

MANUTENÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS



SISTEMA FAEP



RODRIGO FRANCISCO LONCAROVICH

MANUTENÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS

**CURITIBA
SENAR AR/PR
2020**

Depósito legal na CENAGRI, conforme Portaria Interministerial n.164, datada de 22 de julho de 1994 e junto à Fundação Biblioteca Nacional e Centro de Editoração, Documentação e Informação Técnica do SENAR AR-PR.

Autor: Rodrigo Francisco Loncarovich

Coordenação técnica: Ricardo Dambrós CREA/PR 158527/D

Coordenação metodológica: Tatiana de Albuquerque Montefusco

Normalização: Rita de Cássia Teixeira Gusso CRB9./647

Coordenação gráfica: Carlos Manoel Machado Guimarães Filho

Revisão ortográfica e diagramação: Sincronia Design Gráfico Ltda.

Catálogo no Centro de Editoração, Documentação
e Informação Técnica do SENAR AR/PR.

Loncarovich, Rodrigo Francisco.

L847

Manutenção de tratores agrícolas / Rodrigo
Francisco Loncarovich . – Curitiba : SENAR AR/PR., 2020.
147 p.

ISBN978-65-88733-08-0

1. Tratores. 2. Máquinas agrícolas. 3. Tratores-
Manutenção. I. Título.

CDD630
CDU631.331.5

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

IMPRESSO NO BRASIL – DISTRIBUIÇÃO GRATUITA



APRESENTAÇÃO

O SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – é uma instituição prevista na Constituição Federal e criada pela Lei no 8.315, de 23/12/1991. Tem como objetivo a formação profissional e a promoção social do homem do campo para que ele melhore o resultado do seu trabalho e, com isso, aumente sua renda e a sua condição social.

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

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

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

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 TIPOS DE MANUTENÇÕES | 13 |
| 1.1 MANUTENÇÃO PREVENTIVA..... | 13 |
| 1.2 MANUTENÇÃO PREDITIVA..... | 13 |
| 1.3 MANUTENÇÃO CORRETIVA..... | 14 |
| 1.3.1 Manutenção corretiva não planejada | 14 |
| 1.3.2 Manutenção corretiva planejada..... | 14 |
| 2 MANUAL DO OPERADOR..... | 17 |
| 2.1 DIVISÕES DO MANUAL DO OPERADOR..... | 18 |
| 2.2 PLANOS DE MANUTENÇÃO..... | 19 |
| 3 IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO DO TRATOR AGRÍCOLA DE PNEUS | 21 |
| 4 SEGURANÇA NA MANUTENÇÃO DO TRATOR AGRÍCOLA..... | 23 |
| 4.1 NORMAS DE SEGURANÇA NO TRABALHO..... | 25 |
| 4.2 AGENTES DE RISCO NA MANUTENÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS..... | 26 |
| 4.3 SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA..... | 29 |
| 4.4 COR NA SEGURANÇA DO TRABALHO | 31 |
| 4.5 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E COLETIVA..... | 33 |
| 4.5.1 Equipamento de proteção individual (EPI)..... | 33 |
| 4.5.2 Equipamento de proteção coletiva (EPC)..... | 34 |
| 5 COMPONENTES DOS TRATORES AGRÍCOLAS DE PNEUS | 35 |
| 6 SIMBOLOGIA EM TRATORES AGRÍCOLAS | 37 |
| 6.1 SIMBOLOGIA INDIVIDUAL | 37 |
| 6.2 SIMBOLOGIA CONJUGADA..... | 38 |
| 7 MEDIDORES E INDICADORES | 39 |
| 8 MOTORES A DIESEL DE TRATORES AGRÍCOLAS | 41 |
| 8.1 COMPONENTES DO MOTOR..... | 41 |
| 8.2 FUNCIONAMENTO DO MOTOR | 42 |
| 9 AMACIAMENTO DE TRATORES NOVOS OU COM COMPONENTES RECONDICIONADOS..... | 45 |
| 10 SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE AR DO MOTOR..... | 47 |
| 10.1 SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO DE AR DOS MOTORES DOS TRATORES AGRÍCOLAS | 47 |
| 10.1.1 Sistema aspirado | 47 |
| 10.1.2 Sistema turbo alimentado | 47 |
| 10.1.3 Sistema <i>intercooler/aftercooler</i> | 48 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 10.2 | COMPONENTES DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE AR DO MOTOR..... | 49 |
| 10.2.1 | Pré-purificador | 50 |
| 10.2.2 | Carcaça ou corpo..... | 50 |
| 10.2.3 | Elemento filtrante primário ou principal | 50 |
| 10.2.4 | Elemento filtrante secundário ou de segurança..... | 51 |
| 10.2.5 | Ciclonizador | 51 |
| 10.2.6 | Válvula de descarga ou ejetor de poeira..... | 52 |
| 10.2.7 | Indicador de restrição..... | 52 |
| 10.2.8 | Condutor de admissão | 53 |
| 10.3 | FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE AR DO MOTOR..... | 54 |
| 10.4 | MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE AR DO MOTOR | 54 |
| 10.4.1 | Manutenção do elemento filtrante principal | 54 |
| 10.4.2 | Funcionamento do indicador de restrição..... | 57 |
| 10.4.3 | Manutenção dos tubos e conexões de ar. | 58 |
| 11 | SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE COMBUSTÍVEL DO MOTOR..... | 59 |
| 11.1 | COMPONENTES DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE COMBUSTÍVEL | 59 |
| 11.1.1 | Tanque de combustível..... | 60 |
| 11.1.2 | Copo/filtro sedimentador | 60 |
| 11.1.3 | Bomba alimentadora | 60 |
| 11.1.4 | Filtro de combustível | 61 |
| 11.1.5 | Bomba injetora | 61 |
| 11.1.6 | Bico injetor..... | 61 |
| 11.1.7 | Tubulações de retorno..... | 61 |
| 11.2 | FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE COMBUSTÍVEL DO MOTOR..... | 61 |
| 11.3 | MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE COMBUSTÍVEL DO MOTOR .. | 62 |
| 11.3.1 | Manutenção do tanque de combustível | 62 |
| 11.3.2 | Manutenção do copo sedimentador | 63 |
| 11.3.3 | Manutenção da bomba alimentadora..... | 65 |
| 11.3.4 | Manutenção do(s) filtro(s) de combustível | 65 |
| 11.3.5 | Sangria do sistema de combustível. | 67 |
| 11.3.6 | Manutenção da bomba injetora..... | 67 |
| 11.3.7 | Manutenção dos bicos injetores..... | 68 |
| 11.4 | QUALIDADE DOS COMBUSTÍVEIS | 69 |
| 11.5 | CUIDADOS NA ARMAZENAGEM DOS COMBUSTÍVEIS | 69 |
| 12 | SISTEMA DE ARREFECIMENTO DO MOTOR..... | 71 |
| 12.1 | COMPONENTES DO SISTEMA DE ARREFECIMENTO DO MOTOR..... | 71 |
| 12.1.1 | Radiador..... | 71 |
| 12.1.2 | Tampa do radiador | 72 |
| 12.1.3 | Mangueiras | 72 |

| | |
|---|-----------|
| 12.1.4 Bomba d'água | 73 |
| 12.1.5 Ventilador e correia | 74 |
| 12.1.6 Líquido de arrefecimento | 74 |
| 12.1.7 Válvula termostática | 74 |
| 12.1.8 Termômetro | 75 |
| 12.1.9 Grade protetora e/ou tela frontal do radiador | 76 |
| 12.2 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE ARREFECIMENTO DO MOTOR | 76 |
| 12.3 MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE ARREFECIMENTO DO MOTOR | 77 |
| 12.3.1 Verificação do nível do líquido de arrefecimento do motor | 77 |
| 12.3.2 Verificação da tampa do radiador | 78 |
| 12.3.3 Limpeza do sistema de arrefecimento | 79 |
| 12.3.4 Limpeza da colmeia do radiador | 80 |
| 12.3.5 Verificação da tensão da correia do ventilador do radiador | 81 |
| 12.4 CAUSAS DE SUPERAQUECIMENTO DOS MOTORES DE TRATORES | 82 |
| 13 TIPOS E CLASSES DE LUBRIFICANTES | 83 |
| 13.1 TIPOS DE LUBRIFICANTES | 83 |
| 13.2 CLASSIFICAÇÃO DOS LUBRIFICANTES | 83 |
| 13.2.1 Classificação SAE | 84 |
| 13.2.2 Classificação API | 85 |
| 13.2.3 Classificação NLGI | 86 |
| 13.3 QUALIDADE DOS LUBRIFICANTES | 87 |
| 13.4 CUIDADOS NA ARMAZENAGEM DOS LUBRIFICANTES | 87 |
| 14 SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO DO MOTOR | 89 |
| 14.1 COMPONENTES DO SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO DO MOTOR | 89 |
| 14.1.1 Câster | 89 |
| 14.1.2 Bomba de óleo e válvula de alívio | 89 |
| 14.1.3 Filtro de óleo | 90 |
| 14.1.4 Válvula de desvio | 90 |
| 14.1.5 Manômetro | 90 |
| 14.1.6 Respiro do motor | 91 |
| 14.2 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO DO MOTOR | 91 |
| 14.3 MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO DO MOTOR | 92 |
| 14.3.1 Verificação do nível de óleo do motor | 92 |
| 14.3.2 Troca de óleo do motor | 93 |
| 14.3.3 Limpeza do respiro do motor | 97 |
| 15 LUBRIFICAÇÃO DO TRATOR AGRÍCOLA COM GRAXA | 99 |
| 15.1 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE LUBRIFICAÇÃO DO TRATOR | 99 |
| 15.2 MANUTENÇÃO DOS PINOS GRAXEIROS | 99 |

| | |
|--|------------|
| 16 SISTEMA DE TRANSMISSÃO..... | 101 |
| 16.1 COMPONENTES DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO | 101 |
| 16.1.1 Embreagem..... | 101 |
| 16.1.2 Caixa de câmbio | 101 |
| 16.1.3 Diferencial | 101 |
| 16.1.4 Redutores..... | 101 |
| 16.2 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO | 101 |
| 16.3 MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO..... | 102 |
| 16.3.1 Ajuste da folga do pedal de embreagem..... | 102 |
| 16.3.2 Manutenção da caixa de câmbio, diferencial e redutores finais | 103 |
| 16.3.3 Verificação do nível de óleo da caixa de câmbio, diferencial e redutores finais | 103 |
| 16.3.4 Troca do óleo da caixa de câmbio, diferencial e redutores finais | 105 |
| 16.3.5 Limpeza dos respiros | 107 |
| 17 SISTEMA DE RODADOS DOS TRATORES..... | 109 |
| 17.1 COMPONENTES DO SISTEMA DE RODADOS | 109 |
| 17.2 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE RODADOS | 109 |
| 17.3 MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE RODADOS | 110 |
| 17.3.1 Reaperto dos parafusos de fixação do rodado | 110 |
| 17.3.2 Calibragem da pressão dos pneus | 110 |
| 18 MANUTENÇÃO DO EIXO DIANTEIRO..... | 113 |
| 18.1 CLASSIFICAÇÃO DOS TRATORES, QUANTO AO TIPO DE TRAÇÃO DOS PNEUS | 113 |
| 18.2 MANUTENÇÃO DO EIXO DIANTEIRO DE TRATORES 4X2..... | 113 |
| 18.2.1 Verificação da folga dos rolamentos dos cubos..... | 113 |
| 18.2.2 Verificação das condições externas do rodado..... | 115 |
| 18.3 MANUTENÇÃO DO EIXO DIANTEIRO DE TRATORES 4X2 TDA..... | 116 |
| 18.3.1 Verificação do nível de óleo do diferencial..... | 116 |
| 18.3.2 Verificação do nível de óleo dos redutores dianteiros..... | 117 |
| 18.3.3 Troca de óleo do diferencial dianteiro | 118 |
| 18.3.4 Troca do óleo dos redutores dianteiros..... | 120 |
| 19 MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DIREÇÃO | 121 |
| 19.1 COMPONENTES DO SISTEMA DE DIREÇÃO DE ACIONAMENTO MECÂNICO | 121 |
| 19.2 COMPONENTES DO SISTEMA DE DIREÇÃO DE ACIONAMENTO HIDRÁULICO ... | 121 |
| 19.3 MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DIREÇÃO MECÂNICA | 122 |
| 19.3.1 Verificação da folga dos pinos-mestres | 122 |
| 19.3.2 Manutenção da caixa de direção | 123 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 19.4 | MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DIREÇÃO DE ACIONAMENTO HIDRÁULICO (HIDROSTÁTICO)..... | 123 |
| 19.5 | REGULAGEM DO ALINHAMENTO OU CONVERGÊNCIA/DIVERGÊNCIA DAS RODAS DIANTEIRAS | 123 |
| 20 | SISTEMA DE FREIOS | 127 |
| 20.1 | FUNCIONAMENTO DOS FREIOS, QUANTO À FORMA DE ACIONAMENTO..... | 127 |
| 20.1.1 | Sistema de freios de acionamento mecânico | 127 |
| 20.1.2 | Sistema de freios de acionamento hidráulico | 127 |
| 20.2 | MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE FREIOS | 128 |
| 20.2.1 | Verificação do funcionamento dos freios hidráulicos | 128 |
| 20.2.2 | Regulagem da folga dos pedais do freio de acionamento mecânico ou hidráulico | 129 |
| 20.2.3 | Verificação do nível do reservatório de fluido do sistema de freio de acionamento hidráulico | 129 |
| 21 | SISTEMA HIDRÁULICO | 131 |
| 21.1 | COMPONENTES DO SISTEMA HIDRÁULICO DO TRATOR | 131 |
| 21.1.1 | Reservatório de óleo | 132 |
| 21.1.2 | Filtro de sucção e pressão | 132 |
| 21.1.3 | Bomba de óleo hidráulica | 132 |
| 21.1.4 | Comando hidráulico | 132 |
| 21.1.5 | Pistões e/ou motores hidráulicos | 132 |
| 21.1.6 | Tubulações..... | 132 |
| 21.2 | FUNCIONAMENTO DO SISTEMA HIDRÁULICO | 132 |
| 21.3 | MANUTENÇÃO DO SISTEMA HIDRÁULICO DO TRATOR..... | 132 |
| 21.3.1 | Verificação do nível de óleo do sistema hidráulico | 133 |
| 21.3.2 | Substituição dos filtros do sistema hidráulico | 133 |
| 21.3.3 | Troca de óleo do sistema hidráulico | 134 |
| 21.4 | CUIDADOS NO USO E MANUSEIO DO SISTEMA HIDRÁULICO DE CONTROLE RE- MOTO | 134 |
| 22 | SISTEMA ELÉTRICO..... | 137 |
| 22.1 | CONHEÇA OS COMPONENTES DO SISTEMA ELÉTRICO DO TRATOR..... | 137 |
| 22.1.1 | Alternador | 137 |
| 22.1.2 | Regulador de carga | 138 |
| 22.1.3 | Chave de luz | 138 |
| 22.1.4 | Chave de ignição | 139 |
| 22.1.5 | Motor de partida..... | 139 |
| 22.1.6 | Bateria de acumuladores | 140 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 22.2 | MANUTENÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO | 140 |
| 22.2.1 | Verificação das conexões da bateria | 140 |
| 22.2.2 | Limpeza da bateria | 141 |
| 22.2.3 | Verificação do nível de eletrólito da bateria | 143 |
| 22.2.4 | Verificação da carga da bateria | 144 |
| 22.2.5 | Verificação e regulagem da tensão da correia do alternador | 145 |
| 22.2.6 | Verificação das luzes e indicadores luminosos..... | 145 |
| 22.3 | CUIDADOS COM A BATERIA E O SISTEMA ELÉTRICO..... | 146 |
| 23 | RECOMENDAÇÕES DE DESCARTE DE PEÇAS E LUBRIFICANTES..... | 147 |
| 24 | CUIDADOS DE ARMAZENAGEM DO TRATOR EM LONGOS PERÍODOS INATIVOS | 149 |

