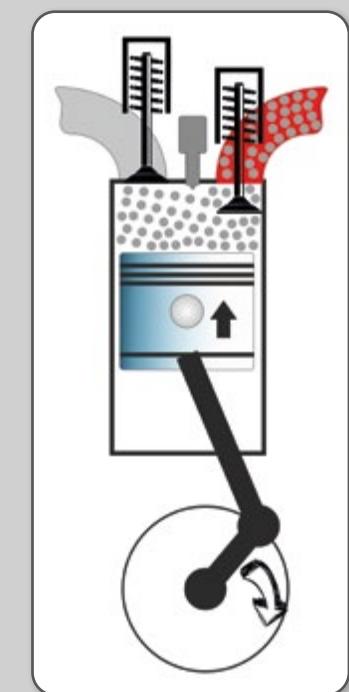
Figura 29 – Combustão: terceiro tempo do motor.



Fonte – Vessoni, 2025.

O quarto tempo é chamado de exaustão, expulsão ou escape. Após a queima do combustível e o pistão ser impulsionado para baixo, ele retorna para cima, empurrando os gases resultantes da combustão. Nesse momento, a válvula de escape se abre, permitindo que esses gases sejam liberados da câmara de combustão para o exterior. Esse processo completa o ciclo de funcionamento do motor, preparando-o para reiniciar o ciclo a partir da admissão.

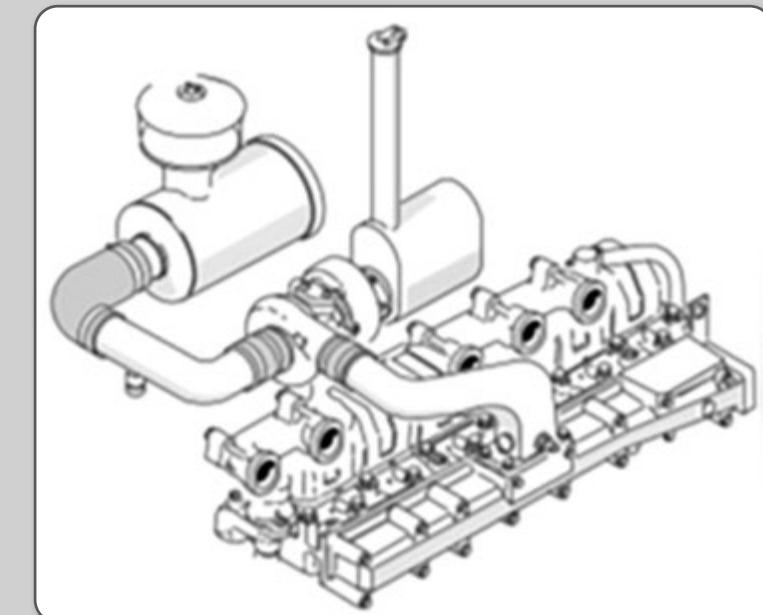
Figura 30 – Escape: quarto tempo do motor.



Fonte – Vessoni, 2025.

6. SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE AR

Figura 31 – Filtro de ar e seus componentes.



Fonte – Sisu Diesel, [s.d.], p. 0-22.

6.1 FUNÇÃO

O sistema de alimentação de ar é responsável por fornecer ar limpo e em quantidade adequada para o funcionamento do motor, sendo um dos três elementos essenciais do triângulo do fogo (ar, combustível e ignição).

O ar de admissão precisa atender a dois critérios principais: qualidade e quantidade. A qualidade está relacionada à limpeza e ausência de impurezas, para evitar desgaste prematuro das partes internas do motor. A quantidade adequada garante a combustão completa do combustível, otimizando a potência, a eficiência e o consumo de combustível.

Cada componente do sistema de admissão de ar, como filtros, dutos, turbocompressores e válvulas, tem um papel essencial para garantir que o ar chegue ao motor nas condições ideais. Quando esse sistema é bem projetado e mantido, ele protege o motor contra impurezas, melhora o desempenho e ainda ajuda a reduzir a emissão de poluentes, garantindo um funcionamento mais eficiente e confiável da máquina no campo.

6.2 COMPONENTES DO SISTEMA

O sistema de alimentação de ar de um motor é formado por diversos componentes que trabalham em conjunto para garantir que o ar chegue limpo, na quantidade adequada e com pressão correta para a combustão. Cada parte tem uma função específica, a qual será detalhada a seguir.

6.2.1 Pré-filtro ou purificador

Tem por função reter as impurezas de maior peso, aumentando com isso os intervalos de saturação do filtro principal, uma vez que retém grande parte das partículas suspensas no ar.

Figura 32 – Pré-filtro (purificadores).



Fonte – Adaptado de Agro Peças Online, 2025; Donaldson Company, 2025; Mercado Livre, 2025c; OCuarto, 2025; Mercado Livre, 2025b.

6.2.2 Carcaça do filtro

A carcaça tem a função de alojar e proteger os filtros primário e secundário, sendo fundamental que ofereça uma vedação perfeita para garantir a proteção completa dos filtros. Alguns modelos incluem um ciclonizador, que direciona o fluxo de ar, e na sua base têm um sistema coletor de poeira para aumentar a eficiência na retenção de partículas.

Figura 33 – Carcaça dos filtros.



Fonte – Adaptado de Real Trator, 2025; Magazine Luiza, 2025; eBay, 2024.

6.2.3 Filtro principal e secundário

Os filtros de ar do motor têm a função de reter as impurezas presentes no ar, prevenindo que partículas abrasivas danifiquem os componentes internos do motor. O filtro secundário, também chamado de elemento de segurança, realiza a filtragem das partículas que eventualmente passem pelo filtro primário. Durante a montagem, é importante garantir que o encaixe na carcaça esteja correto, assegurando a eficiência do sistema de filtragem.

Figura 34 – Filtros principais e secundário de ar.



Fonte – Parker Hannifin, 2012, p. 02.

6.2.4 Ejotor de poeira, ciclonizador e ejotor de ar

Quando o ar entra na carcaça do filtro, o ciclonizador ou direcionador de ar (Figura 35) provoca um movimento centrífugo, fazendo com que as partículas mais pesadas sejam lançadas para as bordas internas da carcaça. Essas impurezas são então direcionadas para o coletor de poeira ou para o ejotor de poeira (Figura 36). Nesse último caso, o sistema expele a poeira automaticamente por meio de um tubo conectado ao escapamento (sistema venturi) ou ao defletor do radiador, realizando

uma autolimpeza da carcaça. Esse processo reduz a necessidade de limpezas frequentes e aumenta a eficiência do sistema de filtragem.

Figura 35 – Ciclonizador.



Fonte – Mercado Livre, 2025a.

Figura 36 – Ejutor de poeira.



Fonte – Vessoni, 2025.

6.2.5 Indicadores de restrição

Os indicadores de restrição (sensores) funcionam com base no vácuo gerado pela saturação do filtro de ar, sinalizando que ocorreu redução do volume de ar da admissão. Normalmente isso ocorre quando o elemento filtrante atinge o limite máximo de obstrução. Esse sistema permite ao operador identificar o momento correto para realizar a manutenção, evitando perda de desempenho do motor e aumento no consumo de combustível. É importante lembrar que cada fabricante de trator tem especificações e recomendações próprias, que devem ser seguidas conforme o

modelo do equipamento. Por isso, o manual do operador deve estar sempre à mão para consulta antes de qualquer intervenção.

Figura 37 – Sensor indicador de restrição mecânico.



Fonte – Sorasa, 2025.

Figura 38 – Sensor indicador de restrição elétrico.

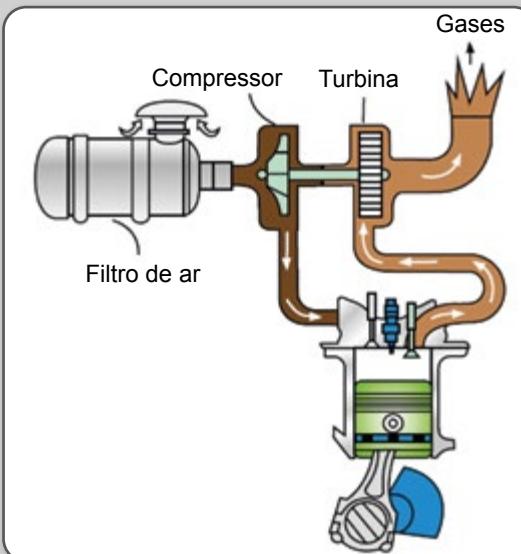


Fonte – John Deere, 2025.

6.2.6 Turbocompressor

O turbocompressor é o componente responsável por aproveitar a energia dos gases do escapamento para movimentar uma turbina, que, por sua vez, aciona o compressor de ar. Este, por sua vez, aspira o ar atmosférico filtrado e o comprime antes de enviá-lo ao coletor de admissão, aumentando a quantidade de ar disponível para a combustão. Esse processo melhora o rendimento do motor, proporcionando maior potência e eficiência sem aumento proporcional no consumo de combustível.

Figura 39 – Turbocompressor.



Fonte – Senar, 2022, p. 15.

6.2.7 *Intercooler*

O *intercooler* é um componente que resfria o ar comprimido pelo turbocompressor antes da entrada no motor. Quando o ar é resfriado, ele fica mais denso, ou seja, entra mais ar e oxigênio na queima do combustível. Isso faz com que o motor trabalhe melhor, com mais força e menos gasto de combustível, além de aumentar a sua vida útil.

Figura 40 – *Intercooler*.

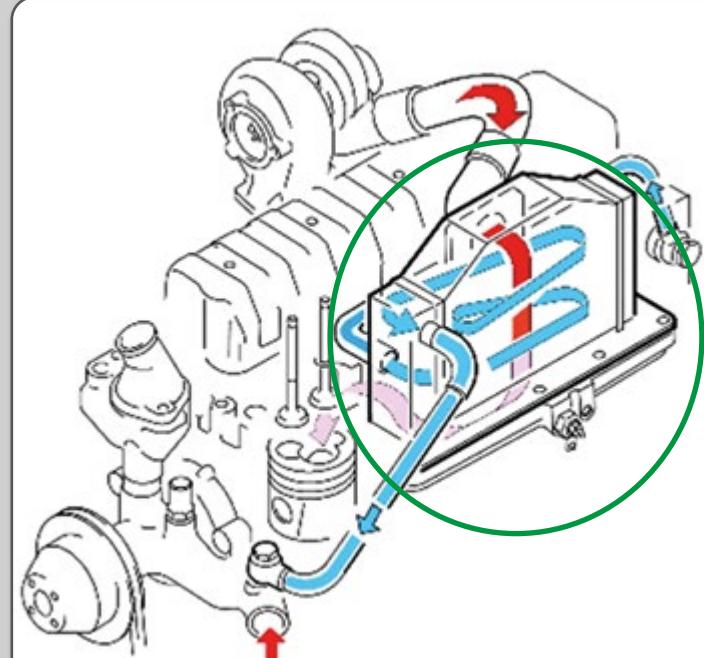


Fonte – Vessoni, 2025.

6.2.8 *Aftercooler*

O *aftercooler* tem a função de resfriar o ar que vai entrar no motor, assim como o *intercooler*. A diferença é que ele usa o mesmo líquido de arrefecimento do motor para fazer esse resfriamento. Ao deixar o ar mais frio e denso, o *aftercooler* melhora o aproveitamento do combustível, aumenta o desempenho do motor e ajuda a reduzir o desgaste das peças.

Figura 41 – Aftercooler.



Fonte – Sisu diesel, [s.d.], p. 0-22.

6.3 DICAS, ORIENTAÇÕES E MANUTENÇÕES

Um filtro de ar mal instalado pode causar sérios danos ao motor da máquina. Para garantir o bom funcionamento do sistema de ar, é importante inspecionar regularmente as mangueiras e tubulações, verificar se as abraçadeiras estão bem apertadas, limpar diariamente a válvula de descarga e realizar periodicamente o teste do sensor de restrição.

Além disso, é fundamental manter o filtro sempre limpo, substituindo o elemento filtrante conforme o manual do fabricante, garantindo que o ar que chega ao motor esteja livre de impurezas, prevenindo desgaste prematuro e mantendo o motor eficiente e seguro.

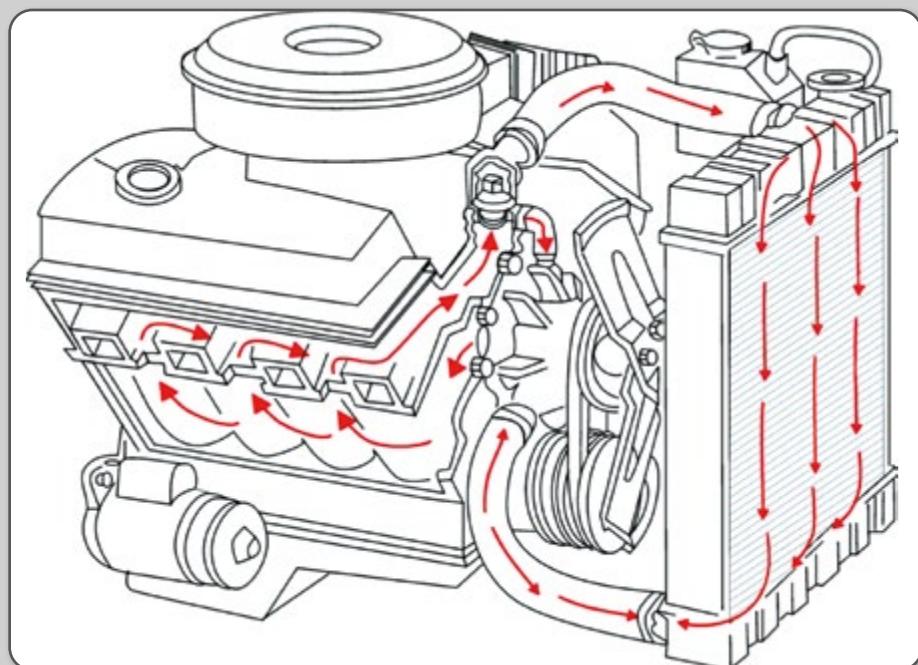
Para a manutenção e limpeza do filtro e do sistema de ar, deve-se sempre seguir as orientações do manual do fabricante. Cada equipamento demanda procedimentos específicos, intervalos de inspeção e cuidados de segurança. Seguir essas instruções garante eficiência do sistema, prolonga a vida útil do motor e reduz riscos durante a manutenção.

7. SISTEMA DE ARREFECIMENTO DO MOTOR

7.1 FUNÇÃO

O sistema de arrefecimento do motor tem a função de controlar a temperatura durante o funcionamento do trator. Isso porque, ao queimar o combustível e movimentar suas peças internas, o motor gera grande quantidade de calor. O papel do sistema é retirar esse excesso de calor, evitando o superaquecimento e mantendo o motor dentro da faixa ideal de trabalho, que pode variar conforme o modelo, a aplicação ou o fabricante. Quando o sistema funciona corretamente, ele garante o bom desempenho do motor, reduz o desgaste das peças e aumenta sua durabilidade.

Figura 42 – Sistema de arrefecimento.



Fonte – MTE Thomson, 2025, capa.