INTRODUÇÃO

Com o avanço da agropecuária, os tratores agrícolas se tornaram equipamentos indispensáveis nas operações do setor primário. Por trazer facilidade e eficiência na execução das operações agrícolas, muitas vezes os tratores são utilizados em todas as etapas do processo produtivo, levando-os a condições extremas.

Para garantir o correto funcionamento dos tratores agrícolas e garantir sua vida útil é indispensável a correta realização das manutenções descritas no manual do operador do fabricante.

Esta cartilha descreve de maneira simples e ilustrada as orientações técnicas e de segurança para a realização da manutenção em tratores agrícolas de pneus, seguindo as regulamentações da NR – 31 (Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura) e dos fabricantes de tratores agrícolas, preservando o equipamento e a saúde do trabalhador.

Neste material você encontrará informações sobre os sistemas que compõem um trator agrícola de pneus, os componentes de cada sistema, o funcionamento individual dos sistemas, a manutenção individual de cada componente, recomendações de amaciamento e armazenamento do trator em períodos inativos.

Este material não substitui o manual do operador do fabricante, trata-se apenas de um complemento para auxiliar o trabalhador rural no exercício das suas atividades.

Para que se aproveite todo o potencial de um trator agrícola, diminuir as manutenções corretivas e garantir a vida útil do equipamento, são indispensáveis o treinamento e a capacitação dos trabalhadores rurais.

1 TIPOS DE MANUTENÇÕES

Em tratores agrícolas a manutenção é uma ação de manter, sustentar, consertar ou conservar todos os componentes que demande cuidados para o seu bom funcionamento.

A realização correta do plano de manutenção recomendado pelo fabricante garante que o trator agrícola esteja disponível para realizar as operações agrícolas em perfeitas condições, que conseqüentemente reduzem os custos operacionais e garantem a segurança e saúde do operador.

Atentem-se às recomendações de segurança durante a manutenção de tratores agrícolas para evitar danos ao equipamento e prevenir acidentes de trabalho, pois muitos acidentes acontecem durante as manutenções dos tratores agrícolas.

De modo geral, os tipos de manutenção são divididos em três grupos, são eles: preventiva, preditiva e corretiva.

1.1 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

É uma manutenção periódica que visa a reduzir ou evitar a falha, quebra ou perda de desempenho dos componentes do trator agrícola.

A manutenção preventiva é baseada em um plano de manutenção, previamente elaborado, que considera a vida útil dos componentes e o tempo de serviço do trator. Um exemplo de manutenção preventiva é a troca de óleo do motor dentro do período de tempo especificado pelo manual do fabricante do trator.

Por seguir uma periodicidade, ela possibilita um melhor planejamento das operações e evita surpresas durante a execução, como paradas para reparos ou troca de componentes (manutenção corretiva).

As principais vantagens da manutenção preventiva são a garantia da vida útil do trator, redução dos custos da manutenção, redução de acidentes de trabalho, diminuição de paradas para manutenções corretivas e, conseqüentemente, aumento do rendimento operacional.

1.2 MANUTENÇÃO PREDITIVA

É a manutenção mais moderna dos três principais grupos, porém exige investimento em equipamentos, sensores e *softwares* específicos.

Tem o objetivo de tentar prever o estado dos componentes do trator agrícola baseando-se na coleta de dados do trator, nas medições em campo e no histórico de falhas e quebras dos componentes.

Um exemplo de manutenção preditiva é coletar uma pequena quantidade de óleo do motor e analisá-la utilizando equipamentos específicos para esta finalidade, visando a encontrar no óleo qualidade suficiente para postergar a troca do mesmo, considerando o tempo especificado pelo manual do fabricante.

Assim, a execução da manutenção preditiva ocorre no momento adequado, antes mesmo que o componente apresente algum defeito.

1.3 MANUTENÇÃO CORRETIVA

É a manutenção mais antiga entre os três principais grupos, ela tem o objetivo de corrigir falhas, quebras ou defeitos que venham a acontecer com algum dos componentes dos tratores agrícolas.

A manutenção corretiva em si não pode ser considerada uma manutenção de emergência, pois uma intervenção pode ser planejada quando um componente apresenta perda de desempenho.

Com isso, a manutenção corretiva é dividida em dois tipos: manutenção corretiva não planejada e manutenção corretiva planejada.

1.3.1 Manutenção corretiva não planejada

É a manutenção realizada em fatos que já ocorreram, ou seja, quando não é possível preparar os componentes e sequer planejar a manutenção. Um exemplo desta manutenção é a quebra inesperada de um componente mecânico do trator, como uma engrenagem do sistema de transmissão. Deste modo, como o operador não estava preparado para a quebra, ele terá que parar a atividade que estava desenvolvendo para providenciar o conserto do componente.

1.3.2 Manutenção corretiva planejada

É quando um componente apresenta uma falha ou perda de desempenho e a escolha de interromper a operação para realizar a manutenção ou de operar até a quebra depende de uma decisão gerencial.

A decisão gerencial envolve fatores como a segurança do operador, qualidade da operação, riscos a outros componentes, necessidade de serviços terceirizados e o acordo da parada com os trabalhadores rurais.

Um exemplo dessa manutenção seria identificar visualmente que um componente do trator precisa de reparos e não o realizar imediatamente, como, por exemplo, encontrar a correia que aciona o compressor do ar condicionado da cabine do trator com desgaste excessivo e decidir não a trocar imediatamente. Deste modo, o operador adquire uma correia nova, continua com sua atividade e apenas irá parar e realizar a troca da correia quando esta arrebentar.

2 MANUAL DO OPERADOR

Todo produto ou serviço obrigatoriamente deve vir acompanhado do manual de instruções e uso do produto de acordo com o Art. 50. do Código de Defesa do Consumidor (CDC), seguindo as recomendações da Norma Regulamentadora 12 (item 12.125 a 12.128) e da Norma Regulamentadora 31 (item 31.12.83 e 31.12.84).

O item 31.12.83 traz a seguinte regulamentação: “Os manuais das máquinas e implementos devem ser mantidos no estabelecimento, em originais ou cópias, e deve o empregador dar conhecimento aos operadores do seu conteúdo e disponibilizá-lo aos trabalhadores sempre que necessário” (BRASIL, 2005).

Devido à quantidade de marcas e modelos de tratores agrícolas, os manuais podem conter diferenças entre si. Nesta cartilha, os abordaremos de forma genérica, por isso sempre leia e compreenda todo o manual do operador antes de iniciar qualquer atividade com o trator agrícola.

Figura 1 – Manual do operador.



Fonte – Senar AC, 2017.

2.1 DIVISÕES DO MANUAL DO OPERADOR

Os manuais do operador contêm todas as informações necessárias para garantir a segurança do equipamento e do operador. De modo geral, eles são divididos da seguinte maneira:

a) **Recomendações de segurança**

Possui recomendações de segurança para evitar danos ao equipamento, garantir a vida e a saúde do operador e de pessoas próximas ao trator, além de expor algumas das principais situações de risco e como o operador deve se comportar nestas situações.

As recomendações de segurança e alertas de risco se estenderão por todos os capítulos do manual do operador.

b) **Especificações técnicas**

Traz as especificações técnicas do trator agrícola, como marca, modelo, potência do motor, peso, entre outros.

c) **Partida e funcionamento**

Composto por recomendações técnicas para dar a partida no motor diesel e informações sobre o funcionamento do trator agrícola.

d) **Instruções operacionais**

Possui recomendações e instruções sobre todas as regulagens, operações e o correto uso do trator agrícola.

e) **Manutenção**

Composto pelo plano de manutenção e instruções para a correta manutenção de cada componente do trator agrícola, a fim de garantir a saúde e a segurança do operador e de todos à sua volta, além de garantir o correto funcionamento e a garantia da vida útil do trator agrícola.

f) **Testes e ajustes**

Composto por procedimentos de verificação da integridade e instruções de regulagem dos componentes do trator agrícola. Além de instruções para realizar ajustes de bitola, estabilizados e lastreamento do equipamento.

Devido à quantidade de marcas e modelos de tratores agrícolas, a nomenclatura e os itens podem sofrer variações.

2.2 PLANOS DE MANUTENÇÃO

ATENÇÃO

Devido à quantidade de marcas e modelos de tratores agrícolas, a periodicidade da manutenção pode sofrer alterações, por isso consulte sempre o manual do operador.

O plano de manutenção é apresentado em tabelas ou em textos, porém sempre está dividido por uma periodicidade e cada divisão apresenta quais ações devem ser realizadas, como exemplos:

- Manutenção diária ou a cada 10 horas de serviço;
- Manutenção semanal ou a cada 50 horas de serviço;
- Manutenção a cada 100 horas de serviço;
- Manutenção a cada 250 horas de serviço;
- Manutenção a cada 500 horas de serviço;
- Manutenção a cada 1000 horas de serviço.

Quadro 1 – Exemplo de plano de manutenção em texto.

| G 1.4 Inspeção de serviço após 100 horas |
|--|
| <p>Seu concessionário oferece serviço de inspeção gratuito depois de 100 horas de funcionamento para todos os tratores novos Valtra (exceto os custos de óleo e filtros). Os procedimentos são os seguintes:</p> <p>Motor</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Trocar o filtro e o óleo do motor, com 100 horas. As próximas trocas deverão ser realizadas a cada 250 horas de operação;▪ Limpeza do pré-filtro decantador do sistema de combustível;▪ Troca dos elementos do filtro de combustível. <p>Transmissão (caixa de câmbio, multiplicador, transmissão final, freios e TDP)</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Trocar o óleo e o filtro com 100 e 500 horas de operação. Daí em diante a cada 500 horas. <p>Eixo dianteiro 4 × 4</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Trocar o óleo do diferencial e dos redutores planetários com 100, 500 e 1000 horas de operação. Daí em diante a cada 1000 horas de operação. <p>Sistema hidráulico</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Trocar o filtro de pressão e o óleo com 100, 500 e 1000 horas de operação. Daí em diante a cada 1000 horas de operação;▪ Limpar e lavar o filtro de sucção do sistema hidráulico. |

Fonte – Valtra, 2005.

Tabela 1 – Exemplo de plano de manutenção em tabela.

| Componentes manutenção tratores BH G4 (BH144, 154, 174, 194, 214 e 224) | | | 10 h / Diário | 50 h / Semanal | 300 h | 600 h | 1 200 h | Anual | A cada 2 anos | Ação |
|--|---------------|---|----------------|----------------|----------------|-------|---------|-------|---------------|--|
| Motor | 837084450 | Filtro óleo lubrificante motor | | | X | | | | | Substituir |
| | – | Óleo lubrificante SAE 15W40 – API: CI-4 ou superior | | | X | | | | | Substituir |
| | 836362228 | Filtro de óleo centrífugo | | | X | | | | | Substituir |
| | 837091385 | Kit elementos filtros combustível | X ¹ | | X ² | | | | | ¹ Drenar ² Substituir |
| | 4286473M2 | Elemento filtro ar principal | | | | | | X | | Limpar Substituir |
| | H931202090400 | Elemento filtro ar secundário | | | | | | X | | Substituir |
| | 837084116 | Junta tampa de válvulas (2X) | | | | | X | | | Ajustar |
| | 87663510 | Correia principal 10PK | | X | | | | | | Verificar |
| | ACW0157130 | Tampa do tanque de expansão | | | | | | | | Verificar |
| | – | Líquido sistema de arrefecimento motor | | | | | | | X | Substituir |

Fonte – Valtra, 2017b.

3 IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO DO TRATOR AGRÍCOLA DE PNEUS

A principal fonte de potência na agricultura é fornecida pelo trator agrícola de pneus, por sua multifuncionalidade e mobilidade em múltiplas operações.

Para manter o funcionamento dos seus componentes e sistemas é necessário realizar manutenções.

A manutenção tem como objetivo diminuir custos operacionais, garantir sua vida útil e manter o trator sempre em perfeitas condições para as operações.

Conhecendo os sistemas e componentes do trator e como realizar sua manutenção, o operador irá realizar diferentes trabalhos e operações agrícolas corretamente e de forma segura.

O operador inexperiente normalmente executa sua função sem conhecimento correto da operação e manutenção do trator, o mesmo deve se capacitar para atender a necessidade do mercado e condições das normas de segurança no trabalho.

4 SEGURANÇA NA MANUTENÇÃO DO TRATOR AGRÍCOLA

Toda manutenção requer conhecimento total do procedimento que será realizado e quais riscos ele oferece para que possam ser tomados todos os cuidados necessários para a preservação da saúde do trabalhador e da integridade do trator agrícola.



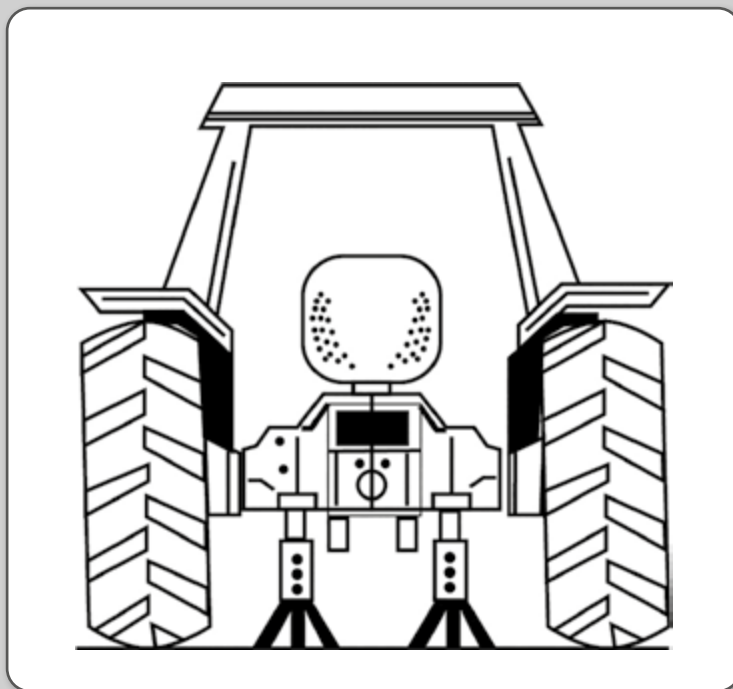
PRECAUÇÃO

Em toda operação com tratores agrícolas, o trabalhador rural deve utilizar o EPI recomendado para aquela operação.

Para cada tipo de manutenção existem recomendações de segurança, abaixo citaremos algumas delas:

- Em caso de levante do trator agrícola ele deve ser apoiado de forma segura, de acordo com as recomendações do fabricante;

Figura 2 – Trator apoiado de forma segura.



Fonte – Massey Ferguson, [s.d.].

- Em caso de manutenção dos pneus, tome cuidado ao separar o pneu do aro: a separação incorreta pode gerar uma explosão que causará danos sérios à saúde do trabalhador;

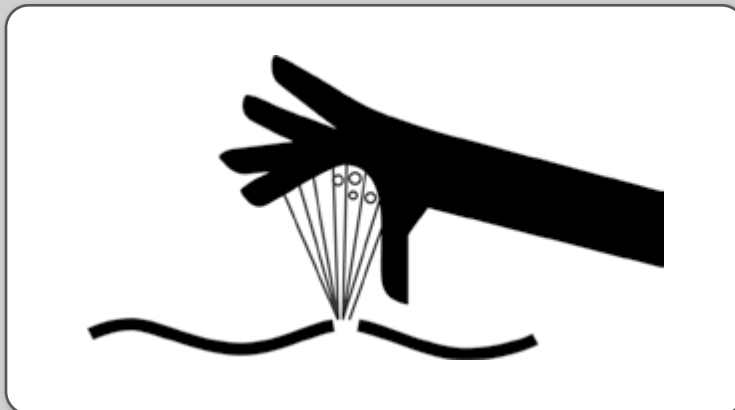
Figura 3 – Pictograma indicando explosão do pneu.



Fonte – Brasil, 2019.

- Em caso de reparos no sistema hidráulico, certifique-se de que as mangueiras e conexões estão sem pressão e o motor diesel está desligado: a pressão desses componentes pode perfurar a pele do trabalhador;

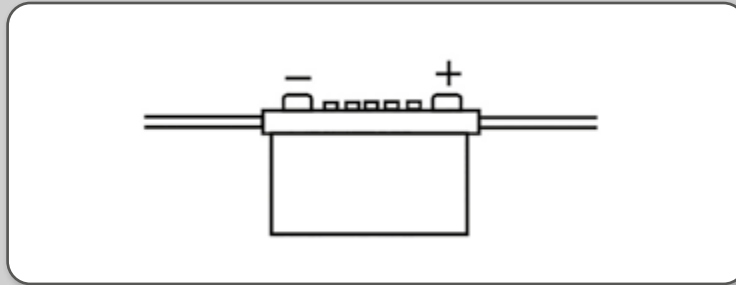
Figura 4 – Pictograma indicando vazamento no sistema hidráulico.



Fonte – Brasil, 2019.

- Quando for desconectar os terminais da bateria, retire primeiro o polo negativo e depois o polo positivo. Já na conexão dos terminais comece conectando o polo positivo e, posteriormente, o polo negativo.

Figura 5 – Pictograma dos polos da bateria.



Fonte – Brasil, 2019.

- A abertura da tampa do radiador só deve ser feita quando o motor diesel estiver frio, pois a alta temperatura da água pode causar sérias queimaduras no trabalhador.

Figura 6 – Pictograma indicando o vapor do radiador.



Fonte – Brasil, 2019.

4.1 NORMAS DE SEGURANÇA NO TRABALHO

Segurança pode ser compreendida por um conjunto de medidas adotadas que visam a minimizar os acidentes de trabalho, as doenças ocupacionais, além de proteger a integridade e a capacidade do trabalhador.

Toda operação com máquinas e implementos agrícolas devem seguir as normas de segurança criadas pelo Ministério do Trabalho visando a reduzir os acidentes do trabalho e a garantir a saúde do operador, são as Normas Regulamentadoras 06/2001, 12/2010 e 31/2005 (BRASIL, 2001; 2010; 2005).

- NR 06/2001 – Equipamento de proteção individual – EPI;
- NR 12/2010 – Segurança do trabalho em máquinas e equipamentos;
- NR 31/2005 – Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura.

Os acidentes do trabalho podem ser divididos em:

a) Acidente típico

É um acidente comum, súbito e imprevisto. Na prática, são batidas, queimaduras, cortes, choques, quedas, entre outros.

b) Doenças do trabalho

São alterações orgânicas do corpo humano que foram causadas por consequência da atividade exercida pelo trabalhador. Na prática, é surdez ocupacional, pneumoconioses, problemas na coluna, entre outros.

c) Acidente de trajeto

São os acidentes que venham a acontecer durante o trajeto de casa para o trabalho do trabalhador ou vice-versa em horário compatível, independente do meio de locomoção.

d) Incidente

São acidentes sem danos pessoais, servem de indicativos para a prevenção de acidentes futuros.

A segurança no trabalho deve ser praticada por empregado e empregador cada um com seus direitos e deveres. Somente com a conscientização de ambos será possível garantir a segurança no trabalho.

4.2 AGENTES DE RISCO NA MANUTENÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS

O trabalhador rural deve receber capacitações dos empregadores para a utilização adequada dos equipamentos a fim de minimizá-los e, assim, reduzir os acidentes.

É obrigação do empregador informar os riscos do ambiente de trabalho para seus empregados e para visitantes. De acordo com o Ministério do Trabalho e Emprego, os riscos no ambiente de trabalho podem ser classificados em cinco tipos de cores, de forma que sejam facilmente assimilados pelas pessoas.

De acordo com o item 5.16 da NR 5 – A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) deve elaborar os Mapas de Riscos com a participação do maior número de trabalhadores e com assessoria do SESMT.

Quadro 2 – Classificação de riscos.

| Grupo 1 Verde | Grupo 2 Vermelho | Grupo 3 Marron | Grupo 4 Amarelo | Grupo 5 Azul |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------|--|---|
| Riscos físicos | Riscos químicos | Riscos biológicos | Riscos ergonômicos | Riscos de acidentes |
| Ruídos | Poeiras | Vírus | Esforço físico intenso | Arranjo físico inadequado |
| Vibrações | Fumos | Bactérias | Levantamento e transporte manual de peso | Máquinas e equipamentos sem proteção |
| Radiações ionizantes | Névoas | Protozoários | Exigência de postura inadequada | Ferramentas inadequadas ou defeituosas |
| Radiações não ionizantes | Neblinas | Fungos | Controle rígido de produtividade | Iluminação inadequada |
| Frio | Gazes | Parasitas | Imposição de ritmos excessivos | Eletricidade |
| Calor | Vapores | Bacilos | Trabalho em turno noturno | Probabilidade de incêndio ou explosão |
| Pressões anormais | Produtos químicos em geral | | Jornadas de trabalho prolongadas | Armazenamento inadequado |
| Umidade | | | Monotonia e repetitividade | Animais peçonhentos |
| | | | Outras situações causadoras de estresse físico e/ou psíquico | Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes |

Fonte – Ambiente SST, 2016.

Quadro 3 – Agentes de riscos na manutenção de tratores agrícolas.

| | | | |
|---------------------------|-------------------------------------|---------------------|---|
| Risco físico | Ruído | Fonte geradora | Utilização de parafusadeiras, esmerilhadeiras ou outras ferramentas com nível de barulho alto. |
| | | Tempo de exposição | Contínuo. |
| | | Medidas preventivas | Uso de protetor auricular. |
| | Não ionizante | Fonte geradora | Utilização de soldador. |
| | | Tempo de exposição | Contínuo. |
| | | Medidas preventivas | Uso de EPIs adequados como: avental e luvas de couro, máscara escura e roupas de mangas compridas. |
| Risco químico | Óleo e fluídos de manutenção | Fonte geradora | Manuseio de graxa, óleo e demais fluídos durante a manutenção do equipamento. |
| | | Tempo de exposição | Contínuo. |
| | | Medidas preventivas | Uso de EPIs adequados como: luvas à base de nitrila ou luvas químicas. Uso de máscara no caso de pulverizar algum destes fluídos. |
| Risco biológico | Contaminação com fungos e bactérias | Fonte geradora | Filtro contaminado de máscaras. |
| | | Tempo de exposição | Contínuo. |
| | | Medidas preventivas | Manutenção adequada do filtro das máscaras ou sua substituição. |
| Risco ergométrico | Exigência de postura inadequada | Fonte geradora | Levantar peças pesadas ou as manusear com a postura incorreta. |
| | | Tempo de exposição | Durante a manutenção do trator. |
| | | Medidas preventivas | Readequar o local de trabalho e utilizar talhas e guinchos para levantar as peças pesadas. |
| Risco de acidentes | Cortes, perfurações e esmagamento | Fonte geradora | Acessórios e ferramentas (parafusos, ponta de ferro, cantos da máquina, polias, chaves, etc.). |
| | | Tempo de exposição | Inspeção e manutenção do trator. |
| | | Medidas preventivas | Treinamento, uso de luvas e ferramentas adequadas. |
| | Quedas | Fonte geradora | Entrada e saída do trator durante a sua manutenção. |
| | | Tempo de exposição | Durante a entrada e saída do posto de trabalho ou em locais altos do trator. |
| | | Medidas preventivas | Treinamento e adesivos antiderrapantes. |

Fonte – Brasil, 2010a.

4.3 SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

Todo ambiente de trabalho deve ser sinalizado a fim de orientar e condicionar as ações do trabalhador nos ambientes de trabalho.

Os sinais de segurança e pictogramas referentes a tratores, máquinas agrícolas e florestais são abordados pela NBR ISO 11684/2013 da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Os sinais de visualização do ambiente e dos equipamentos devem ser mantidos limpos, legíveis e serem trocados assim que necessário.

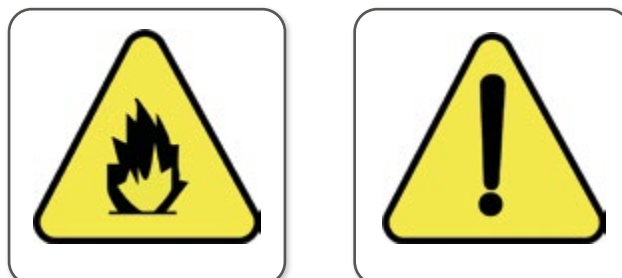
- a) **Sinal de segurança e saúde:** utilizado para informar o trabalhador sobre indicações ou prescrições de segurança e saúde do trabalho.



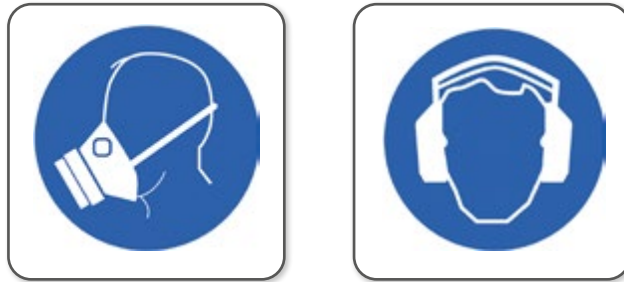
- b) **Sinal de proibição:** utilizado para informar a proibição de um comportamento susceptível de provocar ou expor alguém a um perigo.



- c) **Sinal de aviso:** advertência sobre um perigo ou risco naquele local.



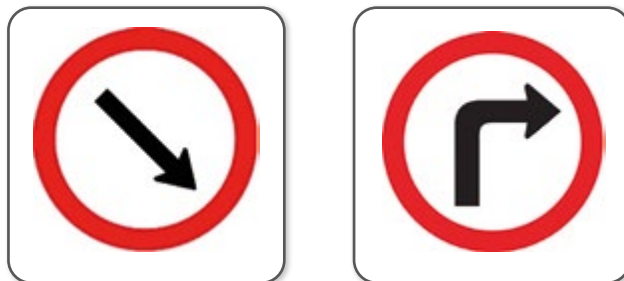
d) **Sinal de obrigação:** impõe ao trabalhador a obrigação de um comportamento.