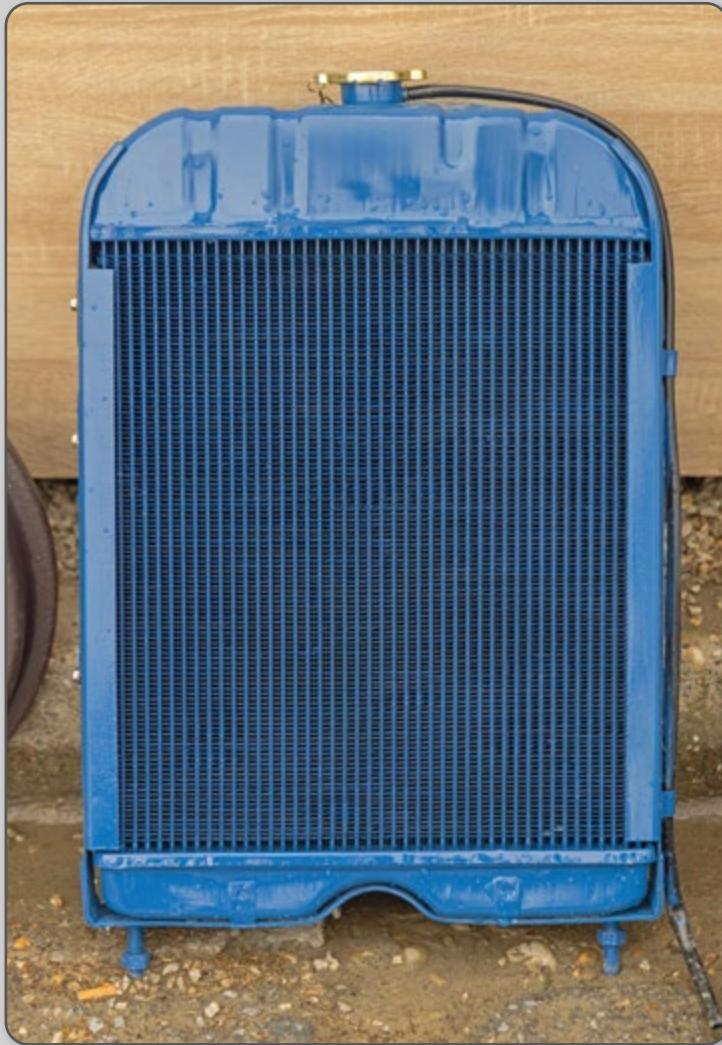
7.2 COMPONENTES DO SISTEMA

O sistema de arrefecimento do motor é composto por vários componentes que atuam em conjunto para manter a temperatura do motor dentro da faixa ideal de funcionamento. Cada peça tem uma função específica, como circular o líquido de arrefecimento, dissipar o calor e controlar a temperatura. A seguir, serão apresentados os principais componentes desse sistema e suas respectivas funções.

7.2.1 Radiador

O radiador é o componente que armazena e resfria o líquido do sistema de arrefecimento do motor. Suas colmeias (ou aletas) facilitam a troca de calor entre o líquido aquecido que circula internamente e o ar que passa externamente, permitindo que o calor seja dissipado e o motor mantenha a temperatura ideal de funcionamento.

Figura 43 – Radiador.



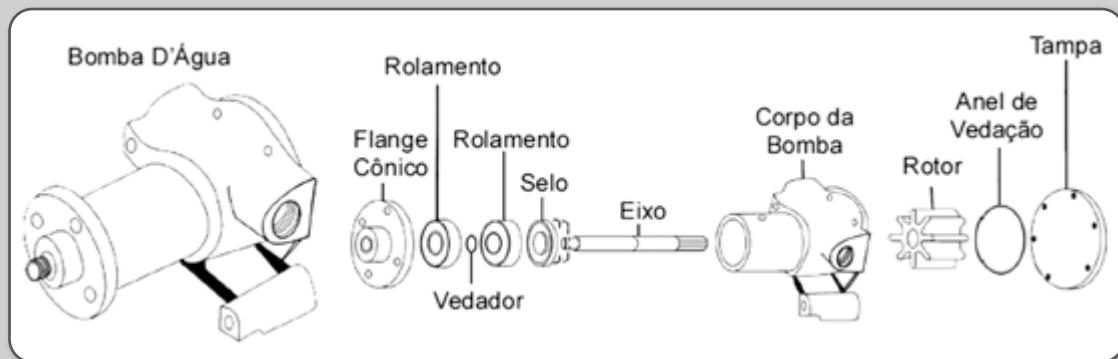
Fonte – Baloncici/Shutterstock, 2025.

7.2.2 Bomba d'água

A bomba d'água é responsável por fazer o líquido de arrefecimento circular continuamente pelas galerias do motor, retirando o calor gerado na combustão e mantendo a temperatura de trabalho ideal. Acionada mecanicamente pelo próprio

motor, sua vazão aumenta conforme a rotação, garantindo que o resfriamento acompanhe o esforço do equipamento. Se a bomba falhar, o líquido deixa de circular, podendo causar superaquecimento e sérios danos ao motor.

Figura 44 – Bomba d'água.

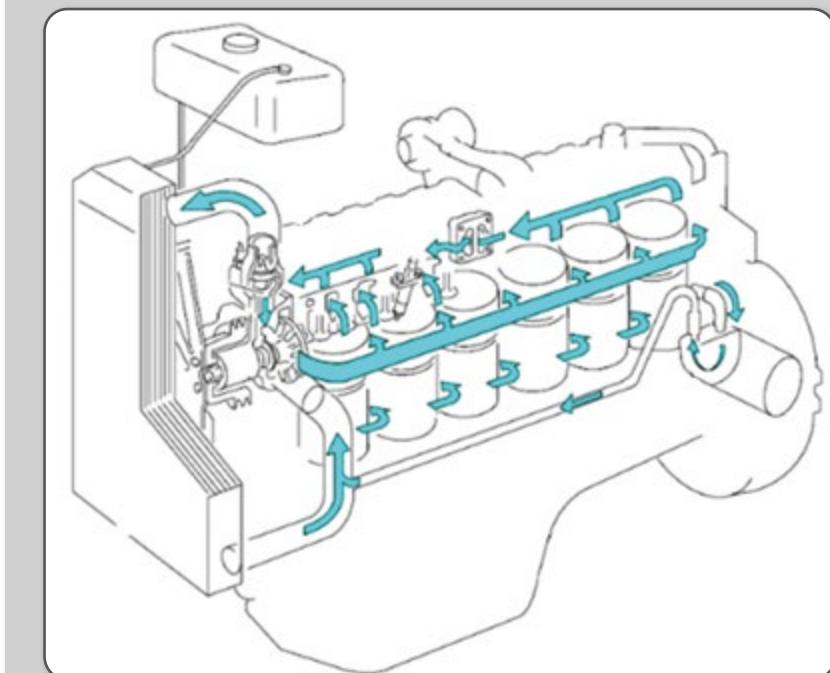


Fonte – MTE Thomson, 2025, p. 12.

7.2.3 Galerias de arrefecimento

As galerias de arrefecimento são canais internos existentes no bloco e no cabeçote do motor, por onde circula o líquido de arrefecimento. Esse líquido absorve o calor gerado pela combustão e o conduz até o radiador, onde é resfriado antes de retornar ao motor.

Figura 45 – Galerias de arrefecimento.

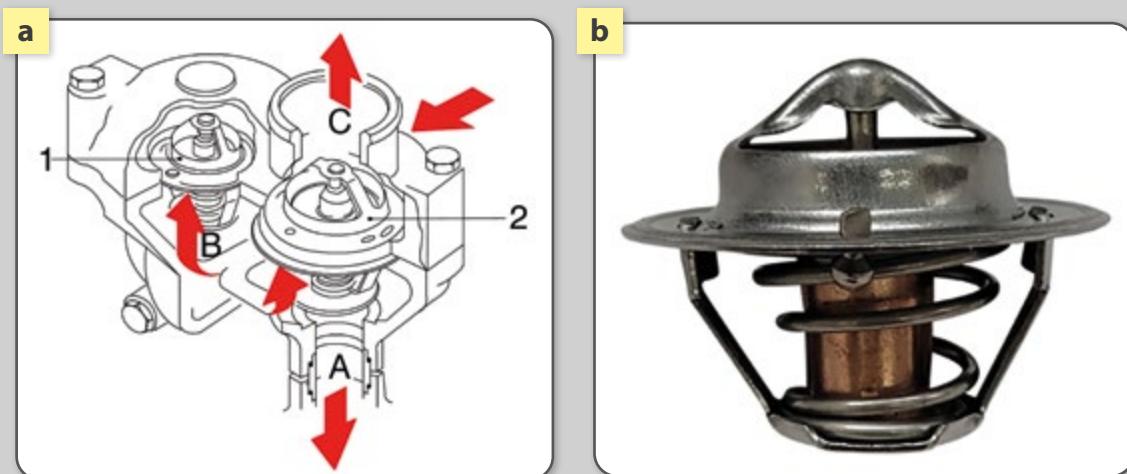


Fonte – Sisu Diesel, [s.d.] p. 0-21.

7.2.4 Válvula termostática

A válvula termostática tem a função de controlar o fluxo do líquido de arrefecimento entre o motor e o radiador. Quando o motor está frio, a válvula permanece fechada, permitindo que ele aqueça rapidamente. À medida que a temperatura sobe, a válvula se abre gradualmente, liberando o líquido para o radiador. Esse controle mantém a temperatura ideal de funcionamento, garantindo melhor desempenho e durabilidade do motor.

Figura 46 – Válvulas termostáticas.



Fonte – Sisu Diesel, [s.d.], p. 0-21 (a) e Tratorvel, 2025 (b).

7.2.5 Tanque de expansão

O tanque de expansão serve como reservatório auxiliar do sistema de arrefecimento. Ele armazena o volume extra de líquido que se expande com o aumento da temperatura do motor e mantém a pressão interna do sistema dentro de limites seguros. Quando o motor esfria, o líquido retorna ao circuito, garantindo o nível correto no radiador e evitando a entrada de ar no sistema.

Figura 47 – Tanque de expansão.



Fonte – Vessoni, 2025.

7.2.6 Tampa do radiador

A tampa do radiador tem a função de manter a pressão adequada dentro do sistema de arrefecimento, elevando o ponto de ebulição do líquido e evitando perdas por fervura.

Figura 48 – Tampas de radiadores.



Fonte – TANAPAT LEK.JIW/Shutterstock.

7.2.7 Mangueiras

As mangueiras do sistema de arrefecimento conduzem o líquido entre o motor e o radiador. A mangueira superior leva o líquido quente do motor ao radiador, enquanto a inferior retorna o líquido resfriado ao motor. O excesso de pressão, o desgaste ou a frouxidão das abraçadeiras pode danificar as mangueiras, causando vazamentos e risco de superaquecimento.

Figura 49 – Mangueiras do sistema de arrefecimento.



Fonte – vershandrey/Shutterstock.

7.2.8 Hélice ou ventilador

A hélice ou ventilador normalmente é acionada pela correia do motor de forma mecânica ou elétrica, pode soprar ou succionar o radiador dependendo do modelo e posição do motor. Faz com que forme uma corrente de ar canalizada pelo defletor de ar que passa pelas colmeias do radiador ocorrendo a troca de calor.

Figura 50 – Hélice do ventilador.



Fonte – Kudrin Ilia/Shutterstock.

7.2.9 Sensor de temperatura

O sensor de temperatura mede a temperatura do líquido de arrefecimento do motor e envia essas informações à central eletrônica ou ao painel de instrumentos.

Figura 51 – Sensor de temperatura.



Fonte – LEVCHENKO HANNA/Shutterstock.

7.2.10 Drenos do bloco e radiador

Os drenos do bloco e do radiador permitem esvaziar o líquido de arrefecimento presente nas galerias do motor e do radiador. Eles facilitam a manutenção e a substituição do líquido, garantindo que o sistema seja completamente drenado e evitando a presença de resíduos que possam comprometer o funcionamento do motor.

Figura 52 – Dreno do bloco.



Fonte – MWM internacional, 2025, p. 7.

Figura 53 – Dreno do radiador.



Fonte – Made-in-China, 2025.

7.3 DICAS, ORIENTAÇÕES E MANUTENÇÕES

Para manter o sistema de arrefecimento do motor em bom estado e garantir seu funcionamento eficiente, é fundamental realizar a limpeza diária do radiador, retirando sujeira, folhas e detritos que possam obstruir a circulação de ar; utilizar o aditivo correto na quantidade e no tipo recomendados pelo fabricante, protegendo o sistema contra corrosão, cavitação e congelamento; realizar periodicamente a lavagem interna do circuito para remover resíduos e sedimentos acumulados no radiador, no bloco do motor e nas mangueiras; verificar a pressão da tampa do radiador conforme a marca e o modelo do equipamento, garantindo a operação segura do sistema; e, após qualquer limpeza ou manutenção, desarrear o circuito para eliminar bolhas de ar, assegurando a circulação completa do líquido de arrefecimento e prevenindo pontos de superaquecimento, contribuindo assim para a durabilidade e eficiência do motor.

7.4 USO DE ADITIVOS EM SISTEMA DE ARREFECIMENTO

7.4.1 Funções

O uso de aditivos no sistema de arrefecimento mantém o líquido dentro da faixa de temperatura ideal, controlando a temperatura do motor, aumentando sua durabilidade e garantindo maior disponibilidade do equipamento. Dependendo de sua função, como anticorrosivo, anticongelante, antifervente, antiengripante ou antiespumante, os aditivos elevam o ponto de ebulição do líquido, reduzem o ponto de congelamento, protegem peças móveis – como bomba d'água, válvula termostática e tampa do radiador contra desgaste e corrosão – e diminuem a formação de bolhas de ar no sistema, prevenindo a cavitação em componentes como camisas de cilindro, radiador, selos e bomba d'água, assegurando o funcionamento seguro e eficiente do motor.

Figura 54 – Uso de aditivos em tratores.



Fonte – Vessoni, 2025.

7.4.2 Tipos de aditivos segundo sua composição química

Os aditivos do sistema de arrefecimento protegem o motor contra corrosão, desgaste e superaquecimento, mantendo o líquido na temperatura ideal e garantindo maior durabilidade do equipamento. Eles podem ser classificados conforme sua composição química em:

- **aditivo inorgânico:** formulado com sais de sódio ou potássio de ânions inorgânicos, totalmente desenvolvido em laboratório (sintético). É indicado para motores mais antigos, requer manutenção mais frequente e protege contra corrosão de forma eficiente.
- **aditivo orgânico:** contém inibidores de corrosão à base de sais de ânions orgânicos e monoetilenoglicol, oferecendo maior estabilidade que os produtos convencionais. Necessita de menor frequência de manutenção e é indicado para motores modernos, garantindo proteção duradoura.
- **aditivo híbrido:** combina inibidores orgânicos com uma pequena adição de sais inorgânicos, oferecendo características adicionais de proteção e equilíbrio entre durabilidade e manutenção.

Escolher o aditivo correto para cada motor, utilizando a quantidade indicada pelo fabricante, é essencial para prevenir corrosão, cavitação, desgaste prematuro e garantir que o motor funcione de maneira segura e eficiente. Aditivos diferentes não devem ser misturados (como orgânico com inorgânico), pois isso pode reduzir a proteção do motor e causar corrosão ou desgaste prematuro.

7.4.3 Causas do superaquecimento

O superaquecimento ocorre quando o equipamento agrícola não consegue manter a temperatura de trabalho ideal, comprometendo o desempenho e podendo danificar o motor.

Figura 55 – Superaquecimento no sistema de arrefecimento.



Fonte – Ody_Stocker/Shutterstock.

Para evitar problemas, é fundamental realizar manutenção diária e inspeções periódicas. Diante de um superaquecimento, deve-se realizar uma investigação para identificar a causa principal da irregularidade, pois existem várias possibilidades, entre elas:

- falta de aditivo no radiador;
- líquido de arrefecimento sujo por falta de troca periódica;
- contaminação do líquido de arrefecimento por óleo lubrificante;
- acúmulo de ferrugem no radiador e nas galerias do motor;
- válvula termostática com defeito;
- radiador ou *intercooler* entupido ou danificado, interna ou externamente;
- correia da bomba d'água frouxa;
- tampa do radiador errada ou danificada;
- bomba d'água com defeito;
- respiro do tanque de expansão entupido;
- grade frontal do trator obstruída por sujeira ou detritos;
- óleo lubrificante ausente, vencido ou contaminado;
- bico injetor desregulado;
- junta de cabeçote queimada;
- operação incorreta do equipamento;
- mangueiras danificadas ou obstruídas;
- filtro de óleo saturado;
- hélice com pás faltando ou danificada;
- defletor do radiador danificado;
- períodos de calor intenso.

8. SISTEMA DE COMBUSTÍVEL

8.1 FUNÇÃO

O sistema de combustível tem a função de fornecer ao motor a quantidade correta de combustível, garantindo que haja reserva suficiente para diferentes condições de rotação e carga.

O motor depende de combustível limpo e na quantidade ideal para funcionar corretamente. Conhecer a função de cada componente e realizar a manutenção adequada contribui para melhor desempenho, economia de combustível e maior vida útil do motor.

8.2 COMPONENTES

8.2.1 Filtro de tela do bocal de enchimento

O filtro de tela do bocal de abastecimento tem a função de retirar impurezas maiores do diesel durante o abastecimento, garantindo que apenas combustível limpo entre no tanque. Isso ajuda a proteger os filtros internos, a bomba e os bicos injetores, evitando entupimentos e danos ao motor.

Figura 56 – Filtro de tela do bocal.



Fonte – Vessoni, 2025.

8.2.2 Tanque de combustível

O tanque de combustível serve para armazenar o combustível que será usado pelo motor. Alguns tratores têm dois tanques, aumentando a autonomia de trabalho e reduzindo a necessidade de reabastecimentos frequentes. Manter a tampa do tanque bem fechada é primordial para evitar contaminação do combustível por poeira, sujeira ou água.

Figura 57 – Tanque de combustível.



Fonte – Yuliya Padina/Shutterstock.

8.2.3 Filtro sedimentador ou pré-filtro

Durante o abastecimento, impurezas e água podem entrar no tanque de combustível. O filtro sedimentador (ou pré-filtro) tem como função separar água e partículas do combustível por sedimentação, protegendo a bomba alimentadora e os bicos injetores.

Está localizado na linha que leva o combustível do tanque até a bomba alimentadora, garantindo que o motor receba combustível limpo e evitando problemas de funcionamento.

Figura 58 – Filtro sedimentador.



Fonte – Vessoni, 2025.

8.2.4 Bomba alimentadora

A bomba alimentadora tem a função de retirar o combustível do tanque e enviá-lo, em baixa pressão, para a bomba injetora do motor.

Ela pode ser mecânica ou elétrica. Algumas bombas têm um filtro de tela interno, que ajuda a reter impurezas do combustível. É importante remover e limpar esse filtro periodicamente para garantir o bom funcionamento do sistema e evitar problemas na bomba injetora e nos bicos injetores.

Figura 59 – Bomba alimentadora e filtro de tela.



Fonte – Vessoni, 2025.

8.2.5 Filtro de combustível

Os filtros de combustível (ou elementos filtrantes) têm como função reter impurezas do combustível, evitando que sujeira, partículas ou resíduos cheguem à bomba injetora e aos bicos injetores.

Figura 60 – Filtro de combustível.



Fonte – Vessoni, 2025.

8.2.6 Bomba injetora

A bomba injetora tem como função principal bombear o combustível sob determinada pressão, efetuando a distribuição e dosagem do combustível no momento correto da injeção. Os modelos tradicionais de bomba injetora são em linha ou rotacional (rotativa).

Figura 61 – Bomba injetora de combustível.



Fonte – Aleksandar Dickov/Shutterstock.

8.2.7 Bicos injetores

Os bicos injetores têm como função principal pulverizar o combustível de forma precisa na câmara de combustão, criando pequenas gotas que se misturam com o ar. Essa atomização permite que o combustível queime de maneira eficiente, gerando a combustão necessária para o funcionamento do motor.

Figura 62 – Bico injetor.



Fonte – Tanya_Terekhina/Shutterstock.

8.2.8 Respiro

Quando o motor está em funcionamento, o combustível é injetado sob pressões muito altas, superiores a 600 bar. Essa pressão elevada aumenta a temperatura do combustível, o que provoca um aumento da pressão interna no tanque. Para evitar vazamentos nas vedações e mangueiras, os fabricantes instalam um respiro no tanque, que permite a saída segura do excesso de pressão e garante o funcionamento correto do sistema de combustível.

Figura 63 – Respiro do tanque combustível.



Fonte – 360VP/ Shutterstock.

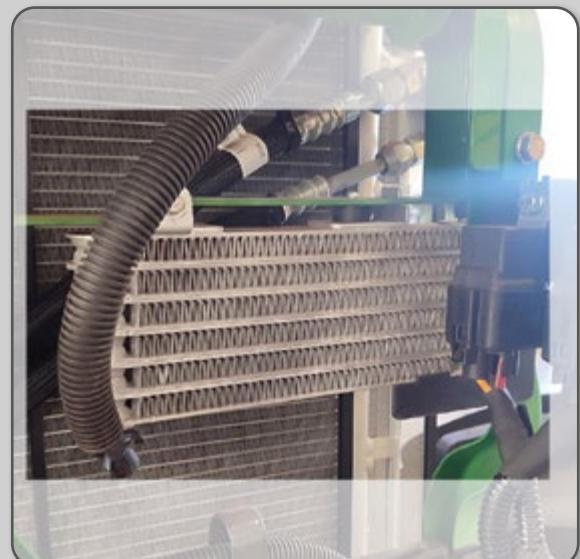
8.2.9 Encanamento de retorno

As tubulações de retorno têm a função de conduzir o combustível que passou pela bomba injetora, mas não foi utilizado, de volta para a bomba injetora ou para o tanque.

8.2.10 Radiador de combustível

O radiador de combustível resfria o combustível antes de retornar ao tanque, ajudando a reduzir a presença de água no *diesel* e mantendo a qualidade do combustível, o que protege os componentes do sistema e garante o bom funcionamento do motor.

Figura 64 – Radiador de combustível.



Fonte – Vessoni, 2025.

8.3 DICAS, ORIENTAÇÕES E MANUTENÇÕES

Para garantir o bom funcionamento do sistema de combustível do trator, é fundamental seguir corretamente os prazos e procedimentos de manutenção.

Deve-se trocar os filtros conforme o recomendado pelo fabricante, além de drenar diariamente o filtro sedimentador e realizar sua limpeza periodicamente. Essas práticas protegem os filtros, a bomba e os bicos injetores, evitando falhas no sistema e preservando a vida útil do motor.

Além disso, deve-se evitar o uso de combustível adulterado ou contaminado, armazenando-o sempre em local coberto, ventilado e protegido da água e da sujeira. O nível de combustível deve ser verificado apenas com os instrumentos indicados, e qualquer combustível contaminado deve ser descartado corretamente. Recomenda-se sempre utilizar combustíveis de qualidade, garantindo maior eficiência do motor e segurança no funcionamento do trator.

9. SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO

9.1 FUNÇÃO

O sistema de lubrificação é responsável por distribuir o óleo lubrificante entre todas as peças móveis do motor, reduzindo o atrito e o desgaste durante o funcionamento.

A utilização de óleo de qualidade, na quantidade correta e com a pressão adequada, aumenta a durabilidade do motor e garante seu desempenho confiável. Manter o nível de óleo sempre dentro do recomendado e seguir as orientações do fabricante protege o motor e evita falhas prematuras.

9.2 COMPONENTES

9.2.1 Bocal de abastecimento

O bocal de abastecimento é o ponto destinado para colocar o óleo lubrificante no motor. É muito importante manter a tampa bem fechada, para evitar a entrada de sujeira, poeira ou água, que podem contaminar o óleo e prejudicar o funcionamento do motor.

Figura 65 – Bocal de abastecimento.



Fonte – Vessoni, 2025.

9.2.2 Cárter

Após o abastecimento, o óleo lubrificante escorre para o cárter e circula pelas cavidades do bloco do motor e do cabeçote, chamadas de galerias de lubrificação. Essas galerias permitem que o óleo bombeado alcance todas as partes móveis do motor, reduzindo atrito e desgaste. O cárter tem a função de armazenar o óleo que será utilizado no motor e tem um bujão de dreno, que facilita a troca do óleo usado de forma prática e segura.

Figura 66 – Carter.



Fonte – BACHTUB DMITRII/Shutterstock.

9.2.3 Pescador do cárter

O pescador do cárter tem a função de filtrar e direcionar o óleo armazenado no cárter para a bomba de óleo, utilizando a succão criada por ela. Dessa forma, garante que apenas óleo limpo seja bombeado para lubrificar todas as partes móveis do motor, protegendo o sistema contra desgaste e falhas.

Figura 67 – Pescador do cárter.



Fonte – Basilio, 2011.

9.2.4 Bomba de óleo

A bomba de óleo tem a função de criar sucção e enviar o óleo do cárter para as galerias de lubrificação do motor, garantindo que todas as peças móveis recebam a quantidade necessária de óleo. Assim, protege o motor contra desgaste, reduz o atrito entre as peças e contribui para seu bom funcionamento e maior durabilidade.

Figura 68 – Bomba de óleo.



Fonte – Vessoni, 2025.

9.2.5 Filtro lubrificante de óleo

O filtro lubrificante do motor é responsável por reter impurezas presentes no óleo. Ele é constituído por papel poroso, que impede a passagem de partículas abrasivas, garantindo que apenas óleo limpo chegue às peças móveis do motor.

Figura 69 – Filtro lubrificante de óleo.

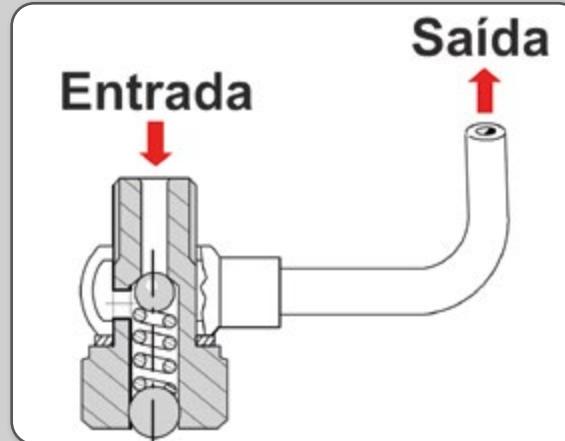


Fonte – Piotr Wytrazek/Shutterstock.

9.2.6 Jet-cooler

O *jet-cooler* tem a função de enviar um jato de óleo diretamente sobre o pino da biela e a saia do pistão, lubrificando essas peças e ajudando a retirar o calor gerado durante o funcionamento do motor. Isso contribui para reduzir o desgaste e aumentar a durabilidade do motor.

Figura 70 – Jet-cooler.



Fonte – Sisu Diesel, [s.d.], pagina10-3.

9.2.7 Sensor de pressão

O sensor de pressão indica a pressão do óleo nas galerias de lubrificação do motor, ajudando a protegê-lo. Caso a pressão esteja fora do valor recomendado, o sensor alerta sobre possíveis problemas.

Figura 71 – Sensor de pressão.



Fonte – notsuperstar/Shutterstock.

9.2.8 Vareta de nível

A vareta de nível indica o nível de óleo lubrificante presente no cárter do motor. Para uma medição correta, é recomendado aguardar alguns minutos após o motor estar funcionando e aquecido, garantindo que o óleo tenha retornado ao cárter. Sempre verifique o nível em um local plano, com o trator bem nivelado, para obter uma leitura precisa.

Figura 72 – Vareta de nível.



Fonte – Vasylchenko/Shutterstock.

9.2.9 Trocador de calor ou resfriador de óleo

O trocador de calor tem a função de reduzir a temperatura do óleo lubrificante, utilizando o líquido de arrefecimento do motor para absorver o calor. Alguns modelos ainda contam com um radiador específico para o óleo, garantindo que ele se mantenha na temperatura ideal e preservando a lubrificação e a durabilidade do motor.

Figura 73 – Trocador de calor.



Fonte – Autopartes Constituyentes, 2025.

9.2.10 Respiro e ventilação do cárter

O respiro do cárter tem a função de aliviar a pressão interna gerada pelo movimento das peças e pela expansão do óleo durante o funcionamento do motor.

Figura 74 – Respiro e ventilação do cárter.



Fonte – Adaptado de AGCO Corporation, 2025.

9.2.11 Bujão de dreno

O bujão de dreno permite escoar o óleo lubrificante do cárter de forma prática, facilitando a troca do óleo durante as manutenções periódicas. Seu uso correto garante que o óleo antigo seja removido completamente, protegendo o motor contra desgaste e garantindo sua durabilidade.

Figura 75 – Bujão de dreno.

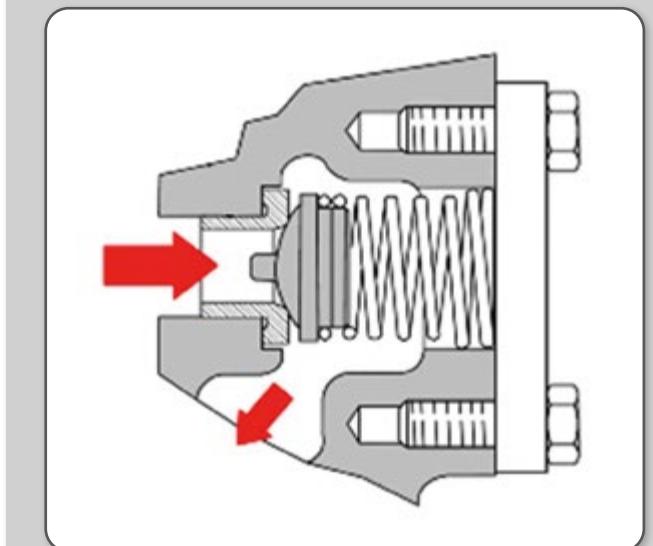


Fonte – Adaptado de ABM Peças, 2023.

9.2.12 Válvula de alívio de pressão

A válvula de alívio de pressão é um dispositivo de segurança projetado para liberar o excesso de pressão quando o sistema pressurizado apresenta alguma falha que provoque um aumento perigoso. Sua função é proteger os componentes do sistema e evitar danos ao equipamento, garantindo o funcionamento seguro e confiável do motor ou do circuito onde está instalada.

Figura 76 – Válvula de alívio de pressão.



Fonte – Sisu Diesel, [s.d.], p. 10-1.

9.3 LUBRIFICANTES

O lubrificante desempenha papel essencial no bom funcionamento e na durabilidade do motor e de outros componentes do equipamento, atuando de diversas formas para garantir eficiência e proteção durante a operação:

- **Lubrificação:** forma uma fina camada entre as superfícies metálicas em movimento, reduzindo o atrito e o desgaste das peças.
- **Limpeza:** ajuda a remover impurezas, partículas metálicas e resíduos da combustão, mantendo o interior do motor limpo e evitando entupimentos.
- **Proteção:** cria uma película protetora que impede a corrosão e o desgaste prematuro das partes internas do motor.
- **Vedaçāo:** contribui para vedar a folga entre os anéis do pistão e as paredes do cilindro, evitando a perda de compressão e a entrada de gases indesejados no cárter.