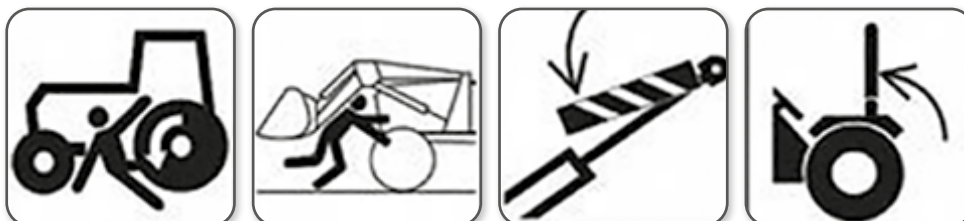
e) **Sinal de salvamento ou socorro:** utilizado para sinalizar saídas de emergência, locais de salvamento ou socorro.



f) **Sinal de indicação:** traz informações de indicação que não são abrangidas pelos sinais anteriores.



g) **Pictogramas de riscos:** é uma ilustração das consequências de não seguir as recomendações de segurança ou de como o risco deve ser prevenido.



4.4 COR NA SEGURANÇA DO TRABALHO

A Norma Regulamentadora 26 fixa as cores que devem ser utilizadas no ambiente de trabalho, a fim de padronizar a identificação de riscos, equipamentos de trabalho, delimitação de áreas, advertindo riscos, entre outros.

- **Vermelho:** usado para indicar equipamentos e aparelhos de combate a incêndio (hidrantes, bombas de incêndio, extintores, etc.)



- **Amarelo:** utilizado para indicar 'cuidado' (partes baixas de escada, vigas a baixa altura, meio-fio, etc.), exceto em canalizações que identificam gases não liquefeitos.



- **Branco:** empregado em passarelas e corredores, localização de bebedouros, lixos, entre outros.



- **Preto:** utilizado para indicar as canalizações de inflamáveis e combustíveis de alta viscosidade (óleo lubrificante, asfalto, piche, etc.)



- **Azul:** utilizado para indicar 'Cuidado', com emprego limitado a avisos contra uso e movimentação de equipamentos, além de sinalizar canalizações de ar comprimido, avisos em fontes de potência e indicação de movimento acidental em equipamentos.



- **Verde:** utilizado para caracterizar 'segurança' (chuveiros de segurança, macas, lavador de olhos, localização de EPI, etc.).



- **Laranja:** utilizado para identificar partes móveis de máquinas e equipamentos, faces externas de polias e engrenagens, dispositivos de cortes, bordas de serras, prensas, botões de arranque, entre outros.



! ATENÇÃO

Devido à quantidade de cores e indicações de uso, apresentamos apenas alguns exemplos. Este material não substitui a leitura da Norma Regulamentadora 26 e a contratação de um profissional qualificado para esta atividade.

4.5 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E COLETIVA

São equipamentos, barreiras e sinalizações que visam à garantia da saúde e segurança do trabalhador individual e coletivamente, minimizando os acidentes do trabalho e doenças ocupacionais.

Os equipamentos de proteção devem ser disponibilizados obrigatoriamente pelo empregador; eles devem ser certificados e estar em condições de uso.

Também é dever do empregador capacitar os empregados quanto ao correto uso dos equipamentos de proteção e segurança no trabalho.

4.5.1 Equipamento de proteção individual (EPI)

São componentes desenvolvidos para ampliar a segurança do trabalhador no exercício da sua atividade como: botinas, óculos, luvas, protetor solar, protetor auricular, etc.

O trabalhador é obrigado a utilizá-los para garantir a sua integridade física aos riscos que se expõe na execução da sua atividade.

Figura 7 – EPIs. (a) Botina, (b) Protetor auricular, (c) Óculos, (d) Luva.



Fonte – Senar AC, 2017.

4.5.2 Equipamento de proteção coletiva (EPC)

Os EPCs possuem o objetivo de garantir a saúde e a integridade física de um grupo de pessoas no ambiente de trabalho.

Como medida de proteção coletiva são adotados, por exemplo:

- Cones e fitas sinalizadoras;
- Placas de alertas;
- Fita antiderrapante em escadas;
- Pisos antiderrapantes;
- Extintores de incêndio;
- Barreiras de proteção;
- Proteção contra radiação.

5 COMPONENTES DOS TRATORES AGRÍCOLAS DE PNEUS

Composto por vários componentes, o trator possui a função de realizar operações agrícolas transferindo energia para máquinas e implementos. Dentre seus sistemas e componentes podemos listar:

- 1) Motor
 - Sistema de alimentação de ar;
 - Sistema de alimentação de combustível;
 - Sistema de lubrificação;
 - Sistema de arrefecimento.
- 2) Sistema de transmissão
 - Embreagem;
 - Câmbio;
 - Diferencial;
 - Redutores finais.
- 3) Rodado
- 4) Tomada de potência
- 5) Eixo dianteiro
- 6) Sistema de direção
- 7) Sistema de freio
- 8) Sistema hidráulico
- 9) Sistema elétrico
- 10) Barra de tração
- 11) Painel de instrumentos de controle
- 12) Comandos de operação

6 SIMBOLOGIA EM TRATORES AGRÍCOLAS

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












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

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

6.1 SIMBOLOGIA INDIVIDUAL

Para facilitar a memorização, o quadro seguinte apresenta os símbolos normatizados na sua forma individual, que depois podem ser combinados entre si.

Quadro 4 – Símbolos individuais.

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

Fonte – ISO 3767-1, 1998.

6.2 SIMBOLOGIA CONJUGADA

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

Quadro 5 – Símbolos conjugados.

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

7 MEDIDORES E INDICADORES

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

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

Quadro 6 – Indicação das cores dos medidores e indicadores.

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

Fonte – ISO 3767-2, 2008.

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

Quadro 7 – Cores de indicadores específicos.

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

Fonte – ISO 3767-2, 2008.

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

8 MOTORES A DIESEL DE TRATORES AGRÍCOLAS

O motor de um trator agrícola é responsável por transformar a energia térmica em energia mecânica.

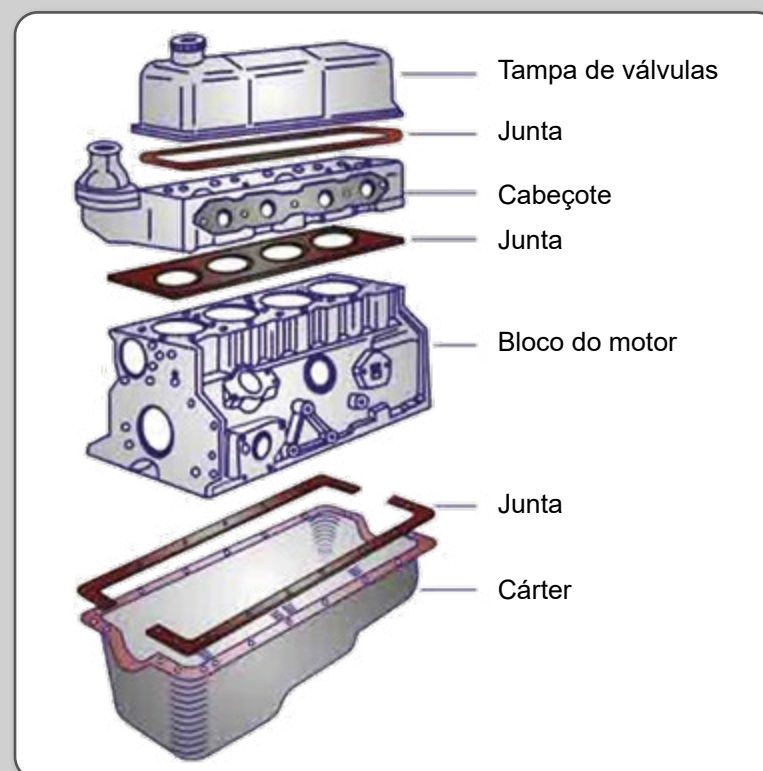
8.1 COMPONENTES DO MOTOR

Os componentes do motor do trator agrícola são divididos em partes fixas e partes móveis.

As partes fixas são:

- Tampa de válvulas;
- Cabeçote;
- Bloco;
- Cárter.

Figura 8 – Partes fixas do motor.

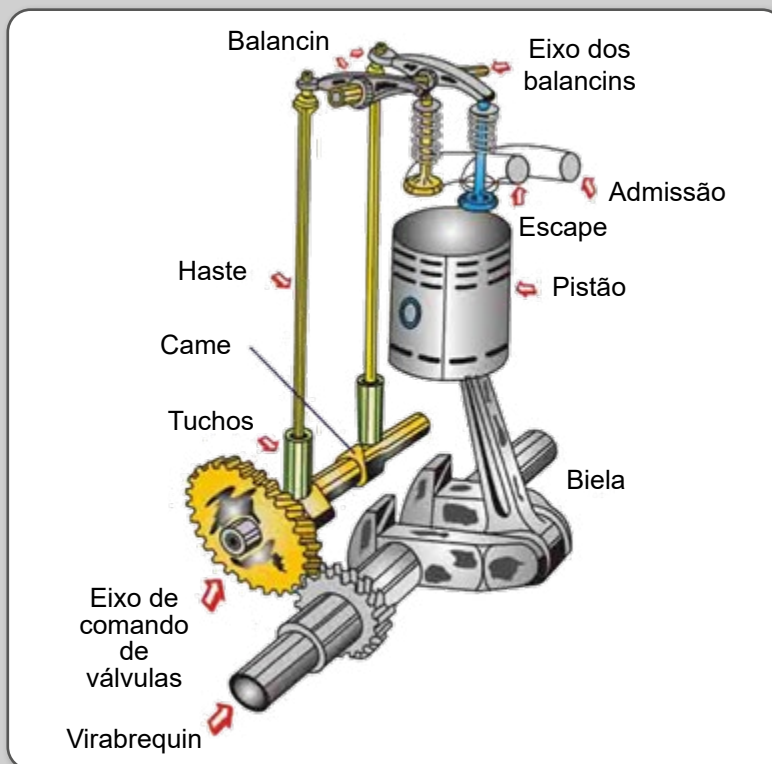


Fonte – SENAR AR/SP, 2010.

As partes móveis são:

- Pistão ou êmbolo;
- Biela;
- Virabrequim;
- Eixo comando de válvulas;
- Balancins;
- Tuchos;
- Válvulas;
- Volante do virabrequim.

Figura 9 – Partes móveis do motor.



Fonte – SENAR AR/SP, 2010.

8.2 FUNCIONAMENTO DO MOTOR

Os motores necessitam de ar, combustível e calor para realizarem a combustão.

Os ciclos de funcionamento mais comuns dos motores são o ciclo OTTO e o ciclo Diesel que podem ser realizados em dois ou quatro tempos. O ciclo utilizado nos tratores agrícolas é o Diesel e é realizado em quatro tempos.

Os quatro tempos significam os cursos do êmbolo; esses tempos são:

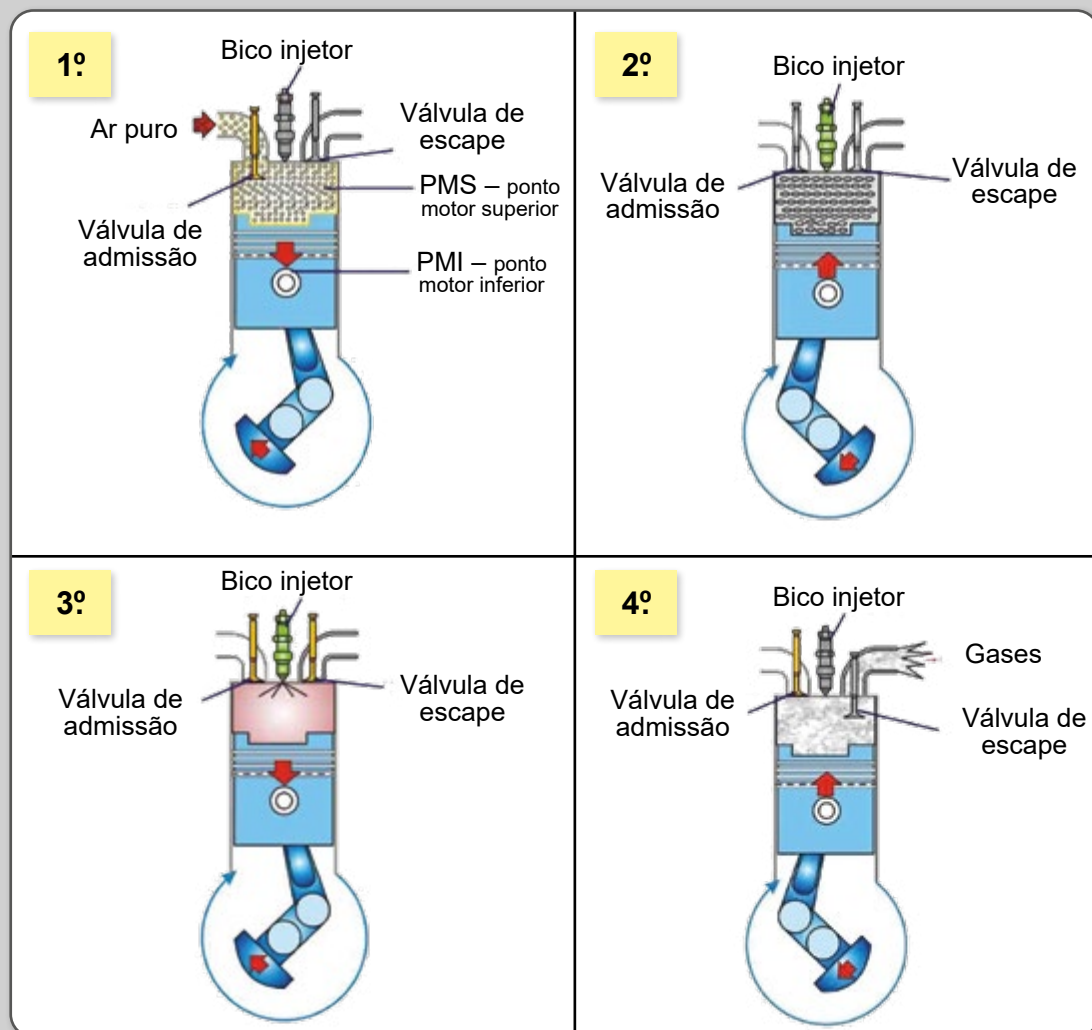
1º tempo – Admissão: neste tempo, a válvula de admissão está aberta e a válvula de escape fechada, o pistão desce e aspira o ar para dentro do cilindro.