- **Refrigeração:** auxilia na dissipação do calor gerado pelo atrito e pela combustão, ajudando a manter a temperatura ideal de funcionamento do motor.

9.3.1 Tipos e composição dos lubrificantes

A durabilidade dos componentes do motor e dos sistemas do trator depende do uso correto e da manutenção adequada. Os lubrificantes são parte essencial desse cuidado. Utilizar o produto indicado pelo fabricante e respeitar os intervalos de troca garante maior vida útil, melhor desempenho e menor risco de falhas.

Os lubrificantes usados em motores e sistemas hidráulicos são desenvolvidos em laboratórios especializados, seguindo normas técnicas e legislações específicas, garantindo qualidade e compatibilidade com diferentes tipos de equipamentos agrícolas

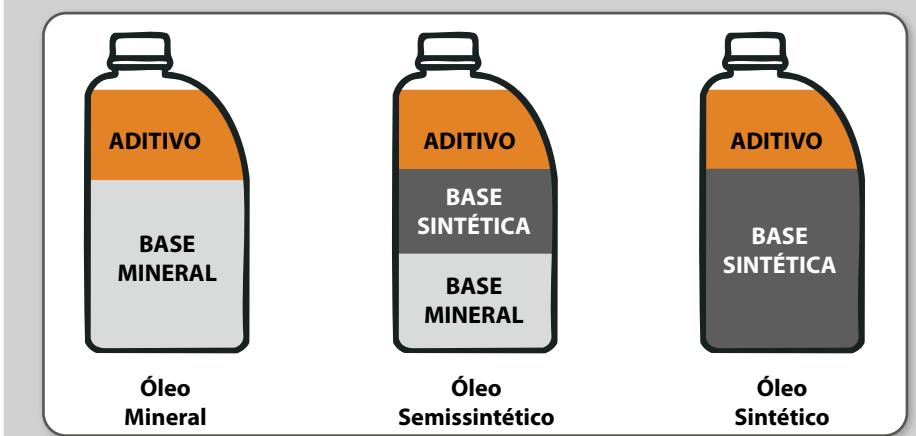
Atualmente, os lubrificantes são classificados em três tipos principais:

- Óleo mineral.
- Óleo semissintético.
- Óleo sintético.

Cada tipo de lubrificante é formulado com aditivos específicos que melhoram propriedades como viscosidade, resistência à corrosão, detergência e dispersão de impurezas, garantindo o funcionamento adequado do motor e dos sistemas hidráulicos.

Além disso, a proporção de ingredientes sintéticos e minerais varia conforme o tipo de óleo, influenciando seu desempenho e proteção. Como cada óleo tem aditivos diferentes, que podem variar de acordo com o fabricante e a função, é importante evitar misturar óleos diferentes para que não percam suas propriedades e continuem garantindo a proteção e o desempenho ideais.

Figura 77 – Composição dos diferentes tipos de lubrificantes.



Fonte – Vessoni, 2025

9.3.2 Origem dos lubrificantes

Os lubrificantes são produzidos com base em diferentes matérias-primas, que determinam suas características e aplicações:

- **Base mineral:** obtido da destilação e do tratamento do petróleo. É o tipo mais comum, de bom custo-benefício, porém requer trocas mais frequentes.
- **Base sintética:** produzido por processos químicos que formam moléculas artificiais mais estáveis. Garante melhor desempenho e maior durabilidade.
- **Base vegetal:** feito com óleos naturais (soja, girassol, canola, mamona) ou ésteres vegetais. É biodegradável e menos poluente, mas tem uso restrito em motores agrícolas.
- **Base animal:** extraído de gorduras animais, tem pouca aplicação em tratores, pois varia de consistência conforme a temperatura.

Figura 78 – Origem dos lubrificantes.



Fonte – Vessoni, 2025.

9.3.3 Grau de viscosidade dos lubrificantes

O grau de viscosidade de um lubrificante é determinado pela Society of Automotive Engineers (SAE) (Sociedade dos Engenheiros Automotivos).

A viscosidade é uma propriedade física que indica a resistência do óleo ao escoamento em determinada temperatura.

Figura 79 – Indicação de grau de viscosidade.



Fonte – Adaptado de Petrobras, 2024.

O exemplo ilustrado na Figura 79 é do óleo 10W-30, um lubrificante multiviscoso. A sigla “10W” indica que o óleo permanece fluido em baixas temperaturas, facilitando a partida do motor, enquanto o número “30” mostra que ele mantém a viscosidade ideal quando o motor está quente, garantindo a lubrificação correta durante o funcionamento. Essa classificação, definida pela SAE, ajuda a proteger o motor tanto na partida a frio quanto durante o trabalho em altas temperaturas.

Essa característica dos óleos é fundamental para garantir que formem a película de proteção ideal entre as peças do motor, mesmo sob altas ou baixas temperaturas.

Uma dúvida comum ao escolher o lubrificante é a diferença entre óleo multiviscoso e monoviscoso. O óleo multiviscoso apresenta ampla variação de viscosidade, permitindo boa lubrificação tanto em dias frios, na partida do motor, quanto em dias quentes, durante trabalho intenso. Já o óleo monoviscoso mantém a viscosidade

constante, sendo indicado apenas para situações com temperatura mais estável, oferecendo desempenho adequado dentro de uma faixa limitada de calor.

Figura 80 – Monoviscoso x multiviscoso.



Fonte – Vessoni, 2025.

9.3.4 Desempenho e classificação do lubrificante

O desempenho dos lubrificantes é definido pelo American Petroleum Institute (API) (Instituto Americano do Petróleo). Essa classificação estabelece padrões de qualidade e eficiência por meio de testes rigorosos e padronizados, que avaliam o comportamento do óleo em diferentes condições de operação.

O API utiliza critérios específicos para determinar o nível de desempenho e o padrão de qualidade dos lubrificantes, considerando os seguintes aspectos:

- tecnologia moderna de limpeza ativa, que mantém o motor limpo;
- resistência à oxidação, garantindo maior durabilidade do óleo;
- baixa viscosidade, que proporciona rápido escoamento e reduz o atrito entre as peças;
- alta estabilidade ao cisalhamento, mantendo a eficácia do lubrificante mesmo sob pressão mecânica;
- óleos básicos de alta qualidade.

O API (American Petroleum Institute) também define o uso correto dos lubrificantes para cada tipo de motor ou transmissão, estabelecendo padrões de desempenho e classificação dos óleos. De acordo com essas orientações:

- **Motores ciclo Otto (a gasolina ou etanol):** utilizam a letra “S” (de *spark plug*, vela de ignição) para identificar o lubrificante adequado.

- **Motores ciclo Diesel:** utilizam a letra “C” (de *compression*, compressão) como referência para o óleo correto;
- **Transmissões:** utilizam a sigla “GL” (de *gear lubricant*, lubrificante para engrenagens), como se observa na Figura 81.

Figura 81 – Indicação de nível de desempenho.



Fonte – Adaptado de Petrobras, 2024.

10. SISTEMA ELÉTRICO

10.1 FUNÇÃO

O sistema elétrico do trator tem a função de fornecer, controlar e distribuir energia elétrica para todos os componentes que dependem dela, como motor de arranque, lâmpadas, medidores, indicadores e sistemas automatizados, garantindo o funcionamento seguro e eficiente do equipamento.

10.2 COMPONENTES

10.2.1 Bateria

A bateria é um acumulador de energia química, que a transforma em energia elétrica. Sua função principal é armazenar energia para alimentar o motor de partida e todos os componentes elétricos do veículo.

Figura 82 – Bateria.



Fonte – Alba_alioth/Shutterstock.

10.2.2 Motor de partida e alternador

O motor de partida transforma a energia elétrica fornecida pela bateria em energia mecânica, permitindo que o motor do trator entre em funcionamento. Já o alternador tem a função inversa: ele transforma a energia mecânica do motor em energia elétrica, recarregando a bateria e alimentando todos os sistemas elétricos do veículo.

Figura 83 – Motor de partida.



Fonte – Stockcrafterpro/Shutterstock.

Figura 84 – Alternador.



Fonte – Stockcrafterpro/Shutterstock.

10.2.3 Fusíveis

Os fusíveis são dispositivos de segurança que interrompem a passagem da corrente elétrica sempre que ocorre uma sobrecarga ou um curto-círcito, protegendo os componentes elétricos do sistema contra danos.

Figura 85 – Fusíveis.



Fonte – NetPix/Shutterstock.

10.2.4 Relé

O relé é um dispositivo que abre e fecha um circuito elétrico, permitindo ou bloqueando o fluxo de corrente elétrica. Funciona de forma semelhante a um interruptor de luz, mas, em vez de ser acionado manualmente, é controlado eletricamente por uma bobina. Quando um componente elétrico do trator – como um farol, a buzina ou uma função do painel – não funciona, a causa pode ser um relé defeituoso.

Figura 86 – Relé.



Fonte – vershandrey/Shutterstock.

10.3 DICAS, ORIENTAÇÕES E MANUTENÇÕES

A manutenção do sistema elétrico envolve algumas práticas simples, mas essenciais para garantir o bom funcionamento do trator. É importante verificar o nível da solução eletrolítica da bateria, checar a fixação dos cabos e suportes e remover excesso de sujeira que possa comprometer o contato elétrico. Também se deve observar o prazo de validade da bateria e verificar regularmente a tensão da correia do alternador, garantindo que esteja adequada para o carregamento correto da bateria e o funcionamento dos sistemas elétricos.

Para garantir a segurança e o bom funcionamento do sistema elétrico, nunca se deve colocar os terminais da bateria em curto. Ao reposicionar o nível da bateria, utilize sempre a solução eletrolítica adequada. Antes de instalar qualquer equipamento elétrico, avalie a capacidade de carga do sistema para evitar sobrecarga. Para equipamentos que ficarão parados por algum tempo, recomenda-se desligar os cabos da bateria ou a chave-geral, prevenindo consumo desnecessário e possíveis danos.

11. SISTEMA HIDRÁULICO

11.1 FUNÇÃO

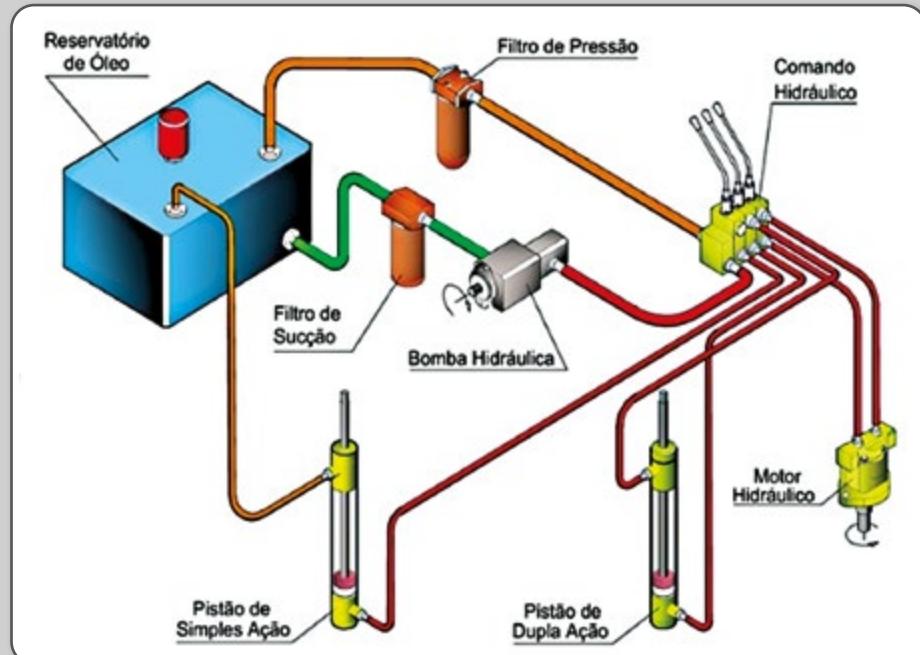
O sistema hidráulico tem a função de transmitir força por meio de um fluido pressurizado (geralmente óleo) para movimentar e controlar máquinas, equipamentos e veículos com alta potência e precisão. Ele opera pelo princípio de Pascal, transformando energia mecânica em energia hidráulica para realizar trabalho (movimentos mecânicos).

Esse sistema é essencial em setores como agricultura, construção, transporte e indústria devido à sua eficiência, confiabilidade e capacidade de gerar grandes forças. Nos tratores, o sistema hidráulico é utilizado para acionar motores e cilindros hidráulicos e atualmente é cada vez mais empregado como fonte de potência para os implementos agrícolas acoplados, permitindo um desempenho mais eficiente e preciso.

11.2 COMPONENTES

O sistema hidráulico é composto por diversos componentes que trabalham juntos para gerar e controlar a força. Entre os principais estão a bomba, os cilindros, os motores e os comandos, cada um com papel fundamental no funcionamento do sistema. Além desses, o sistema geralmente inclui reservatório de óleo, válvulas de controle, filtros hidráulicos, mangueiras e tubos, e, em alguns casos, acumuladores.

Figura 87 – Principais componentes do sistema hidráulico.



Fonte – Padovan, 2018, p. 97.

11.2.1 Reservatório de óleo hidráulico

O reservatório de óleo hidráulico tem a função de armazenar o fluido, garantindo o abastecimento das bombas hidráulicas e dos atuadores do sistema. Ele é equipado com tampa de respiro (1), visor de nível (2), porta de entrada (3) e porta de saída (4), que permitem a correta circulação e manutenção do óleo, além de facilitar a inspeção visual do nível do fluido.

Figura 88 – Reservatório de óleo hidráulico.



Fonte – Adaptado de AGKNX, 2025.

Nota

Em alguns modelos de tratores o reservatório do sistema hidráulico está junto à transmissão.

11.2.2 Filtros de sucção

Os filtros de sucção têm a função de proteger as bombas hidráulicas, evitando que partículas e impurezas presentes no fluido entrem no sistema e causem desgastes ou falhas nos componentes.

Figura 89 – Filtros de sucção.

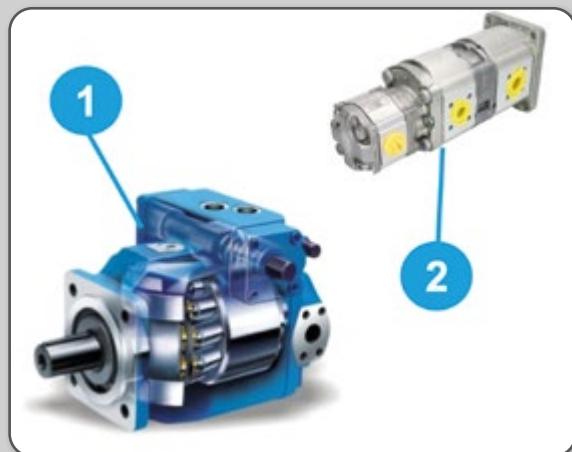


Fonte – Bruma, 2025.

11.2.3 Bomba hidráulica

A bomba hidráulica é o componente responsável por converter a força mecânica em energia hidráulica, ou seja, gera pressão no fluido para movimentar os atuadores do sistema, como cilindros e motores hidráulicos. Os modelos de bomba hidráulica mais comuns em tratores agrícolas são as bombas de pistão (1) e as bombas de engrenagens (2).

Figura 90 – Bomba hidráulica.



Fonte – Adaptado de GB Técnica, 2025.

11.2.4 Cilindro hidráulico

A principal função do cilindro hidráulico é transformar a energia hidráulica em força mecânica, gerando movimento linear para acionar componentes do trator ou implementos agrícolas.

Figura 91 – Cilindros hidráulicos.



Fonte – Adaptado de Yearn Parts, 2025.

11.2.5 Motor hidráulico

A principal função do motor hidráulico é transformar a energia hidráulica em força mecânica, gerando movimento rotativo para acionar componentes do trator ou implementos agrícolas.

Figura 92 – Motor hidráulico.



Fonte – Adaptado de Mercado Livre, 2025d.

11.2.6 Comandos hidráulicos

Os comandos hidráulicos são dispositivos que controlam o fluxo, a direção e a vazão do óleo dentro do sistema, permitindo que os atuadores, como cilindros e motores hidráulicos, realizem movimentos precisos e seguros. A vazão determina a velocidade com que o fluido chega aos atuadores, influenciando diretamente a rapidez e eficiência da operação dos implementos e componentes do trator.

Figura 93 – Comandos hidráulicos.



Fonte – Adaptado de Ômega Oleohidráulica, 2025; Visão Hidropneumática, 2025.

11.2.7 Filtro de pressão

A principal função dos filtros de pressão é proteger os componentes críticos do sistema hidráulico, como válvulas e motores, contra partículas que possam causar danos ou mau funcionamento. Esses filtros são utilizados principalmente em sistemas hidráulicos mais complexos e não são comuns em todos os tratores.

Figura 94 – Filtro de pressão.



Fonte – Adaptado de Argo-Hytos, 2025.

11.2.8 Filtro de retorno

A função dos filtros de retorno é impedir que partículas provenientes dos atuadores ou geradas pelo próprio sistema cheguem ao reservatório, evitando que elas retornem à circulação e causem desgaste ou falhas nos componentes hidráulicos.

Figura 95 – Filtro de retorno.



Fonte – Paweł Strykowski/Shutterstock.

11.2.9 Tubulações

As tubulações são os condutores responsáveis por transportar o óleo hidráulico pelos diversos componentes do sistema. Para permitir movimentação e flexibilidade, utilizam-se mangueiras flexíveis, que absorvem vibrações e facilitam mudanças de direção na transmissão da força, garantindo um funcionamento eficiente e seguro do sistema hidráulico.

Figura 96 – Mangueiras hidráulicas.



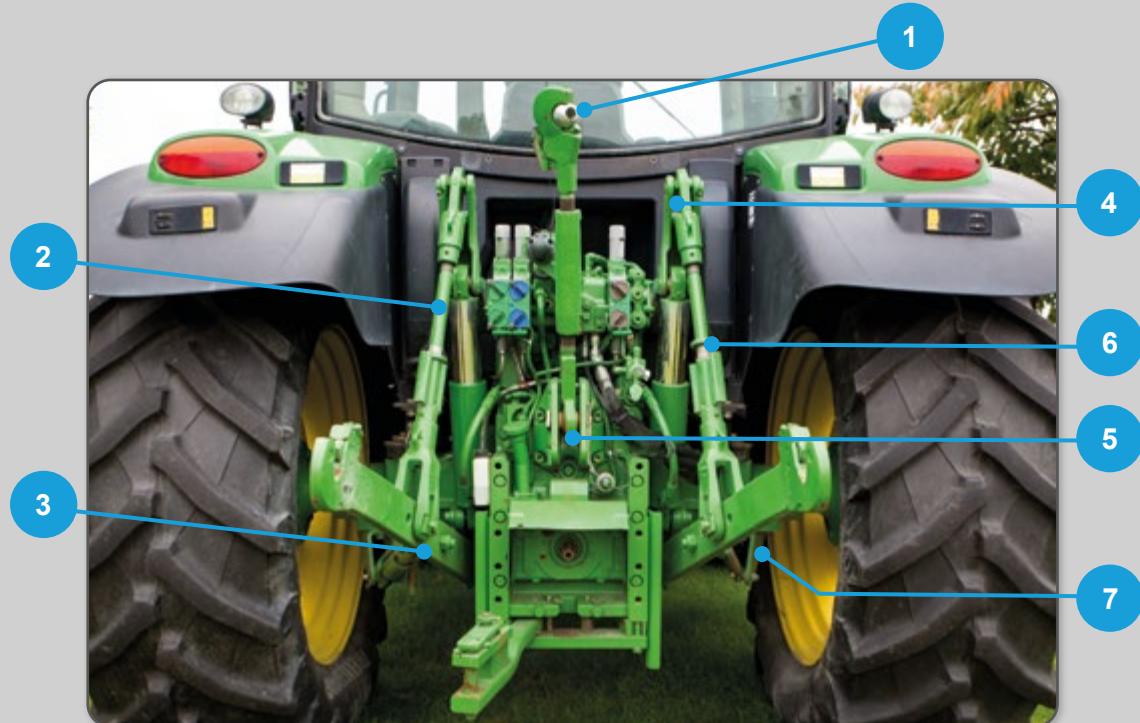
Fonte – Ilya Platonov/Shutterstock.

11.3 SISTEMA HIDRÁULICO DE 3 PONTOS (SH3P)

O Sistema Hidráulico de 3 Pontos (SH3P) permite que o trator opere com implementos agrícolas montados ou semimontados, controlando a elevação, o abaixamento e a estabilidade desses equipamentos. Ele utiliza o fluido hidráulico para transmitir força, garantindo movimento preciso, segurança e eficiência durante as operações. São componentes do SH3P os seguintes itens:

- | | | | |
|----------|-----------------------|----------|------------------------|
| 1 | Terceiro ponto | 5 | Viga de controle |
| 2 | Braços intermediários | 6 | Cilindros hidráulicos |
| 3 | Barras de levante | 7 | Braços estabilizadores |
| 4 | Braços superiores | | |

Figura 97 – Componentes do Sistema Hidráulico de 3 Pontos SH3P.



Fonte – Sheryl Watson/Shutterstock.

11.3.1 Controle de posição

O controle de posição permite controlar a elevação e o abaixamento dos braços do hidráulico em relação ao solo, podendo ser acionado por alavanca ou botão elétrico. É utilizado principalmente em implementos de superfície, que não recebem reação direta do solo durante a operação. Ex.: roçadora, pulverizador de barras, distribuidor.

Figura 98 – Alavanca do controle de posição.



Fonte – bigjom jom/Shutterstock.

11.3.2 Controle de profundidade

O controle de profundidade permite ajustar a profundidade de trabalho dos implementos no solo, podendo ser acionado por alavanca ou botão elétrico. É indicado para implementos de penetração, que recebem reação direta do solo durante a operação. Ex.: Arado, Subsolador.

Figura 99 – Controle de profundidade do sistema hidráulico.



Fonte – Padovan, 2018, p. 101.

Após definir a profundidade desejada de trabalho, a sensibilidade do SH3P pode ser ajustada pelo acionamento da alavanca ou do botão, permitindo que o sistema hidráulico responda de forma adequada às variações do terreno ou à resistência do implemento.

11.3.3 Controle de ondulação

O controle de ondulação tem a função de ajustar automaticamente a profundidade de implementos de penetração, garantindo que eles cortem o solo sempre na mesma profundidade, mesmo em terrenos com ondulações. Esse sistema permite que o trator mantenha força constante, evitando patinagem, e proporciona maior comodidade ao operador, que não precisa ajustar a profundidade manualmente por alavanca.

Figura 100 – Controle de ondulação.

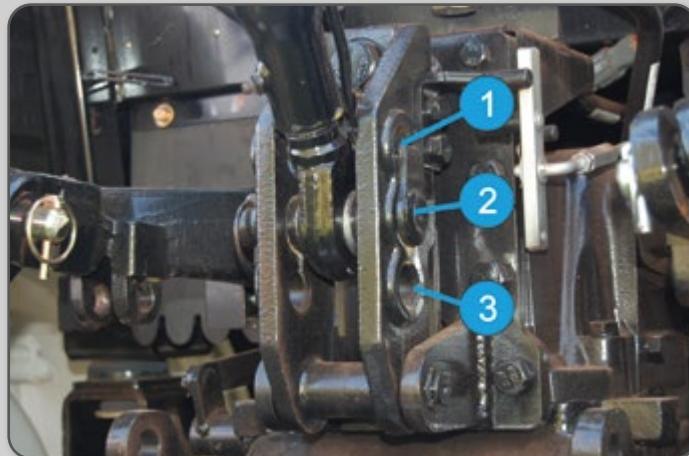


Fonte – Vessoni, 2025.

11.3.3.1 Funcionamento do controle de ondulação (viga de controle)

A força de resistência que o solo oferece ao corte comprime o terceiro ponto, que por sua vez comprime uma mola que, se ceder, permitirá atuação na válvula de controle subindo as barras de levante.

Figura 101 – Viga de controle.



Fonte – Vessoni, 2025.

11.3.3.2 Funcionamento do controle de ondulação (pino de flexão)

Alguns modelos de tratores utilizam o esforço de tração exercido sobre as barras inferiores de acoplamento como sinal para o sistema hidráulico.

Quando essas barras são submetidas à força durante o trabalho, essa carga é transmitida ao pino de flexão, que atua como um sensor mecânico. Por meio desse movimento, o sistema ativa o controle de tração (ou controle de esforço), ajustando automaticamente a profundidade ou resistência do implemento para manter o trator estável, evitar patinagem excessiva e garantir melhor desempenho no campo.

Figura 102 – Pino de flexão.



Fonte – Padovan, 2018, p. 105.

11.3.3.3 Controle de ondulação (eletrônico)

No sistema SH3P eletrônico, o controle de ondulação funciona por meio de pinos oscilantes instalados nas barras inferiores, que detectam o esforço de tração aplicado ao trator. Com essa informação, o sistema ajusta automaticamente a profundidade de trabalho do implemento. A sensibilidade desse controle é regulada pelo operador por meio de um botão giratório localizado no painel.

Figura 103 – Sensor de leitura de torção.



Fonte – Vessoni, 2025.

Figura 104 – Botão de regulagem da sensibilidade no painel do trator.



Fonte – Vessoni, 2025.

11.3.4 Controle de subida e descida do hidráulico

Após regular a altura, a profundidade e a sensibilidade, alguns tratores contam com um sistema que, ao ser acionado, eleva ou abaixa o SH3P até os limites definidos pelo operador. Esse recurso torna as manobras mais rápidas e facilita o trabalho no campo.

Figura 105 – Controle de subida e descida do hidráulico.



Fonte – Padovan, 2018, p. 106.

11.3.5 Controle da velocidade de descida do hidráulico

O sistema hidráulico de três pontos conta com uma alavanca ou um botão que ajusta a velocidade de descida das barras, permitindo ao operador escolher entre uma descida rápida ou mais lenta, conforme a necessidade do trabalho.

Figura 106 – Controle de velocidade de descida.

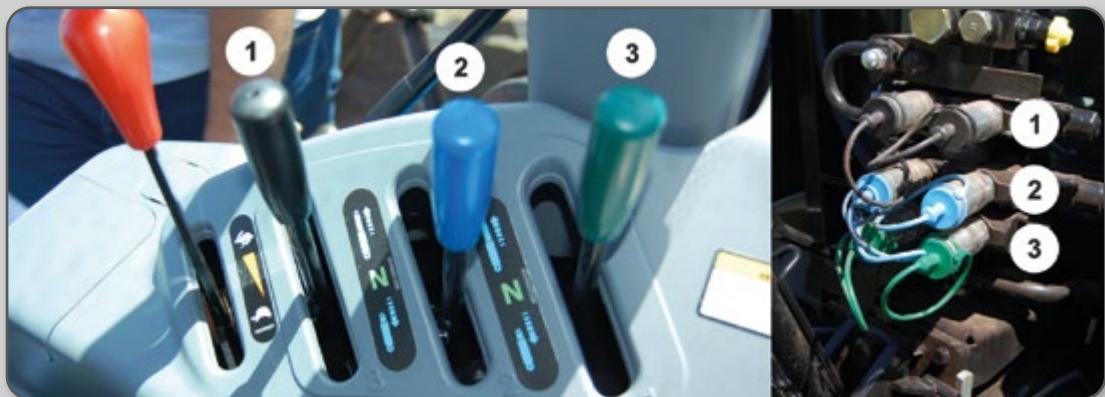


Fonte – Vessoni, 2025.

11.4 SISTEMA HIDRÁULICO DE CONTROLE REMOTO

O sistema hidráulico de controle remoto é o conjunto de válvulas do trator que permite acionar cilindros ou motores hidráulicos instalados nos implementos. Esses componentes externos são ligados ao trator por mangueiras com engates rápidos, conectadas diretamente nas válvulas de controle remoto (VCRs). Esse sistema possibilita movimentos como levantar, abaixar, empurrar, puxar ou acionar funções específicas do implemento.

Figura 107 – Válvula de controle remoto (VCR) e seus controles.



Fonte – Vessoni, 2025.

11.4.1 Válvula de controle remoto (VCR)

Conforme o modelo do trator, ele pode contar com uma ou mais válvulas de controle remoto (VCRs). Cada VCR tem um par de engates rápidos, responsáveis por enviar e retornar o óleo hidráulico entre o trator e os atuadores instalados no implemento.

Figura 108 – Válvulas de controle remoto (VCRs).



Fonte – Vessoni, 2025.

11.4.2 VCRs (válvulas de controle remoto) – controle de vazão

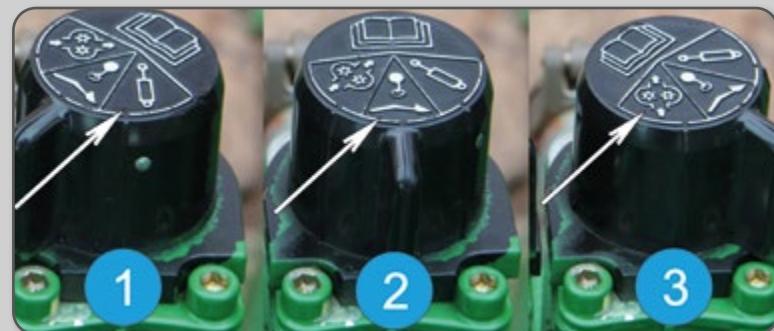
Nesta regulagem, é possível ajustar a vazão de óleo de acordo com a demanda do cilindro ou motor hidráulico do implemento. Nos tratores que têm controle eletrônico das VCRs, essa vazão pode ser configurada individualmente para cada válvula diretamente no monitor do trator.

11.4.3 VCRs (válvulas de controle remoto) – seleção de operação

Algumas VCRs (válvulas de controle remoto) possuem um seletor que define o tipo de operação hidráulica. Esse seletor permite adaptar o funcionamento da válvula conforme a necessidade do implemento:

- **Na posição de detente automático (1):** nessa posição, a alavanca permanece acionada até que o cilindro complete o fim do curso; ao atingir o limite, a válvula retorna automaticamente para o neutro. É usada quando se deseja elevar ou abaixar totalmente o implemento sem manter a alavanca pressionada.
- **Na posição sem detente (2):** a alavanca retorna ao neutro assim que é solta pelo operador, permitindo posicionar o cilindro hidráulico em posições intermediárias.
- **Na posição de detente constante (3):** a alavanca permanece na posição, sem retorno automático. Essa função é recomendada para acionar motores hidráulicos, que precisam de fluxo contínuo de óleo durante a operação do implemento.

Figura 109 – VCR com regulagem de vazão.



Fonte – Adaptado de Padovan, 2018, p. 110-111.

11.4.4 Conexão de retorno livre

A conexão de retorno livre é utilizada principalmente em operações que envolvem motores hidráulicos. Ela fica instalada na carcaça do reservatório e permite que o óleo retorne diretamente ao tanque, sem passar por restrições. Dessa forma, evita-se aumento desnecessário de pressão e reduz-se o aquecimento do fluido hidráulico, garantindo melhor desempenho e maior durabilidade do sistema.