2º tempo – Compressão: neste tempo as válvulas de admissão e escape estão fechadas, o pistão sobe e, durante a subida, o ar que entrou na câmara de combustão é comprimido. Devido a esta compressão do ar, a pressão e a temperatura aumentam.

3º tempo – Combustão: neste tempo as válvulas de admissão e escape estão fechadas, o combustível entra no cilindro através do bico injetor e, no momento em que ele entra em contato com o ar comprimido quente, ele se inflama e gera a combustão. Após a combustão, o pistão desce e provoca a rotação do motor.

4º tempo – Escape: neste tempo a válvula de admissão está fechada e a de escape aberta, o pistão sobe, e os gases que foram queimados durante a combustão são expulsos através da válvula de escape.

Figura 10 – Os 4 tempos do motor.



Fonte – SENAR AR/SP, 2010.

9 AMACIAMENTO DE TRATORES NOVOS OU COM COMPONENTES RECONDICIONADOS

O amaciamento do motor deve ser realizado de maneira adequada para que a potência do motor e o consumo de combustível não sejam prejudicados em tratores novos ou com componentes recondicionados. Essa operação deve ocorrer nas primeiras horas de trabalho para garantir que as peças e os componentes do motor assentem suas superfícies de contato.

ATENÇÃO

O mal assentamento dos componentes móveis causa um rompimento na vedação da câmara de combustão permitindo a passagem de óleo lubrificante em seus componentes ou causando um alinhamento dos anéis do pistão, o que diminui o desempenho do motor.

Para o amaciamento do motor, deve-se realizar operações que exijam um consumo de $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ da potência máxima do motor como, por exemplo, de preparo primário do solo ou escarificadores. O trator deve ser operado em diversas rotações e a primeira troca de óleo deve ser feita de acordo com a recomendação do fabricante. Desta maneira, todos os sistemas do trator também terão um assentamento adequado das peças e um amaciamento eficiente.

ATENÇÃO

Devido à quantidade de marcas e modelos de tratores agrícolas, o processo de amaciamento pode variar, por isso, consulte sempre o manual do trator antes de realizá-lo.

10 SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE AR DO MOTOR

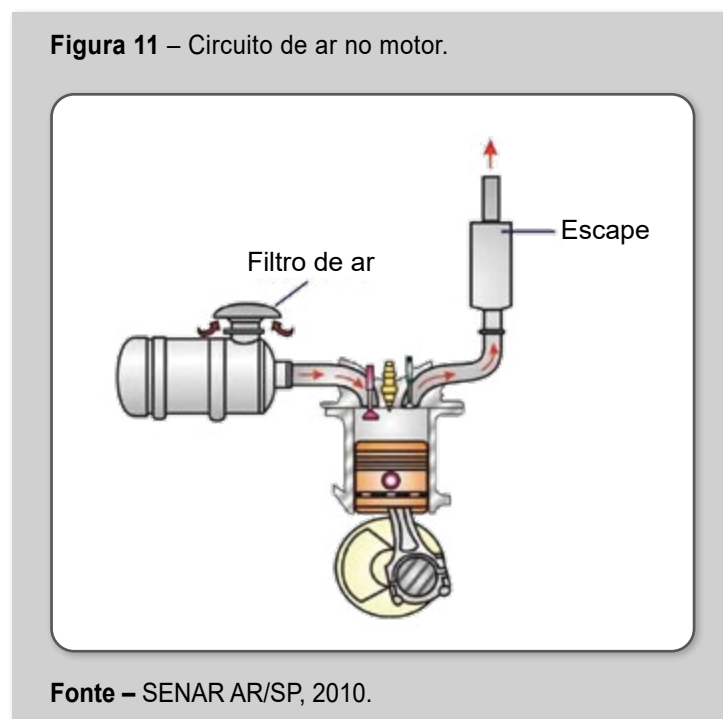
O sistema de alimentação de ar do motor é responsável pela distribuição de ar limpo ao motor. Como o ar distribuído deve estar livre de impurezas, o sistema de filtragem fica responsável pela retenção das partículas de sujeira do ar que são direcionadas ao motor, garantindo, assim, o seu bom funcionamento.

10.1 SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO DE AR DOS MOTORES DOS TRATORES AGRÍCOLAS

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

10.1.1 Sistema aspirado

O ar que entra no cilindro é proveniente da pressão atmosférica e a admissão do ar ocorre por meio do vácuo que o movimento de descida do pistão cria.



10.1.2 Sistema turbo alimentado

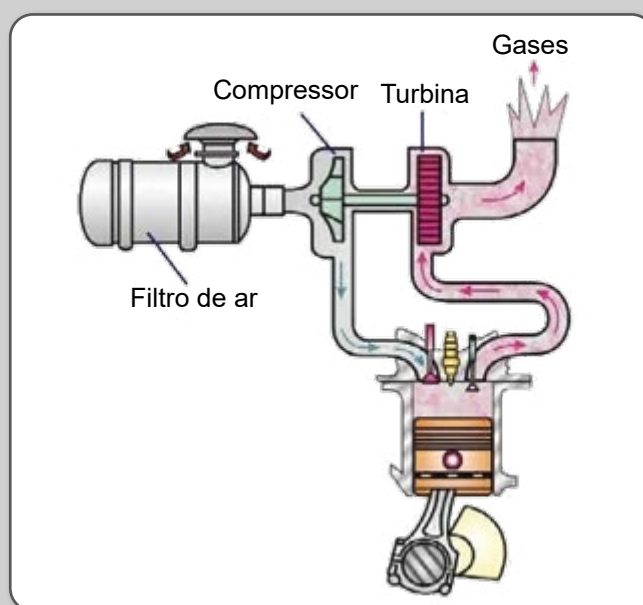
Neste sistema, o ar entra nos cilindros através de um compressor que é movido por uma turbina. É um sistema superalimentado, ou seja, o ar tem sua admissão forçada e, com isso, os cilindros são cheios com uma pressão mais alta.

Como o sistema injeta uma maior quantidade de combustível, a potência e o torque são elevados.

! ATENÇÃO

Em tratores com turbocompressor é recomendado dar a partida no motor e manter baixa rotação por algum tempo, pois o óleo lubrificante demora um pouco mais para chegar até o turbocompressor, o que pode causar sérios danos ao equipamento. Antes de desligar o motor, deixe-o funcionando em baixa rotação por alguns segundos.

Figura 12 – Circuito de ar com turbocompressor no motor.

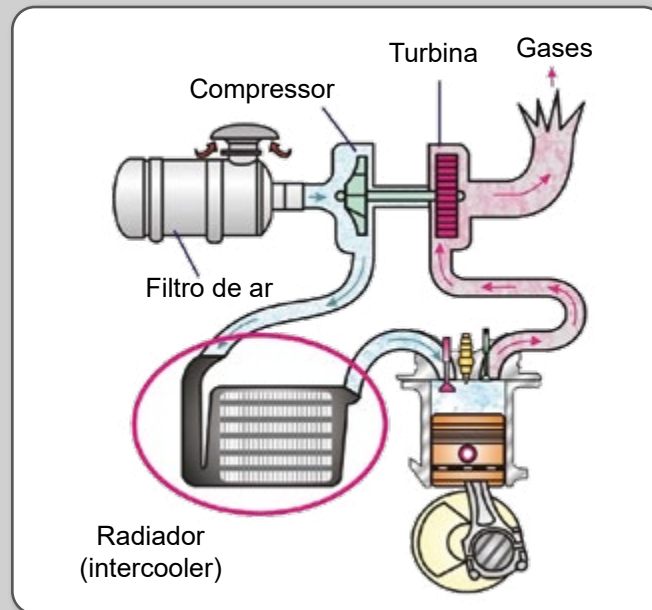


Fonte – SENAR AR/SP, 2010.

10.1.3 Sistema *intercooler/aftercooler*

É responsável por resfriar o ar dos motores turbinados: este ar vem do turbocompressor e é resfriado, com isso, o ar admitido pelo cilindro se torna mais denso, o que gera mais potência ao motor.

Figura 13 – Circuito de ar com turbocompressor e *intercooler* no motor.



Fonte – SENAR AR/SP, 2010.

Existem três tipos de sistemas de filtragem de ar nos tratores agrícolas, são eles:

- 1) Sistema de filtragem de ar a banho de óleo;
- 2) Sistema de filtragem de ar a seco ou de papel;
- 3) Sistema de filtragem de ar conjugado ou misto.

Os tratores atuais utilizam o sistema de filtragem de ar a seco ou de papel, por isso somente esse tipo será tratado.

10.2 COMPONENTES DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE AR DO MOTOR

O sistema de filtragem de ar seco é constituído por:

- Pré-purificador;
- Carcaça ou corpo;
- Elemento filtrante primário ou principal;
- Elemento filtrante secundário ou de segurança;
- Ciclonizador;
- Válvula de descarga ou ejetor de poeira;
- Indicador de restrição;
- Condutor de admissão.

10.2.1 Pré-purificador

O pré-purificador está localizado antes do filtro de ar e tem como função reter partículas grandes presentes no ar.

Figura 14 – Pré-purificação do ar por meio de tela no capô.



Fonte – Dambrós, 2020.

10.2.2 Carcaça ou corpo

É responsável por abrigar os elementos filtrantes primário e secundário.

Figura 15 – Carcaças de diferentes modelos.

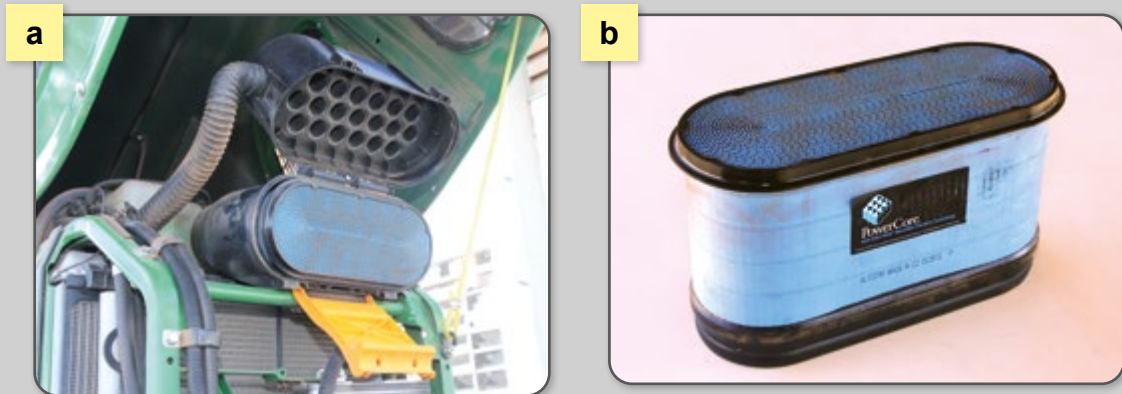


Fonte – Brasil, 2019; Dambrós, 2020.

10.2.3 Elemento filtrante primário ou principal

É fabricado em papel poroso sanfonado: ele garante alta capacidade de filtragem, acumulando, assim, a maior parte das partículas de sujeira.

Figura 16 – Elemento filtrante principal a) Montado e b) Desmontado.



Fonte – Brasil, 2019.

10.2.4 Elemento filtrante secundário ou de segurança

É feito de feltro e garante a filtragem de impurezas que passaram pelo elemento filtrante principal. Ele também possui a função de impedir que alguma partícula de sujeira entre no motor durante a manutenção do filtro principal.

Figura 17 – Elemento filtrante de segurança.



Fonte – Brasil, 2019.

10.2.5 Ciclonizador

O ciclonizador possui a função de separar as partículas de sujeira por meio de uma força centrífuga e eliminá-las através da válvula de descarga ou pelo ejetor de poeira.

Figura 18 – Ciclonizador.



Fonte – Brasil, 2019.

10.2.6 Válvula de descarga ou ejetor de poeira

Possuem a função de eliminar as partículas de sujeira separadas pelo processo de centrifugação no ciclonizador. Essas partículas são eliminadas através dos gases do escapamento ou, em outros modelos, por sucção da hélice do sistema de arrefecimento.

Figura 19 – Válvula de descarga do ejetor de poeira.



Fonte – Brasil, 2019.

10.2.7 Indicador de restrição

Quando o acúmulo de sujeira está afetando o funcionamento do filtro, o indicador de restrição irá emitir um sinal de luz no painel do trator para ser realizada a troca ou a limpeza do elemento filtrante principal.

Figura 20 – Indicador de restrição do filtro de ar.



Fonte – Senar AC, 2011.

! ATENÇÃO

1. Além do indicador de restrição, outros sinais podem mostrar que é preciso realizar a troca ou limpeza do filtro primário, estes sinais são: saída de gases pretos do escapamento, perda de potência e aumento da temperatura do motor.
2. Não é preciso parar o trator no mesmo instante em que a luz do indicador de restrição acender no painel, mas é necessário ficar observando atentamente a cor da fumaça do escapamento, o valor da temperatura e se o trator está perdendo a potência.

10.2.8 Condutor de admissão

O condutor de admissão é responsável por conduzir o ar que passa pelos filtros até a câmara de combustão, essa condução, nos motores aspirados, ocorre através do vácuo e, em motores turbinados, por meio de pressão.

Figura 21 – Condutor de admissão.



Fonte – Dambrós, 2020.