Figura 110 – Retorno livre.



Fonte – Vessoni, 2025.

11.4.5 Alavancas de acionamento das VCRs

Cada VCR (válvula de controle remoto) tem uma alavanca própria para seu acionamento. Essas alavancas normalmente são identificadas por cores ou marcas correspondentes às VCRs, facilitando a operação e evitando acionamentos incorretos.

Figura 111 – Combinação de alavancas e VCRs.



Fonte – Vessoni, 2025.

11.4.6 Acoplamento e desacoplamento das mangueiras na VCR

O acoplamento das mangueiras é realizado inserindo o engate rápido na conexão até que ocorra o travamento completo. É importante que o óleo existente no cilindro hidráulico do implemento tenha a mesma classificação e, preferencialmente, a mesma marca do óleo utilizado no reservatório do trator, evitando contaminação e problemas de compatibilidade.

Antes de desacoplar as mangueiras, o operador deve desligar o motor e movimentar as alavancas da VCR para frente e para trás até eliminar totalmente a pressão do sistema, ou posicionar a alavanca na função de flutuação. Feito isso, o desacoplamento é concluído puxando o engate rápido para fora da conexão do sistema hidráulico.



ALERTA ECOLÓGICO

Sempre que desacoplar as mangueiras, limpe-as e utilize tampões nas VCRs, evitando assim o derramamento de óleo no solo.



ATENÇÃO

É fundamental verificar em qual modelo e marca de trator o implemento foi utilizado anteriormente, evitando possíveis contaminações do óleo. Se necessário, realizar a drenagem e a limpeza das mangueiras e dos cilindros antes do acoplamento.

11.4.7 VCRs de alta vazão

As VCRs de alta vazão são utilizadas em aplicações que exigem maior volume de óleo circulando pelo sistema hidráulico. Nesses casos, tanto o trator quanto o implemento contam com engates rápidos de bitola diferenciada, projetados para suportar essa vazão adicional. Um exemplo comum é a operação com transbordo canavieiro, que demanda alta capacidade hidráulica para seu funcionamento.

Figura 112 – Operação de transbordo canavieiro.



Fonte – Vessoni, 2025.

11.4.8 Cuidados na utilização das VCRs

Ao utilizar VCRs, recomendam-se os seguintes cuidados:

- Inspecionar os anéis de vedação dos engates rápidos, substituindo-os sempre que forem identificados sinais de desgaste, cortes ou vazamentos.
- Manter os tampões de proteção instalados quando os engates não estiverem em uso, evitando a entrada de poeira, areia ou umidade no sistema hidráulico.
- Limpar cuidadosamente os engates rápidos antes de qualquer conexão, garantindo que nenhuma sujeira seja levada para dentro da VCR ou do circuito hidráulico.
- Acionar as alavancas do comando somente com as mangueiras devidamente acopladas, evitando golpes de pressão, superaquecimento ou danos aos componentes quando o motor estiver em funcionamento.

12. SISTEMA DE TRANSMISSÃO

12.1 FUNÇÃO E COMPONENTES

O sistema de transmissão do trator tem a função de levar a força e a velocidade geradas pelo motor até as rodas, permitindo que o trator se move e execute suas operações no campo. Para isso, utiliza um conjunto de componentes que trabalham de forma sincronizada, garantindo a transferência adequada de rotação e torque de acordo com a marcha selecionada.

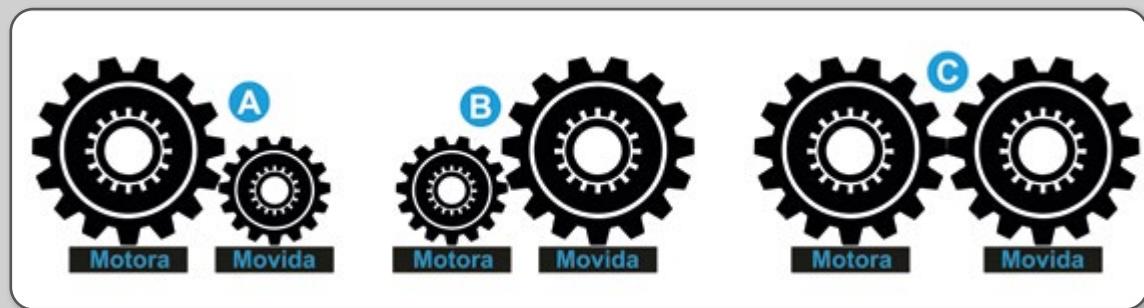
A caixa de câmbio é um dos principais elementos da transmissão e é formada por partes como a carcaça, os eixos internos, o conjunto de engrenagens, os seletores de marchas e o sistema de lubrificação. Esses componentes permitem ao operador escolher diferentes velocidades para atender às necessidades do trabalho, seja em deslocamentos, seja em manobras, seja em operações pesadas no solo.

- **Carcaça:** estrutura que abriga e protege todos os componentes internos da caixa de câmbio.
- **Eixos da transmissão:** transmitem o movimento e o torque das engrenagens para as rodas ou outros sistemas do trator.
- **Mecanismos seletores de marchas:** permitem ao operador engatar ou trocar marchas, ajustando a relação de torque e velocidade.
- **Sistema de lubrificação:** lubrifica os componentes internos, reduzindo atrito, desgaste e aquecimento, garantindo maior durabilidade e confiabilidade.

Todo o processo de transmissão ocorre por meio de uma sequência precisa de movimentos mecânicos, garantindo que a potência gerada pelo motor chegue às rodas de forma eficiente, com o torque adequado para cada tipo de atividade agrícola.

12.2 RELAÇÕES DE TRANSMISSÃO

Figura 113 – Relação entre as engrenagens do sistema de transmissão.



Fonte – Vessoni, 2025.

A Figura 113 ilustra três tipos de relação entre as engrenagens do sistema de transmissão. São elas:

- **A** – relação de desmultiplicação: a engrenagem motora é maior que a movida, fazendo com que a rotação aumente na saída, porém com redução de torque. É uma relação usada quando se deseja mais velocidade.
- **B** – relação de redução: a engrenagem motora é menor que a movida, o que faz a rotação diminuir, enquanto o torque aumenta. É a relação usada para trabalhos mais pesados, em que o trator precisa de força, não de velocidade.
- **C** – relação 1:1: quando as duas engrenagens têm o mesmo tamanho e o mesmo número de dentes, a rotação de saída é igual à rotação de entrada. Nesse caso, não há aumento nem redução de velocidade ou torque.

12.3 TIPOS DE TRANSMISSÃO

Em tratores há três tipos de transmissão:

- **Mecânica**: é o sistema mais tradicional nos tratores. Nesse modelo, o operador realiza a troca de marchas manualmente, utilizando a embreagem e selecionando as engrenagens desejadas. É um sistema simples, resistente e de fácil manutenção, porém exige maior habilidade e esforço durante a operação.
- **Semiautomática**: permite realizar parte das trocas de marchas sem utilizar a embreagem, normalmente no mesmo grupo de velocidade. Assim, o operador só precisa acionar a embreagem quando for mudar de grupo; já os estágios ou marchas internas podem ser alterados apenas com o comando no painel ou na alavanca. Esse sistema aumenta o conforto e a eficiência durante o

trabalho, sendo ideal para operações que exigem alterações constantes de velocidade sem a necessidade de parar o trator.

- **Automática:** permite que todas as trocas de marchas ocorram sem a necessidade de usar a embreagem, mesmo com o trator trabalhando sob carga. Esse sistema ajusta a marcha de forma contínua e inteligente, proporcionando mais conforto, agilidade e eficiência ao operador. Por proporcionar um trabalho mais uniforme e reduzir a fadiga do operador, é muito útil em atividades que exigem produtividade elevada e operações prolongadas. Apesar de ser tecnologicamente mais complexa e ter custo superior, é uma opção indicada para quem busca maior desempenho e precisão no campo.

12.4 COMANDOS E ALAVANCAS DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO

As alavancas de marcha e de grupo permitem ao operador ajustar a velocidade do trator conforme a necessidade do trabalho, escolhendo a combinação mais adequada para o tipo de solo, implemento e esforço exigido.

O sistema de reversão possibilita mudar rapidamente o sentido de movimento, para frente ou para trás, sem alterar as marchas, o que facilita manobras, engates e deslocamentos em áreas estreitas.

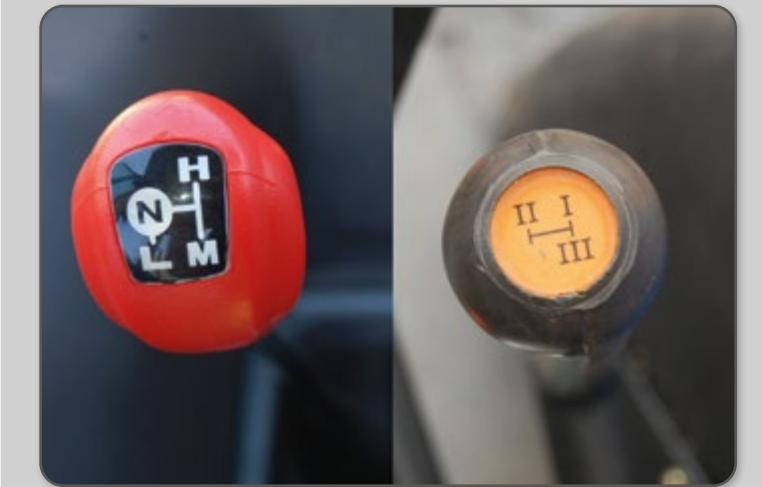
Escolher a combinação correta de marcha, grupo e direção é fundamental para garantir o bom desempenho do trator e dos implementos, proporcionando maior eficiência, segurança e economia de combustível durante as operações. Resumidamente escolher a marcha certa no momento certo significa produzir mais, gastar menos e preservar a vida útil do equipamento.

Figura 114 – Alavancas de marchas.



Fonte – Vessoni, 2025.

Figura 115 – Alavancas de grupos.



Fonte – Vessoni, 2025.

Figura 116 – Alavancas de reversão.



Fonte – Vessoni, 2025.

O Quadro 2 apresenta os diferentes tipos, posições, formatos e quantidades de alavancas de câmbio encontrados nas diversas marcas e modelos de tratores. Cada fabricante adota sua própria configuração, mas todas têm a mesma função: permitir ao operador selecionar marchas, grupos e reversão conforme a necessidade da operação.

Quadro 2 – Alavancas de câmbio.

Alavanca ou botão		Denominações
a)	Selecionador de marcha	1 ^a , 2 ^a , 3 ^a , 4 ^a , Ré
b)	Selecionador de grupo	L, M, H, R
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-reduutor	Lesma
		<i>Creeper</i> = “rastejador”

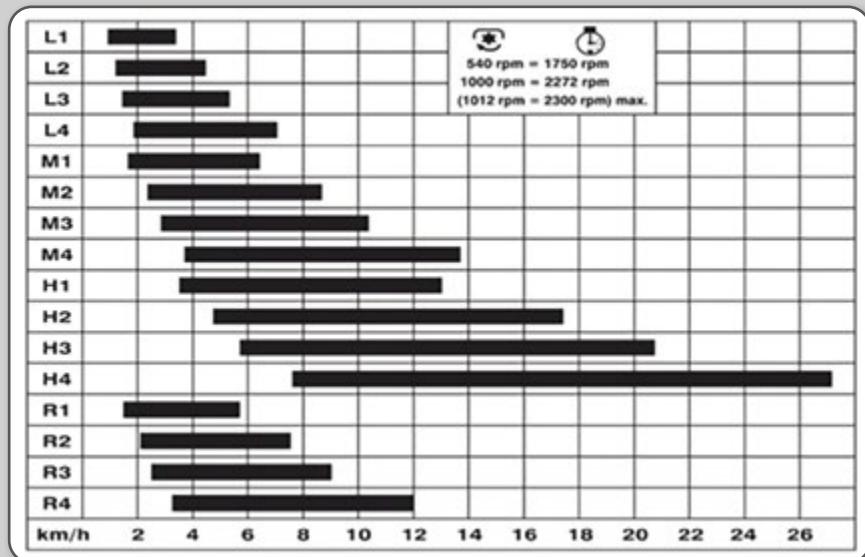
Fonte – Padovan, 2018 p. 80.

12.5 ESCALONAMENTO DE MARCHAS

O escalonamento de marchas é a sequência organizada de velocidades disponíveis no trator, permitindo ao operador escolher a marcha mais adequada para cada tipo de trabalho. A escolha correta garante maior eficiência nas operações, evita esforço excessivo do motor, melhora o rendimento dos implementos e aumenta a segurança durante o deslocamento.

Normalmente, o escalonamento está representado na própria caixa de câmbio e identificado no painel ou ao lado das alavancas de marcha e grupo, facilitando a visualização e a seleção pelo operador.

Figura 117 – Exemplo de diagrama de seleção de marchas.



Fonte – Valtra, 2025. p. 12.

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

13. TECNOLOGIAS PRESENTES EM TRATORES AGRÍCOLAS

A tecnologia tem transformado de forma profunda o setor agrícola, e os tratores modernos são um grande exemplo dessa evolução. Hoje, essas máquinas não servem apenas para fornecer força, mas também como plataformas tecnológicas, reunindo sistemas de precisão, conectividade, automação e ferramentas que auxiliam na operação.

Esses recursos permitem monitorar o desempenho do trator e as condições de trabalho em tempo real, ajudando o produtor a tomar decisões mais rápidas, econômicas e eficientes. Por isso, é fundamental que operadores e produtores estejam capacitados para entender e utilizar essas tecnologias, que estão cada vez mais presentes nos tratores.

Neste capítulo, será feita uma introdução simples e objetiva sobre os principais componentes tecnológicos encontrados nas máquinas atuais, muitos deles já presentes no dia a dia de produtores, operadores e trabalhadores rurais, mas nem sempre conhecidos.

13.1 AGRICULTURA DE PRECISÃO

A agricultura de precisão é uma das maiores inovações do campo moderno, trazendo mais eficiência, produtividade e sustentabilidade para a propriedade. Ela utiliza tecnologias avançadas, como GPS, sensores, drones e softwares de análise, para monitorar e gerenciar a lavoura com base em dados reais do solo, clima e cultivo. Com essas informações, o produtor consegue tomar decisões mais precisas, aumentar a produção, reduzir custos com insumos, preservar o meio ambiente e melhorar a gestão da propriedade como um todo.

Falar em agricultura de precisão é um tópico muito amplo, mas podemos citar diversas tecnologias e práticas que fazem parte dessa ideia e ajudam a melhorar a produtividade no campo. Algumas delas são:

- GPS e mapeamento de áreas;
- sensores de solo e umidade;
- drones para monitoramento da lavoura;
- mapeamento de produtividade;
- aplicação de insumos controlada (fertilizantes, sementes e defensivos);

- Sistemas de irrigação automatizados;
- Máquinas com piloto automático ou direção assistida;
- Softwares de gestão agrícola.

Figura 118 – Agricultura de precisão.



Fonte – elenabsl/Shutterstock.

13.2 MÓDULOS E SENSORES

Os módulos eletrônicos funcionam como pequenos computadores que controlam e monitoram diferentes sistemas de um trator. Eles recebem dados de sensores, processam essas informações e enviam comandos para componentes como o motor transmissão ou hidráulico.

Figura 119 – Módulo eletrônico.



Fonte – Agrodemp, 2025.

13.3 TELEMETRIA

Telemetria é o processo de coletar informações de sensores instalados no trator e transmiti-las automaticamente para um sistema central, onde esses dados podem ser acompanhados e analisados em tempo real. Esse envio ocorre por redes de comunicação, como Wi-Fi, 4G/5G ou sinal via satélite. A telemetria permite monitorar o desempenho da máquina, identificar falhas, registrar consumo, localização e condições de trabalho, auxiliando na tomada de decisões e na gestão mais eficiente das operações agrícolas.

Entre suas principais funções, destacam-se:

- **Coleta de dados em tempo real:** sensores monitoram continuamente variáveis como temperatura, pressão, rotação, velocidade, consumo de combustível e outros parâmetros do trator.
- **Transmissão automática das informações:** os dados são enviados para uma plataforma central por redes móveis, internet ou satélite, sem intervenção do operador.
- **Armazenamento e análise histórica:** os registros ficam salvos e podem ser usados para identificar padrões de uso, planejar manutenção e prever falhas.
- **Alertas e notificações:** o sistema avisa quando ocorre alguma anomalia ou desvio no funcionamento do trator.
- **Painéis e relatórios (dashboards):** apresentam os dados de forma simples, ajudando na tomada de decisões e no acompanhamento da operação.

Figura 120 – Telemetria.



Fonte – MONOPOLY919/Shutterstock.

13.4 CONTROLE DE EMISSÕES DE GASES

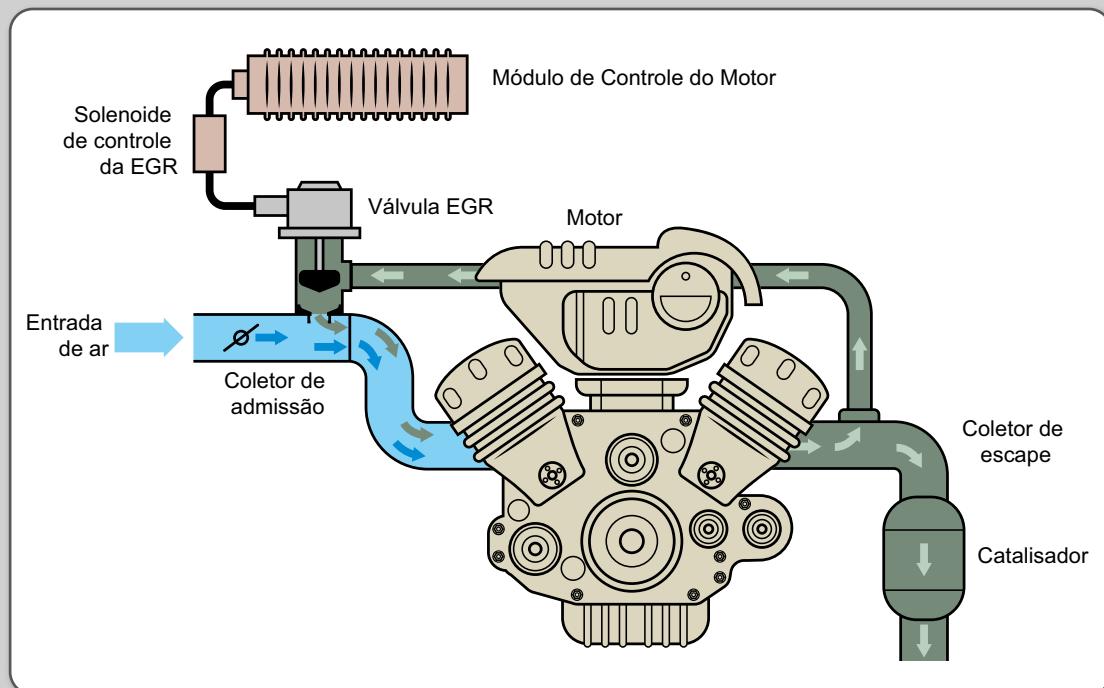
O controle de emissões nos tratores agrícolas é fundamental para reduzir o impacto ambiental da atividade rural e atender às normas brasileiras de proteção ao ar. Os motores modernos passaram a incorporar tecnologias que diminuem a liberação de gases poluentes produzidos na queima do diesel, como óxidos de nitrogênio (NOx), monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC) e material particulado (MP). Para isso, os fabricantes utilizam sistemas como catalisadores, filtros de partículas e recirculação dos gases de escape, tornando os tratores mais eficientes, econômicos e ambientalmente responsáveis.

Figura 121 – Emissão de gases por tratores.



Fonte – Belozorova Elena/Shutterstock.

No Brasil, os limites de poluição dos motores agrícolas são definidos pelo Proconve, por meio das fases MAR-I e MAR-II, que exigem que os tratores emitam cada vez menos gases prejudiciais. Por isso, os modelos mais novos passaram a usar sistemas que ajudam a limpar ou reduzir os poluentes, como catalisadores, filtros de partículas e injeção eletrônica. Dentre esses sistemas podemos citar o Sistema EGR e o iEGR.

Figura 122 – Sistema EGR.

Fonte – CLOUD-WALKER/Shutterstock.

13.5 PILOTO AUTOMÁTICO

O piloto automático em tratores agrícolas é um sistema eletrônico que controla a direção do trator de forma precisa, guiando-o sobre as linhas de plantio, pulverização ou colheita sem que o operador precise manter o volante constantemente. Ele utiliza Sistema de Posicionamento Global (GPS), sensores de direção e, em alguns casos, correções por satélite (RTK), permitindo alta precisão em operações de campo.



Fonte – Andrewshots/Shutterstock.

Além disso, existem diferentes tipos de piloto automático no mercado, sendo os mais comuns o piloto automático elétrico e o piloto automático hidráulico.

No piloto elétrico, os principais componentes são: receptor, módulo, monitor, atuador elétrico e fonte de energia (bateria). Esse sistema é mais simples, fácil de instalar e consome menos energia, mas geralmente tem limite de força para tratores maiores.

No piloto hidráulico, os componentes incluem: receptor, módulo, monitor, atuador eletro-hidráulico, sensor de esterçamento e fonte de energia. Esse tipo de piloto é mais robusto e indicado para tratores maiores, pois consegue movimentar o volante com mais força, oferecendo maior precisão em terrenos acidentados. Além disso, permite responder melhor às variações de carga e é mais resistente em operações longas e pesadas.

13.6 TRANSMISSÃO AUTOMÁTICA

A evolução das transmissões automáticas em tratores agrícolas é um marco na mecanização do campo, trazendo mais eficiência, conforto e precisão. Essas transmissões funcionam ajustando automaticamente a marcha ideal de acordo com a carga do trator, sua velocidade e o tipo de terreno, sem que o operador precise trocar as marchas manualmente. Com isso, o produtor tem maior controle da máquina, economia de combustível e menor desgaste dos componentes, tornando as operações mais produtivas e seguras.

13.7 REDE CAN

A Rede CAN (Controller Area Network) é um padrão de comunicação que permite aos componentes eletrônicos de um trator trocarem informações de forma rápida e confiável, usando um barramento de dois fios. Esse sistema simplifica o sistema elétrico do trator, reduz custos e elimina componentes desnecessários, tornando a máquina mais eficiente e fácil de manter.

A Rede CAN é fundamental para a gestão do maquinário e segue padrões internacionais, como o ISO 11783, que garante a comunicação padronizada entre diferentes sistemas de máquinas agrícolas e florestais.

Na prática, a Rede CAN permite que motor, transmissão, piloto automático, sistemas hidráulicos e monitores de bordo “conversem” entre si, enviando e recebendo informações em tempo real, devido à comunicação realizada entre módulos e sensores. Isso significa que o trator pode ajustar automaticamente velocidade, torque, direção e fluxo hidráulico, garantindo maior eficiência, segurança e conforto durante o trabalho no campo, com menos falhas e melhor controle das operações.

O Isobus é um exemplo da aplicação da Rede CAN. Ele permite a integração e a comunicação de tratores e implementos agrícolas de diferentes fabricantes, pois segue o padrão de comunicação universal definido pela NORMA ISO 11783. O Isobus facilita para o produtor rural o uso de implementos, tratores e softwares de diferentes fabricantes em um mesmo monitor, otimizando a operação.

Figura 124 – Acesso Isobus em tratores agrícolas.



Fonte – Vessoni, 2025.

13.8 TRATORES AUTÔNOMOS

Os tratores autônomos são máquinas equipadas com GPS, sensores, telemetria, câmeras, inteligência artificial e sistemas de controle eletrônico, capazes de realizar operações agrícolas de forma automática, sem a necessidade de um operador no volante. Esses tratores representam uma das maiores demonstrações da evolução tecnológica no campo, incorporando em seus sistemas e componentes muitos recursos tecnológicos.

Figura 125 – Tratores autônomos.



Fonte – Adaptado de G1, 2017; Blog Jacto, 2020.

14. MANUTENÇÃO

A manutenção de máquinas agrícolas é fundamental para garantir o bom desempenho, a segurança e a durabilidade dos equipamentos utilizados no campo. Essas máquinas desempenham papel essencial na produtividade e na eficiência das atividades agrícolas, reduzindo o tempo de trabalho e aumentando o rendimento das operações. No entanto, para que continuem operando de forma eficiente, é indispensável realizar manutenções aumentando a disponibilidade dos equipamentos para o trabalho.

14.1 TIPOS DE MANUTENÇÃO

A NBR 5462 é a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que estabelece critérios e procedimentos para a organização e execução da manutenção de equipamentos mecânicos, garantindo segurança, confiabilidade e eficiência operacional.

De acordo com a norma, existem três tipos principais de manutenção:

- manutenção corretiva;
- manutenção preventiva;
- manutenção preditiva.

O tipo de manutenção a ser realizada dependerá do tipo de aplicação do equipamento, das necessidades da atividade desenvolvida, da estrutura disponível e do conhecimento técnico do operador ou da equipe de manutenção, visando garantir a disponibilidade e confiabilidade das máquinas agrícolas.

14.1.1 Manutenção corretiva

Como o próprio nome indica, a manutenção corretiva é utilizada para corrigir problemas à medida que surgem em um ambiente, equipamento, máquina ou componente. É o serviço realizado para restaurar as características originais de máquinas e equipamentos que apresentem falhas ou danos.

A manutenção corretiva pode ser dividida em duas modalidades: planejada e não planejada.

14.1.1.1 Manutenção corretiva planejada

Esse tipo de manutenção pode ser programado previamente quando os equipamentos apresentam queda de desempenho, vibrações anormais ou sinais de falhas e desgastes. É possível agendá-la porque o equipamento não representa risco de segurança para os trabalhadores nem para o meio ambiente.

Exemplo: uma pequena trinca ou um vazamento sem gravidade, que permite ao equipamento continuar trabalhando até o momento oportuno para sanar a irregularidade.

Figura 126 – Manutenção corretiva planejada.



Fonte – Texelart/Shutterstock.

14.1.1.2 Manutenção corretiva não planejada

A manutenção corretiva não planejada ocorre quando o processo, máquina ou equipamento para completamente e o reparo deve ser realizado de forma emergencial. Esse tipo de manutenção deve ser evitado, pois causa interrupção total da operação, gerando prejuízos significativos até que o serviço seja concluído.

Exemplo: Uma quebra no câmbio que impossibilita o funcionamento do equipamento ou um vazamento no radiador que impede a continuidade do trabalho.

Figura 127 – Manutenção corretiva não planejada.



Fonte – Anatoly Maslennikov/Shutterstock.

Além disso, esse tipo de manutenção apresenta várias desvantagens:

- Altos custos com peças, serviços e mão de obra;
- Equipamentos parados ou indisponíveis;
- Ociosidade dos trabalhadores que utilizam os equipamentos;
- Atraso nas atividades e operações, comprometendo prazos e entregas;
- Redução da produção, aumentando perdas para o negócio.

14.1.2 Manutenção preventiva

De acordo com a NBR 5462, a manutenção preventiva é realizada em intervalos predeterminados ou seguindo critérios específicos, com o objetivo de reduzir a probabilidade de falhas e evitar a degradação do funcionamento de equipamentos ou componentes. A atuação preventiva, por meio de inspeções regulares, permite identificar desgastes ou irregularidades antes que se tornem problemas críticos, garantindo maior confiabilidade e disponibilidade das máquinas.

A manutenção preventiva normalmente segue o manual do operador, que indica os intervalos de verificação, os itens a inspecionar, os procedimentos recomendados e as especificações técnicas de lubrificantes, fluidos e peças. Seguir essas orientações garante que a manutenção seja eficiente, segura e contribua para a maior durabilidade e melhor desempenho das máquinas agrícolas.

A manutenção preventiva oferece diversas vantagens, como maior disponibilidade dos equipamentos, melhor otimização das máquinas, maior segurança e confiabilidade e acesso a informações importantes sobre o equipamento, como os períodos ideais para substituição de peças, permitindo um planejamento mais eficiente das operações.

Figura 128 – Uso do *checklist* de manutenção preventiva.



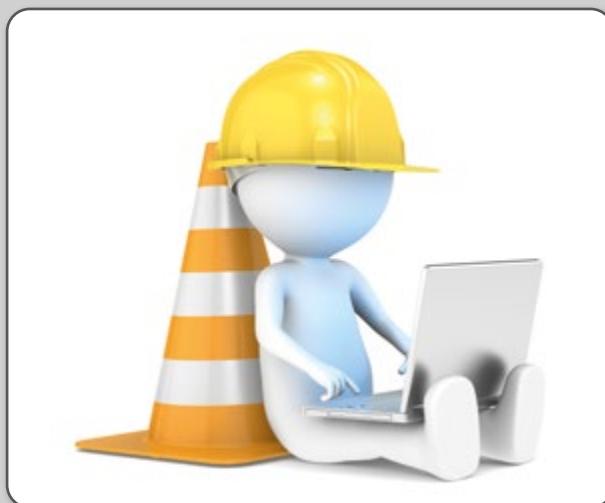
Fonte – Anatoly Maslennikov/Shutterstock.

14.1.3 Manutenção preditiva

A manutenção preditiva permite garantir a qualidade do serviço por meio da aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando supervisão centralizada ou amostragem. Seu objetivo é reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a necessidade de manutenção corretiva, evitando falhas inesperadas e aumentando a eficiência do equipamento.

A manutenção preditiva consiste no acompanhamento periódico de equipamentos e máquinas, por meio de dados coletados por meio de monitoramento ou inspeções. Esse tipo de manutenção reduz drasticamente quebras e paralisações, aumenta a vida útil das máquinas e permite que elas operem por períodos mais longos, elevando a produtividade e eficiência das operações agrícolas.

Figura 129 – Manutenção preditiva.



Fonte – Jojje/Shutterstock.

15. INDICADORES DE DESEMPENHO APLICADOS AO OPERADOR

Os indicadores de desempenho dos operadores de trator são ferramentas essenciais para avaliar a eficiência, a produtividade e a segurança nas operações agrícolas. Eles permitem identificar pontos fortes, oportunidades de melhoria e garantir que o uso das máquinas seja feito de maneira correta e econômica.

Entre os principais indicadores destacam-se o consumo de combustível por hectare, que demonstra a eficiência energética do trabalho; a produtividade operacional, medida pela área trabalhada em determinado tempo; e o índice de paradas não programadas, que revela o impacto de falhas operacionais ou de manutenção inadequada. Outros indicadores importantes incluem o cumprimento das normas de segurança, o uso correto dos EPIs e a qualidade dos serviços executados, como a uniformidade do plantio, da pulverização ou do preparo do solo.