10.3 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE AR DO MOTOR

O ar entra pela carcaça do filtro e, em seguida, é centrifugado pelo ciclizador, onde as partículas de poeira mais densas serão descartadas por meio da válvula de descarga ou pelo ejetor de poeira; já nos modelos de tratores que possuem pré-purificador, o ar irá passar por ele, que irá reter as partículas de poeira mais densas por um processo de centrifugação. Na sequência, o ar será conduzido para o elemento filtrante principal e, em seguida, para o elemento filtrante secundário. Logo depois, o ar será admitido dentro dos cilindros do motor do trator agrícola.

10.4 MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE AR DO MOTOR

A manutenção do elemento filtrante principal deve ser executada toda vez que a luz indicativa no painel de instrumentos do trator acender.

10.4.1 Manutenção do elemento filtrante principal

Para realizar esta manutenção, é necessário soltar as travas da tampa da carcaça do filtro e remover o elemento filtrante principal.

Figura 22 – Removendo o elemento filtrante principal.



Fonte – Brasil, 2019.

Se o elemento filtrante ainda estiver em condições de uso é necessário fazer a limpeza. O filtro deve ser soprado de dentro para fora através de um jato de ar comprimido conforme pressão recomendada pelo manual, ou pode ser limpo com aspirador de pó.

Figura 23 – Limpeza do filtro.



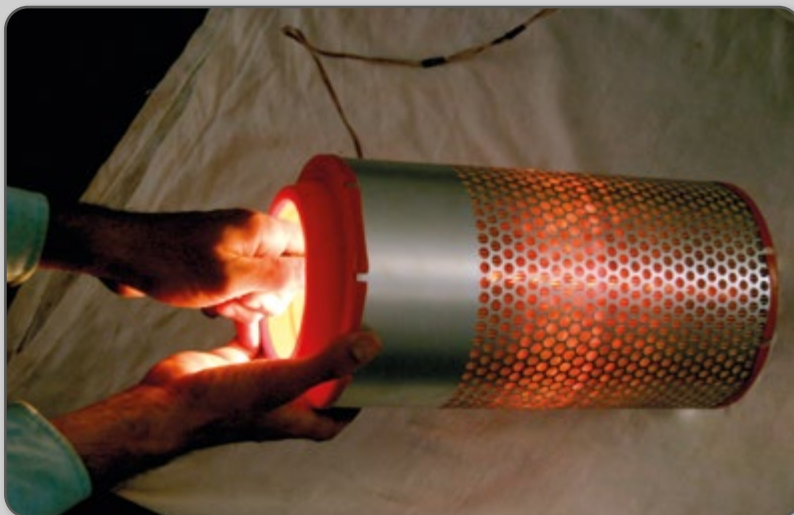
Fonte – SENAR AR/SP, 2010.

! ATENÇÃO

1. Consulte o manual do fabricante para se informar sobre o número de limpezas que podem ser feitas no elemento filtrante principal e com quanto tempo de uso ele e o elemento de segurança devem ser trocados.
2. Alguns fabricantes não recomendam a limpeza do elemento filtrante principal, somente sua substituição.
3. O elemento filtrante de segurança não deve ser limpo, sua manutenção é a substituição.
4. Quando realizar a troca do elemento filtrante principal, troque também o elemento filtrante de segurança.
5. O procedimento de limpeza realizado de maneira incorreta pode causar danos ao filtro.
6. Quando o elemento filtrante principal é limpo várias vezes, sua eficiência de filtragem é reduzida.

Após a limpeza do elemento filtrante principal, confira a situação do mesmo colocando uma lâmpada acesa no interior do filtro e procurando por possíveis furos ou rupturas no papel.

Figura 24 – Lâmpada acesa no interior do filtro.



Fonte – Senar AC, 2011.

Também é necessário conferir a situação das juntas de vedação do elemento filtrante principal e realizar a substituição em caso de danos.

Figura 25 – Junta de vedação do filtro.



Fonte – Brasil, 2019.

Antes de montar o filtro, retire o ciclizador e limpe a parte interna da carcaça com o auxílio de um pano umedecido com água.

Monte e fixe o elemento filtrante principal em seu devido lugar e aperte-o para impedir a entrada de impurezas. Lembre-se de apertá-lo cautelosamente para não o quebrar.

10.4.2 Funcionamento do indicador de restrição.

Para conferir se o indicador de obstrução do filtro de ar está funcionando, ligue o motor em média rotação e coloque um objeto para fechar a passagem de ar localizada na entrada do sistema de alimentação. A luz do indicador deverá acender no painel; se não acender, consulte o manual do fabricante para proceder com a manutenção necessária.

Figura 26 – Obstrução de ar no sistema de alimentação.



Fonte – Brasil, 2019.

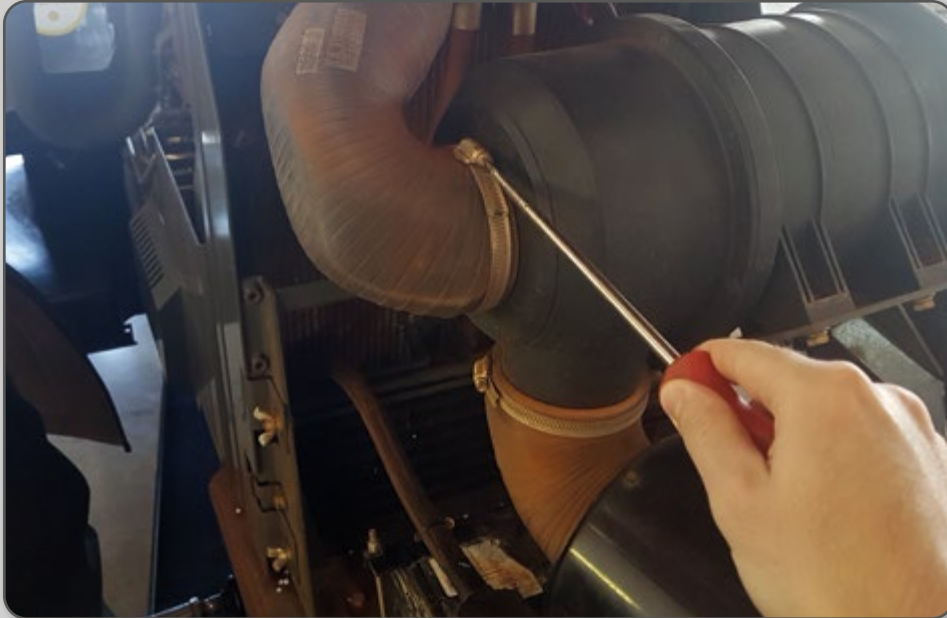
! ATENÇÃO

Devido à quantidade de marcas e modelos de tratores agrícolas, o processo de verificação do funcionamento do indicador de restrição pode sofrer alterações, por isso consulte sempre o manual do fabricante.

10.4.3 Manutenção dos tubos e conexões de ar.

Reaperte as abraçadeiras e verifique periodicamente as mangueiras e condutores de ar rachados ou com vazamentos, substituindo-os, se necessário.

Figura 27 – Reaperto da abraçadeira do sistema de alimentação de ar.



Fonte – Dambrós, 2020.

11 SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE COMBUSTÍVEL DO MOTOR

É o responsável por garantir a alimentação do motor com combustível, além de realizar a filtragem de impurezas e a separação de água ou óleo que possam ter contaminado o combustível, garantindo, assim, que ele chegue à câmara de combustão com qualidade.

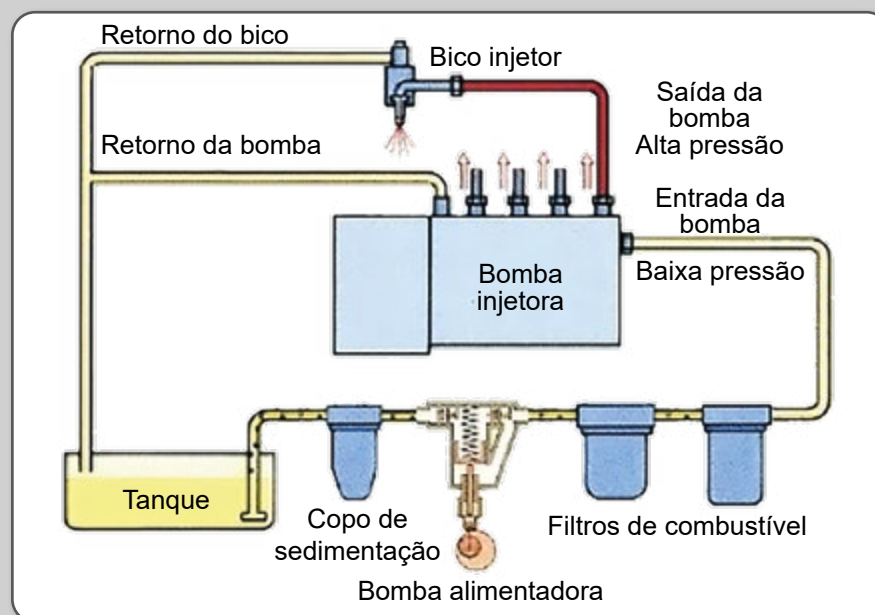
Para evitar falhas na alimentação, filtragem e separação, a manutenção de todo o sistema deve seguir rigorosamente todas as recomendações do fabricante.

11.1 COMPONENTES DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE COMBUSTÍVEL

Os componentes que formam esse sistema são:

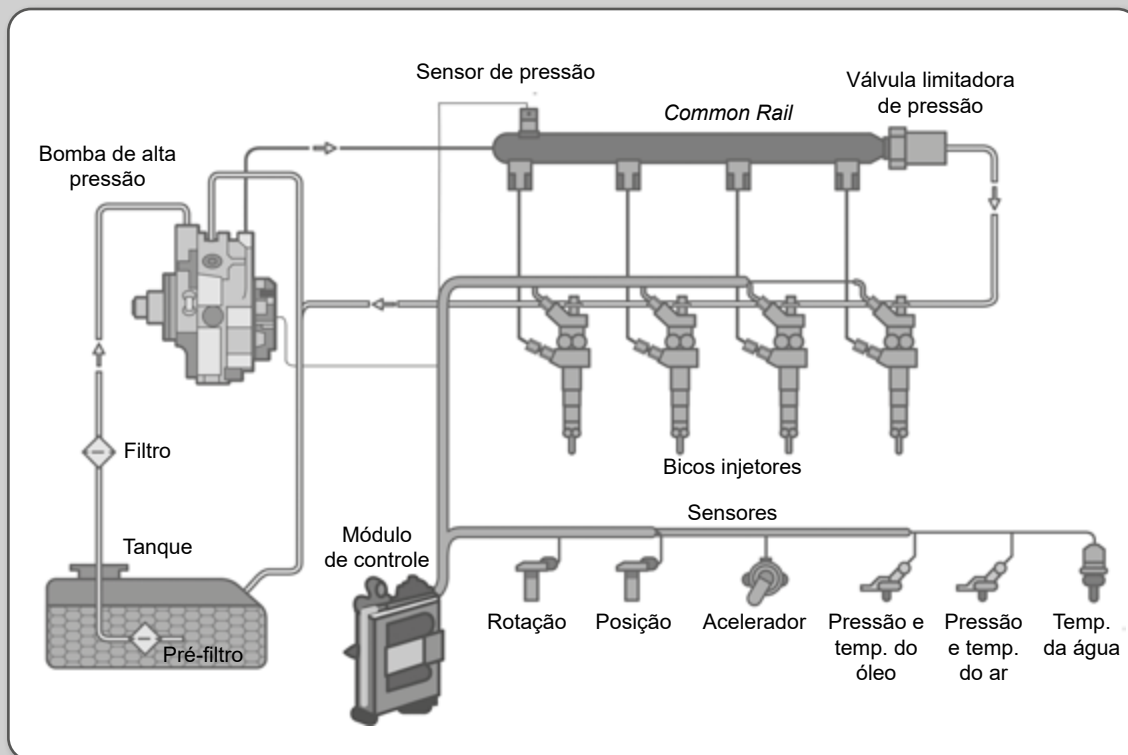
- Tanque e tampa de combustível;
- Copo/filtro sedimentador de água;
- Bomba alimentadora;
- Filtro de combustível;
- Bomba injetora;
- Bico injetor;
- Tubulações: baixa pressão, alta pressão e retorno (alguns modelos possuem radiador de diesel no retorno ao tanque).

Figura 28 – Circuito de combustível do motor 'mecânico'.



Fonte – Lima, [s.d.].

Figura 29 – Circuito de combustível do motor eletrônico – *Common Rail*.



Fonte – Sincronia Design, 2020.

11.1.1 Tanque de combustível

O tanque deve ter a capacidade de armazenar combustível para realizar um dia de trabalho sem que faça paradas para abastecimento.

11.1.2 Copo/filtro sedimentador

O copo/filtro sedimentador está localizado na linha de sucção do combustível e tem a função de separar, por decantação, a água e as sujeiras presentes no combustível.

11.1.3 Bomba alimentadora

A bomba alimentadora está posicionada entre o copo sedimentador e o filtro de combustível e tem a função de aumentar a pressão para manter o fluxo de combustível até a bomba injetora. Quando acionada manualmente, tem a função de realizar sangria.

11.1.4 Filtro de combustível

O filtro de combustível tem a função de proteger o sistema de injeção retendo as impurezas presente no óleo diesel.

No mercado, existem diversos modelos de filtros de combustível, são alguns deles:

- Retenção por feltro;
- Papel de porosidade seletiva.

11.1.5 Bomba injetora

Tem a função de fornecer a dosagem de combustível correta para os bicos injetores de acordo com a necessidade gerada pela aceleração do motor.

Existem no mercado dois tipos de bombas: rotativa e de pistão.

A diferença entre elas é que na bomba rotativa a lubrificação é feita pelo próprio óleo diesel e, em algumas bombas de pistão, a lubrificação é feita pelo óleo lubrificante do motor. Em outros modelos, a lubrificação é feita pelo próprio óleo existente no reservatório da bomba.