Para propriedades rurais cada vez mais organizadas, monitorar esses indicadores ajuda a formar operadores mais capacitados, reduzir custos de operação e manutenção e tornar a agricultura mais sustentável e competitiva, além de aumentar os lucros da propriedade. Além disso, os próprios operadores podem avaliar seu desempenho, aprimorando sua eficiência, segurança e qualidade nas atividades do campo.

A produção agrícola é uma das bases fundamentais para o desenvolvimento econômico e social de qualquer propriedade rural. Conhecer os custos relacionados a essa produção é investir no futuro da propriedade.

Entre os principais itens a serem avaliados estão:

- produtividade por área (média ou total);
- custo de produção por hectare;
- índice de perdas na colheita;
- disponibilidade mecânica;
- consumo de combustível;
- custo de manutenção;
- custos totais;
- custos médios;
- consumo total;
- consumo médio;
- produção total;
- produção média;
- eficiência operacional.

REFERÊNCIAS

ABM PEÇAS. **O que é um cárter e o que ele faz?** Curitiba: ABM Peças, 12 out. 2023. Disponível em: <https://blog.abmpecas.com/o-que-e-um-carter-e-o-que-ele-faz/>. Acesso em: 23 nov. 2025.

SENAR-AR/PR

127

AGCO CORPORATION. **Catálogo de peças:** Tampa de válvula (V836646359). Jundiaí: AGCO Parts, 2025. Disponível em: <https://parts.agcocorp.com/br/pt/p/tampa-de-v%C3%A1lvula/v836646359>. Acesso em: 23 nov. 2025.

AGRO PEÇAS ONLINE. **Pré-filtro de ar para máquinas agrícolas com bocal de 102,5mm original Puriar.** Indaiatuba: Agro Peças Online, 2025. Disponível em: <https://www.agropecasonline.com.br/pre-filtro-de-ar-para-maquinas-agricolas-com-bocal-de-1025mm-original-puriar>. Acesso em: 23 nov. 2025.

AGRODEMP. **Placa Módulo Central Eletrônica (ECU) Motor Original John Deere Tratores (RE577140).** Ribeirão Preto: Agrodemp, 2025. Disponível em: <https://www.agrodemp.com.br/placa-modulo-central-eletronica-ecu-motor-original-john-deere-tratores-7200j-7215j-7230j-8245r-8295r-8320r-8335r-8345r-8370r-8400r-colhedoras-ch570-ch670-re577140>. Acesso em: 23 nov. 2025.

AGKNX. **7 Gallon hydraulic fluid reservoir:** horizontal mount w/ temp gauge, sight gauge, breather, strainer & fill cap. Colorado: AGKNX, 2025. Disponível em: <https://agknx.com/products/agknx-7-gallon-hydraulic-fluid-reservoir-horizontal-mount-w-temp-gauge-sight-gauge-breather-strainer-fill-cap>. Acesso em: 23 nov. 2025.

ARGO-HYTOS. **Válvula direcional de cartucho D/V3-06.** Jundiaí: DirectIndustry, 2025. Disponível em: <https://www.directindustry.com/pt/prod/argo-hytos-product-7313-506548.html>. Acesso em: 23 nov. 2025.

AUTOPARTES CONSTITUYENTES. **Enfriador de aceite Ford F100 2.5/Ranger 2.5 Maxion.** Buenos Aires: Mercado Shops/Autopartes Constituyentes, 2025. Disponível em: <https://autopartesconstituyentes.mercadoshops.com.ar/enfriador-de-aceite-ford-f100-25ranger-25-maxion/up/MLAU298263508>. Acesso em: 23 nov. 2025.

BASILIO, R. Como funciona a lubrificação de um motor. In: **F1 Visão Técnica.** 27 mar. 2011. Disponível em: <https://f1visaotecnica.wordpress.com/2011/03/27/como-funciona-a-lubrificacao-de-um-motor/>. Acesso em: 23 nov. 2025.

BRASIL. **Código civil.** 46. ed. São Paulo: Saraiva, 1995.

BRASIL. **Código Penal.** Organização de Legislação Saraiva. 8. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2023. (Coleção Legislação Saraiva de Bolso).

BRASIL. **Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).** Organização de Carlos Henrique Bezerra Leite. 12. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2025.

BRASIL. Lei n.º 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 59, 24 set. 1997.

BRASIL. Lei n.º 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 1-74, 11 jan. 2002.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria MTE n.º 86, de 3 de março de 2025. Aprova a Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 43, p. 1-22, 3 mar. 2025.

BRUMA. **Filtros de Sucção**. São Paulo: Bruma, 2025. Disponível em: <https://www.bruma.com.br/filtros-de-succao.php>. Acesso em: 23 nov. 2025.

DEERE & COMPANY. **Sensor de Controle de Pressão do Tanque de Combustível para Tratores Agrícolas (RE68255)**. Indaiatuba: John Deere, 2025. Disponível em: <https://shop.deere.com/br/pt/product/RE68255%3A-Sensor-de-Controle-de-Press%C3%A3o-do-Tanque-de-Combust%C3%ADvel-para-Tratores-Agr%C3%ADcolas/p/RE68255>. Acesso em: 23 nov. 2025.

DONALDSON COMPANY. **Pré-filtros**. Itatiba: Donaldson Company, 2025. Disponível em: <https://www.donaldson.com/pt-br/engine/filters/products/air-intake/accessories/pre-cleaners/>. Acesso em: 23 nov. 2025.

EBAY. **New For Fiat Tractor Air Cleaner Assembly Pre-Filter 4192019**. San Jose, CA: eBay, 2024. Disponível em: <https://www.ebay.com/itm/156306014538>. Acesso em: 23 nov. 2025.

G1. Trator que 'anda sozinho' sai da sede da fazenda e trabalha na lavoura por 24 horas. **G1**. Agrishow. Ribeirão Preto e Franca, 1 maio 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/agrishow/2017/noticia/trator-que-anda-sozinho-sai-da-sede-da-fazenda-e-trabalha-na-lavoura-por-24-horas.ghtml>. Acesso em: 23 nov. 2025.

GB TÉCNICA. **Máquinas hidráulicas (bombas)**. Parnamirim: GB Técnica, 2025. Disponível em: <https://www.gbtecnica.com.br/index.php/novidades/maquinas-hidraulicas-bombas/>. Acesso em: 23 nov. 2025.

GEDORE. **Guia para organização, limpeza e conservação de ferramentas**, 2024. Disponível em: <https://www.gedore.com.br/>. Acesso em: 20 nov. 2025.

JACTO. **Descubra o que é um veículo autônomo e seu impacto na agricultura**. Blog Jacto, 10 nov. 2020. Disponível em: <https://blog.jacto.com.br/descubra-o-que-e-um-veiculo-autonomo-e-seu-impacto-na-agricultura/>. Acesso em: 23 nov. 2025.

JOHN DEERE. **Manual do Operador**: tratores 7185J, 7205J e 7225J. Edição 10. Indaiatuba: John Deere, [s.d.].

LEONARDI, H. V. **Mecanização agrícola**. Lapa: Colégio Agrícola de Lapa, 2013. Apostila.

MADE-IN-CHINA. **Car Cooling System OEM 16041-21280 Water Cooling Cooler Radiator for Prius Nhw20**. Guangdong, China: Made-in-China, 2025. Disponível em: <https://ipackauto.en.made-in-china.com/product/RJHYdArvgwVU/China-Car-Cooling-System-OEM-16041-21280-Water-Cooling-Cooler-Radiator-for-Prius-Nhw20.html>. Acesso em: 23 nov. 2025.

MAGAZINE LUIZA. **Filtro de ar completo Ford trator 7630 8030 9575820 generica**. Franca: Magazine Luiza, 2025. Disponível em: <https://www.magazineluiza.com.br/filtro-de-ar-completo-ford-trator-7630-8030-9575820-generica/p/egd11354gc/au/famc/>. Acesso em: 23 nov. 2025.

MERCADO LIVRE. **Filtro ar AP-6774 retro escavadeira Case 309**. São Paulo: Mercado Livre, 2025a. Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br/filtro-ar-ap-6774-retro-escavadeiracase-309/up/MLBU1676736926>. Acesso em: 23 nov. 2025.

MERCADO LIVRE. **Pré-filtro de ar Ford/MF E3NN9A660**. São Paulo: Mercado Livre, 2025b. Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br/pre-filtro-de-ar-fordmf-e3nn9a660/up/MLBU1400157603>. Acesso em: 23 nov. 2025.

MERCADO LIVRE. **Pré-purificador de ar trator Massey Ferguson 50x / 55x / 65x**. São Paulo: Mercado Livre, 2025c. Disponível em: https://www.mercadolivre.com.br/pre-purificador-de-ar-trator-massey-ferguson-50x--55x--65x/up/MLBU796374876?pdp_filters=item_id:MLB204458634. Acesso em: 23 nov. 2025.

MERCADO LIVRE. **Motor Eaton Charlynn série eixo estriado 24**. São Paulo: Mercado Livre, 2025d. Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br/motor-eaton--charlynn-serie-eixo-estriado-24/up/MLBU1973431387>. Acesso em: 23 nov. 2025.

MTE-THOMSON. **Manual de arrefecimento**. São Bernardo do Campo: MTE-Thomson, 2025. 1 PDF. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/335386793/Manual-de-Arrefecimento-MTAGCOE-Thomson-pdf>. Acesso em: 23 nov. 2025.

MWM INTERNATIONAL INDÚSTRIA DE MOTORES DA AMÉRICA DO SUL LTDA. **Apostila de treinamento**: motores. São Paulo: MWM International, 2025. p. 7.

NEW HOLLAND. **Manual do Operador**: tratores TL60, TL60E, TL75, TL75E, TL85, TL85E, TL95, TL95E. 2. ed. Curitiba: New Holland, 2009.

NEW HOLLAND. **Manual do operador**: tratores TL5.80, TL5.90, TL5.100. 1. ed. Curitiba: New Holland, 2018.

OCUATRO. **Catálogo**: Purificador de ar para motor trator Massey Ferguson linha 50X / 65X. Porto Alegre: OCuartro, 2025. Disponível em: <https://www.ocuartro.com.br/catalogo/produto/11>. Acesso em: 23 nov. 2025.

ÔMEGA OLEOHIDRÁULICA. **Comandos**. São Paulo: Ômega Oleohidráulica, 2025. Disponível em: <https://www.omegaoleohidraulica.com.br/comandos.php>. Acesso em: 23 nov. 2025.

PADOVAN, L. A. **Operação de tratores agrícolas**. Curitiba: Senar-AR/PR, 2018. Disponível em: https://www.sistemafaep.org.br/wp-content/uploads/2021/11/PR.0339-Operacao-de-tratores_web.pdf. Acesso em: 20 nov. 2025.

PARKER HANNIFIN INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA. **Catálogo de aplicações Racor 2012**. Jacareí: Parker, 2012. 1 PDF (40 p.). Disponível em: https://www.parker.com/content/dam/Parker-com/Literature/Brazil/Filtration/Catalogo_aplicacoes_racor_2012.pdf. Acesso em: 23 nov. 2025.

PETROBRAS. **Lubrax Unitractor Premium**. Ficha Técnica, V. 4. Rio de Janeiro: Petrobras, 2024. 1 PDF (1 p.). Disponível em: https://www.lubrax.com.br/sites/default/files/2024-09/lubrax_ficha_tecnica_unitractor_premium_v4.pdf. Acesso em: 23 nov. 2025.

REAL TRATOR PEÇAS. **Carcaça filtro de ar JCB 32/920100**. Itajaí: Real Trator, 2025. Disponível em: <https://realtrator.com.br/pecas-para-retroescavadeiras/jcb/carcaca-filtro-de-ar-jcb-32-920100-p>. Acesso em: 23 nov. 2025.

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Mecanização operação de tratores agrícolas**. Brasília, DF: Senar, 2017. 1 PDF (48p.). Disponível em: <https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/177-OPERA%C3%87%C3%83O-DE-TRATORES.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2025.

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Trabalhador na operação e na manutenção de tratores agrícolas**. Manual do operador. Curitiba: Senar-AR/PR, 2004.

SORASA. **Medidor de restrição/umidade filtro ar International 3719538C1**. Marechal Cândido Rondon: Sorasa, 2025. Disponível em: <https://www.sorasa.com.br/medidor-restricao-umidade-filtro-ar-international-3719538c1.html>. Acesso em: 23 nov. 2025.

SISTEMA FAEP. **Trânsito de maquinário agrícola em rodovias**. Curitiba: Sistema FAEP, 2025. 1 folder, PDF. Disponível em: <https://www.sistemafaep.org.br/wp-content/uploads/2025/01/Folder-Transito-Maquinas-site-Revisado.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2025.

SISU DIESEL. **Manual de Serviço**, [s.d.]. Disponível em: [manual-de-servicio-motor-sisu-valtra_compress.pdf](https://www.sisudiesel.com.br/manual-de-servicio-motor-sisu-valtra_compress.pdf). Acesso em: 23 nov. 2025. p. 0-22.

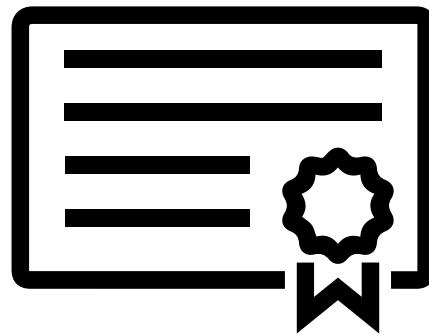
TRATORVEL PARTS. **Válvula termostática aplicável John Deere (RE64354)**. Cascavel: Tratorvel Parts, 2025. Disponível em: <https://www.tratorvelparts.com.br/valvula-termostatica-aplicavel-john-deerere643541>. Acesso em: 23 nov. 2025.

VALTRA DO BRASIL. **Manual do trator**: linha BH. Canoas: Valtra, 2025. p. 12. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/slideshow/manual-trator-valtra-bh-180/39386067>. Acesso em: 23 nov. 2025.

VISÃO HIDROPNEUMÁTICA. **Válvula Direcional Hidráulica**. Salvador: Visão Hidropneumática, 2025. Disponível em: <https://www.visaohidropneumatica.com.br/produto/valvula-direcional-hidraulica/>. Acesso em: 23 nov. 2025.

YEARN PARTS. **Undercarriage**: other accessories. Xangai: Yearn Parts, 2025. Disponível em: <https://www.yearnparts.com/pt/undercarriage/other-accessories.html>. Acesso em: 23 nov. 2025.

CERTIFICADO DO CURSO



O certificado de conclusão é emitido, no mínimo, 30 dias após encerramento do curso, tempo necessário para o instrutor realizar a análise de desempenho de cada aluno, para que, posteriormente, a área de certificação do Sistema FAEP/SENAR-PR realize a emissão.

Você pode acompanhar a emissão de seu certificado em nosso site sistemafaep.org.br, na seção Cursos SENAR-PR > Certificados ou no QRCode ao lado.



Consulte o catálogo de curso e a agenda de datas no sindicato rural mais próximo de você, em nosso site sistemafaep.org.br, na seção Cursos ou no QRCode abaixo.



***Esperamos encontrar você novamente
nos cursos do SENAR-PR.***



ANOTAÇÕES

SISTEMA FAEP



Rua Marechal Deodoro, 450 - 16º andar
Fone: (41) 2106-0401
80010-010 - Curitiba - Paraná
e-mail: senarpr@senarpr.org.br
www.sistemafaep.org.br



Facebook
Sistema Faep



Twitter
SistemaFAEP



Youtube
Sistema Faep



Instagram
sistema.faep



Linkedin
sistema-faep



Flickr
SistemaFAEP