Existem, também, bombas para o sistema de injeção eletrônica utilizadas em motores de combustão interna, que podem ser usadas em motores de tratores agrícola.

11.1.6 Bico injetor

Os bicos injetores são responsáveis por pulverizar o combustível na massa de ar quente gerada pela compressão do pistão.

11.1.7 Tubulações de retorno

Tem a função de retornar o combustível não utilizado na combustão para o tanque.

11.2 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE COMBUSTÍVEL DO MOTOR

Ao sair do tanque, o combustível é conduzido pelas tubulações para o copo sedimentador, em seguida, é sugado pela bomba alimentadora que o pressuriza à média pressão. A partir daí, o combustível passa pelos filtros e chega à bomba injetora que o fornece em alta pressão aos bicos injetores, que o pulverizam na câmara de combustão.

11.3 MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE COMBUSTÍVEL DO MOTOR

A limpeza do combustível é muito importante para o funcionamento do motor e todos os componentes deste sistema devem sempre ter a sua manutenção em dia para evitar desgastes e entupimentos prematuros da bomba injetora e/ou bicos injetores.

11.3.1 Manutenção do tanque de combustível

Antes de iniciar o abastecimento, limpe o bocal do tanque, retire a tampa e verifique as condições da borracha de vedação da tampa. Caso haja danos, troque a tampa por outra nova. Verifique, também, a integridade do filtro que se encontra no bocal de abastecimento do tanque que deve ser trocado quando apresentar alguma avaria e nunca deve ser retirado para o abastecimento.

Figura 30 – Bocal do tanque com o filtro de abastecimento.



Fonte – Senar AC, 2011.

ATENÇÃO

1. Ao realizar a limpeza do bocal do tanque, use pano que não solte fiapos.
2. Faça a verificação da limpeza do respiro do tanque periodicamente.
3. Abasteça o tanque diariamente após finalizar as operações, evitando a condensação da água e a sua possível oxidação se esse for de metal. Ao abastecer completamente o tanque, o ar é retirado.
4. Ao realizar o abastecimento, não fume ou provoque faíscas, evite os riscos de incêndios ou explosão.

11.3.2 Manutenção do copo sedimentador

A drenagem do copo sedimentador deve ser feita diariamente, soltando o parafuso do dreno localizado no fundo do copo.

Figura 31 – Drenagem do copo sedimentador.



Fonte – Senar AC, 2011.

Aguarde até que toda água seja drenada e comece a sair combustível limpo.



ALERTA ECOLÓGICO

1. Faça o descarte do óleo e do filtro em local apropriado, evite a contaminação do meio ambiente.
2. O diesel utilizado na limpeza pode ser guardado em recipientes com tampa para ser reutilizado em outras manutenções.

Ao fazer a troca do (s) filtro (s) de combustível, faça a limpeza do copo sedimentador por completo.

Primeiramente, feche a torneira do tanque e solte o parafuso de fixação do conjunto do copo de sedimentação, retirando o conjunto por completo.

Figura 32 – Remoção do copo sedimentador.



Fonte – Senar AC, 2011.

Com óleo diesel limpo, lave todos os componentes. Para a montagem do sedimentador, utilize vedações de borracha novas.

Rosqueie manualmente, caso o sedimentador seja descartável.



ATENÇÃO

Para evitar danos na rosca, nas vedações de borracha ou no copo, evite o aperto excessivo do parafuso.

11.3.3 Manutenção da bomba alimentadora

Existem dois modelos de bombas alimentadoras: as de pistão e as de diafragma.

Em alguns modelos de bomba, existe um filtro de tela que deve ser limpo periodicamente conforme orientações do manual do trator.

Após remover o filtro, faça a limpeza usando ar comprimido ou óleo diesel limpo.

Figura 33 – Limpeza do filtro de tela da bomba alimentadora.



Fonte – Senar AC, 2011.

11.3.4 Manutenção do(s) filtro(s) de combustível

Após localizar o filtro de combustível, limpe a região em volta do filtro. Caso necessário, feche a torneira do tanque.

Abra o bужão de saída superior do suporte do filtro e, logo em seguida, abra o bужão de drenagem inferior para que todo o diesel de dentro do filtro seja escoado.

Figura 34 – Escoamento do diesel pelo bужão de drenagem inferior.



Fonte – Senar AC, 2011.

Aguarde até que todo o óleo diesel seja escoado e remova o filtro de combustível. Limpe os componentes do suporte do filtro e realize a montagem do conjunto com um filtro novo.

Figura 35 – Apertando o parafuso central após a colocação de filtro de combustível novo.



Fonte – Senar AC, 2011.



ATENÇÃO

Utilize sempre as vedações novas que acompanham o novo filtro de combustível.

Em alguns casos, os filtros são descartáveis e a sua retirada ou colocação pode ser feita manualmente girando o anel de retenção.

Figura 36 – Remoção de um filtro de combustível de forma manual.



Fonte – Brasil, 2019.

11.3.5 Sangria do sistema de combustível.

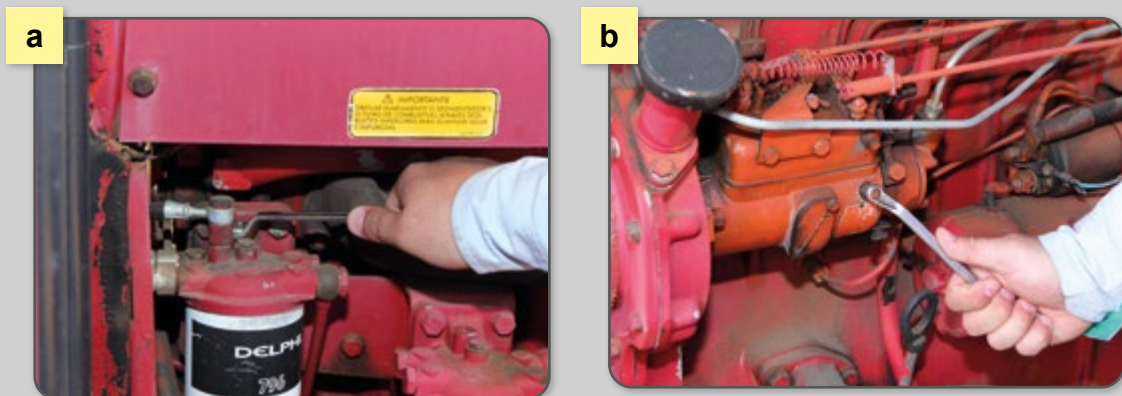
A sangria tem por objetivo remover o ar que ficou dentro dos componentes dos filtros. Devido à quantidade de marcas e modelos de tratores agrícolas, este processo pode sofrer variações, por isso, consulte sempre o manual do operador do fabricante.



PRECAUÇÃO

Cuidado ao realizar manutenções em sistemas de alta pressão, pois a pressão contida nas linhas de fluxo de Diesel pode causar ferimentos na pele.

Figura 37 – Retirada dos parafusos a) do filtro e b) da bomba para realização da sangria.



Fonte – Brasil, 2019.



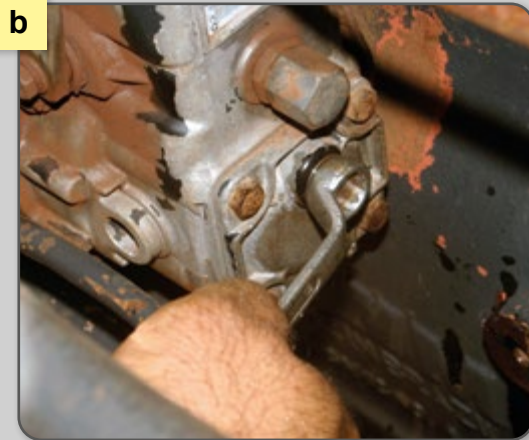
ATENÇÃO

Para evitar danos na rosca e nas vedações de borracha, evite o aperto excessivo do parafuso.

11.3.6 Manutenção da bomba injetora

Algumas bombas injetoras são lubrificadas pelo óleo lubrificante presente no próprio reservatório. Solte o bujão de enchimento e afrouxe o bujão de nível para verificar a necessidade de se acrescentar óleo ou não.

Figura 38 – a) Bujão de enchimento e b) Bujão de nível da bomba injetora.



Fonte – Brasil, 2019.

Abasteça com óleo novo até que comece a sair pelo bujão de nível. Logo, aperte o bujão de nível e coloque o bujão de enchimento.

ATENÇÃO

Faça as trocas de óleo da bomba injetora conforme o manual do trator e utilize somente óleo recomendado pelo fabricante. Aperte o bujão de nível de forma moderada, evitando danos à rosca.

11.3.7 Manutenção dos bicos injetores

Perda de potência, fumaça escura, consumo de combustível elevado, aumento do ruído, carbonização ou lubrificante contaminado podem ser um sinal de que o bico injetor está desregulado ou danificado.

O bico injetor é sensível à água e impurezas, podendo comprometer a qualidade da pulverização, além da pressão adequada nos bicos.

ATENÇÃO

Devido à complexidade, a manutenção nos bicos injetores somente deve ser realizada por profissionais capacitados, com equipamentos e em local apropriado.

11.4 QUALIDADE DOS COMBUSTÍVEIS

Caso o trator comece a apresentar falhas na hora da partida, aumento no consumo de combustível, perda de potência e danos ao filtro de combustível, é recomendado fazer uma análise da qualidade do combustível em um laboratório.

! ATENÇÃO

No laboratório será avaliada a cor do combustível, densidade e porcentagem de água e sedimentos.

11.5 CUIDADOS NA ARMAZENAGEM DOS COMBUSTÍVEIS

De acordo com Norma Regulamentadora 20, os tanques de armazenamento de combustível devem ser de aço, a menos que o combustível requeira material especial devido à sua característica, segundo normas técnicas oficiais vigentes no país.

Todos os tanques de superfície ou equipados com respiradouros de emergência deverão manter uma distância de segurança, conforme mostra a tabela a seguir.

Tabela 2 – Tanques de armazenamento.

| Capacidade do tanque (litros) | | Distância do tanque à linha de divisa da propriedade adjacente | Distância mínima do tanque às vias públicas |
|-------------------------------|--------------------------|--|---|
| Acima de | 250 até 1 000 | 1,5 m | 1,5 m |
| Acima de | 1 001 até 2 800 | 3 m | 1,5 m |
| Acima de | 2 801 até 45 000 | 4,5 m | 1,5 m |
| Acima de | 45 001 até 110 000 | 6 m | 1,5 m |
| Acima de | 110 001 até 200 000 | 6 m | 3 m |
| Acima de | 200 001 até 400 000 | 15 m | 4,5 m |
| Acima de | 400 001 até 2 000 000 | 25 m | 7,5 m |
| Acima de | 2 000 001 até 4 000 000 | 30 m | 10,5 m |
| Acima de | 4 000 001 até 7 500 000 | 30 m | 13,5 m |
| Acima de | 7 500 000 até 10 000 000 | 50 m | 16,5 m |
| Acima de | 10 000 001 até | 52,5 m | 18 m |

Fonte – Blog do trabalho seguro, 2011.

Os tanques deverão ser equipados com dispositivos que aliviam as pressões internas excessivas, causadas pela exposição à fonte de calor.

12 SISTEMA DE ARREFECIMENTO DO MOTOR

O sistema de arrefecimento tem o objetivo de manter a temperatura do motor ideal, garantindo um bom funcionamento sem superaquecimento no momento da combustão.

No caso dos tratores agrícolas, existem dois tipos de sistema de arrefecimento: à água ou a ar. Nesta cartilha será abordado apenas o sistema à água.

Devido à quantidade de marcas e modelos de tratores agrícolas, este sistema pode sofrer alterações, por isso consulte sempre o manual do fabricante.

12.1 COMPONENTES DO SISTEMA DE ARREFECIMENTO DO MOTOR

Os componentes que constituem este sistema são basicamente o radiador e sua tampa, as mangueiras de condução do líquido arrefecedor, a bomba d'água, o ventilador, o líquido de arrefecimento, a válvula termostática, o termômetro e a grade protetora e/ou tela frontal do radiador.

12.1.1 Radiador

O radiador é um trocador de calor responsável por resfriar o ar e o líquido de arrefecimento do motor.

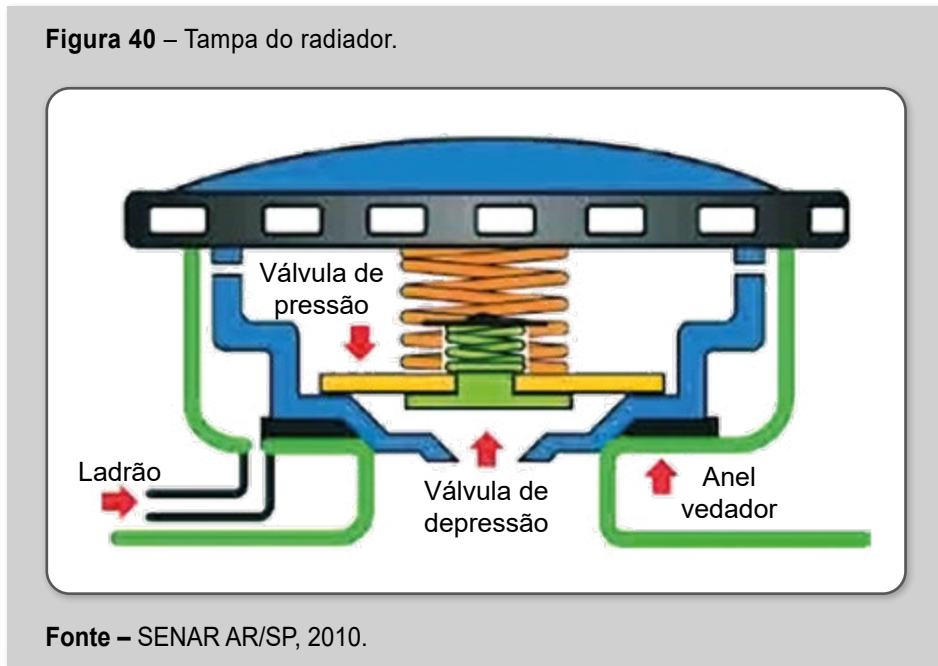
Figura 39 – Radiador.



Fonte – Senar AC, 2017.

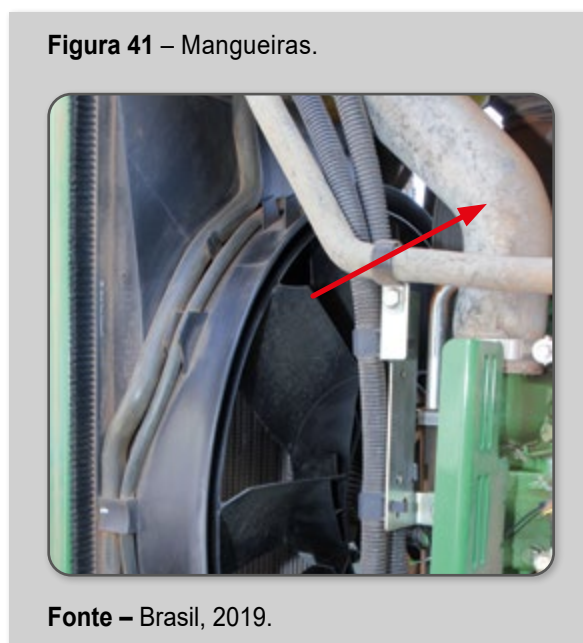
12.1.2 Tampa do radiador

A tampa do radiador contém uma mola que mantém a pressão ideal do líquido de arrefecimento. Essa mola é composta por uma válvula de pressão que é responsável por prevenir a perda do líquido por evaporação e uma de depressão que previne o fenômeno de cavitação evitando a formação de bolhas de vapor no radiador.



12.1.3 Mangueiras

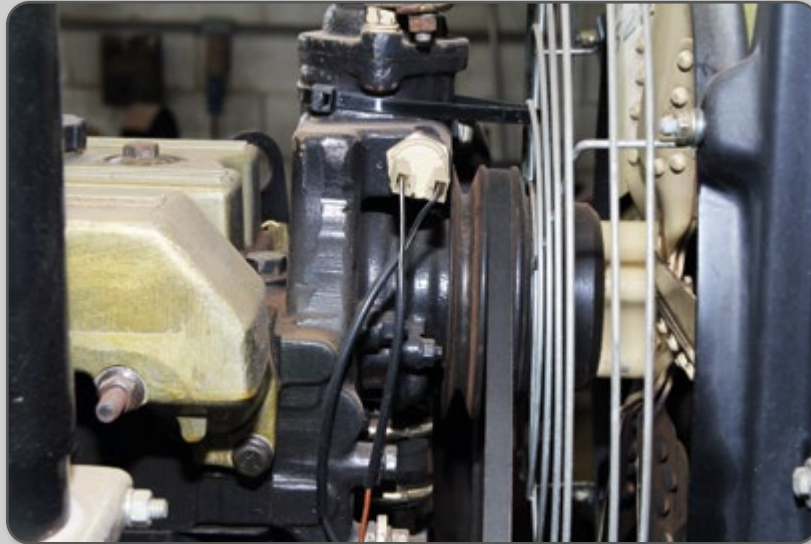
Realiza a condução do líquido de arrefecimento por todo o sistema.



12.1.4 Bomba d'água

Realiza a movimentação do líquido de arrefecimento por meio das mangueiras.

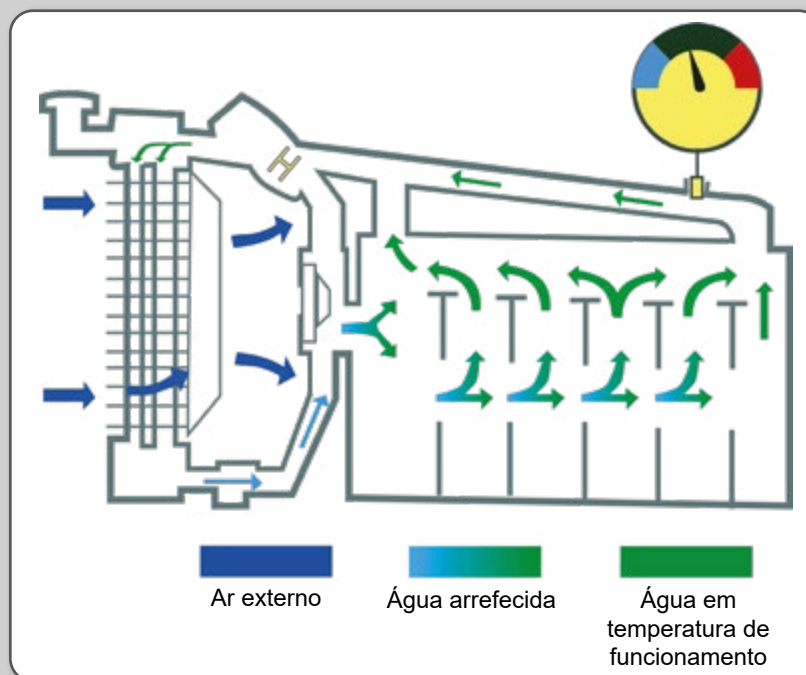
Figura 42 – Bomba d'água no sistema.



Fonte – Brasil, 2019.

Movimentado pela bomba, o líquido de arrefecimento circula pelas galerias do motor, resfriando-o.

Figura 43 – Galerias do motor.



Fonte – Brasil, 2019.

12.1.5 Ventilador e correia

Acionado pela correia, o ventilador força a passagem do ar atmosférico pelas aletas do radiador, realizando o resfriamento do líquido de arrefecimento vindo do motor em alta temperatura.

Figura 44 – Ventilador.



Fonte – Brasil, 2019.

12.1.6 Líquido de arrefecimento

É um líquido composto por água potável e aditivo à base de etileno glicol.

12.1.7 Válvula termostática

É responsável por bloquear a circulação do líquido de arrefecimento no radiador, aquecendo o motor rapidamente até sua temperatura de trabalho, fazendo com que o líquido circule somente nas galerias internas do motor. Logo que o motor atingir a temperatura de trabalho, a válvula se abre permitindo a passagem do líquido até o radiador para resfriamento.

Figura 45 – Válvula termostática.



Fonte – Brasil, 2019.

! ATENÇÃO

A válvula termostática deve ser substituída imediatamente ao apresentar defeitos.

12.1.8 Termômetro

O termômetro realiza a medição da temperatura do líquido de arrefecimento, alocado na parte de maior aquecimento do motor, ele mostrará a temperatura por meio do painel do veículo, por luz ou faixa de temperatura do sistema.

Figura 46 – Termômetro.



Fonte – Brasil, 2019.

ATENÇÃO

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

12.1.9 Grade protetora e/ou tela frontal do radiador

É uma tela de proteção que tem o objetivo de evitar danos ao radiador e também facilitar a limpeza.

Figura 47 – Grade protetora do radiador.



Fonte – Brasil, 2019.

12.2 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE ARREFECIMENTO DO MOTOR

A bomba d'água direciona o líquido de arrefecimento pelas mangueiras do radiador até o motor, diminuindo o calor desses componentes. O líquido quente é redirecionado para a parte superior do radiador e desce para a colmeia do radiador onde acontece o resfriamento do líquido pela corrente de ar gerada pelo ventilador.

Se o motor estiver frio, a válvula termostática bloqueará o retorno do líquido de arrefecimento para o radiador, aquecendo o motor rapidamente. Após o aquecimento do motor, a válvula termostática libera o líquido para o resfriamento no radiador.

12.3 MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE ARREFECIMENTO DO MOTOR

A manutenção correta do sistema de arrefecimento traz benefícios para a vida útil e um bom funcionamento do motor.

A composição do líquido de arrefecimento é de água destilada mais um aditivo a base de etileno glicol, cuja composição varia conforme a especificação do fabricante.

As funções do aditivo para radiadores são:

- Evitar a corrosão dos componentes;
- Elevar o ponto de ebulição da água;
- Diminuir o ponto de congelamento da água.

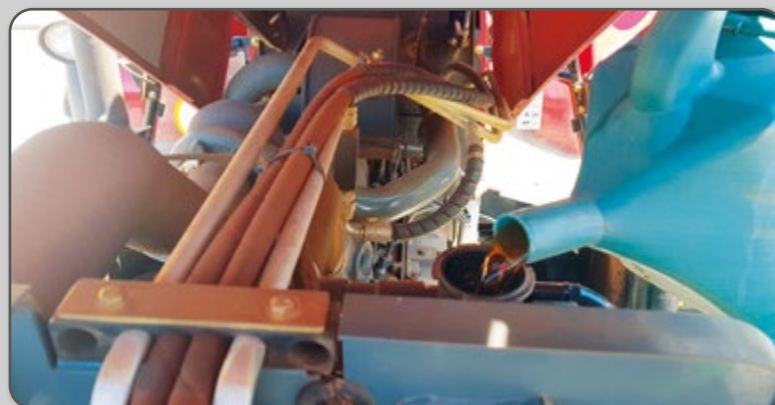
! ATENÇÃO

A composição do líquido de arrefecimento pode variar de acordo com o fabricante, por isso, consulte o manual para saber as recomendações ideais para o seu trator.

12.3.1 Verificação do nível do líquido de arrefecimento do motor

O nível do líquido de arrefecimento deve ser verificado diariamente ou a cada 10 horas. Para conferir o nível, abra a tampa do radiador e verifique a altura do líquido, que deverá estar acima das células do radiador. Caso necessário, abasteça com o líquido de arrefecimento até que ele fique acima das células do radiador e feche-o bem.

Figura 48 – Abastecimento do radiador com líquido de arrefecimento.



Fonte – Dambrós, 2020.

Em alguns modelos de tratores agrícolas, há um reservatório de expansão que contém o nível máximo e mínimo do líquido de arrefecimento.

Figura 49 – Reservatório de expansão.



Fonte – Brasil, 2019.

12.3.2 Verificação da tampa do radiador

Inspecione periodicamente a tampa do radiador verificando se a vedação e a mola da válvula possuem algum dano. Cada tampa possui informações de pressão de trabalho adequadas ao modelo do trator e, caso precise ser reposta por apresentar algum dano, esta deve ser do mesmo modelo da antiga.

Figura 50 – Representação da mola e da vedação da tampa do radiador.



Fonte – Senar AC, 2011.



PRECAUÇÃO

Realize essas operações de verificação de nível e da tampa do radiador apenas com o motor parado e frio.

12.3.3 Limpeza do sistema de arrefecimento

Para realizar esta tarefa, abra a tampa do radiador e retire a mangueira de saída do radiador desapertando a sua braçadeira.

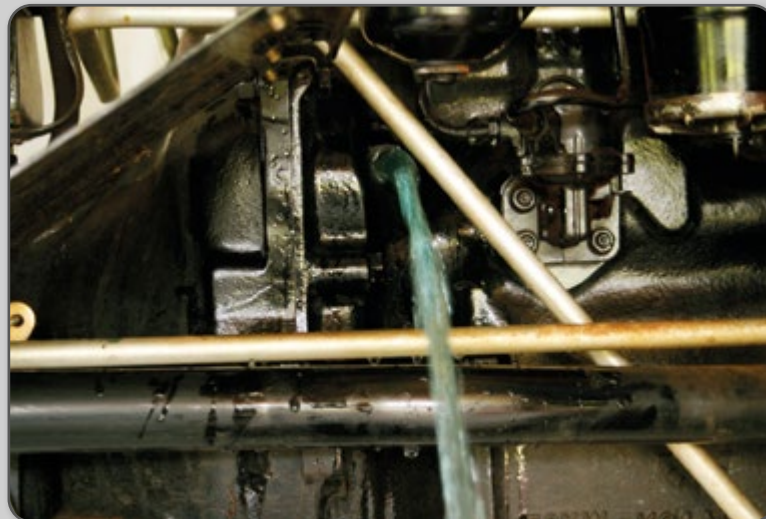
Figura 51 – Mangueira de saída do radiador.



Fonte – Brasil, 2019.

Retire, também, o bujão de dreno do bloco do motor.

Figura 52 – Remoção do bujão do bloco do motor.



Fonte – Senar AC, 2011.

Aguarde todo líquido ser removido, recoloca a mangueira da saída do radiador e o bujão no bloco do motor. Em seguida, preencha o radiador com água limpa e refaça o processo de limpeza até que o radiador esteja totalmente limpo.

**ATENÇÃO**

A manutenção do sistema de arrefecimento pode variar de acordo com o modelo do trator, por isso, consulte o manual para saber as recomendações ideais para o seu trator.

Para abastecer o radiador, abra o parafuso de sangria para garantir que não forme nenhuma bolha de ar no sistema e abasteça o radiador com o líquido de arrefecimento. Reaperte o parafuso de sangria em seguida.

Após o abastecimento, ligue o motor por alguns minutos e verifique o nível do líquido no radiador ou reservatório de expansão.

**ALERTA ECOLÓGICO**

A drenagem do líquido de arrefecimento deve ser realizada em local apropriado, onde não haja risco de contaminação ambiental.

12.3.4 Limpeza da colmeia do radiador

Devido ao acúmulo de alguns detritos na colmeia do radiador como palha, folhas, insetos, dentre outros, pode ocorrer a restrição da passagem de ar e o comprometimento do seu funcionamento.

Para efetuar a limpeza, abra a grade do radiador e remova as sujeiras com escova de plástico ou ar comprimido.

Figura 53 – Limpeza da tela do radiador com ar comprimido.



Fonte – Brasil, 2019.

Para limpar a colmeia, utilize jatos de ar ou água com pouca pressão. Limpe o radiador de dentro para fora. Após a limpeza, feche a grade do radiador.

Figura 54 – Limpeza da colmeia do radiador com ar comprimido.



Fonte – Senar AC, 2011.



PRECAUÇÃO

Não utilize ferramentas perfurantes para realizar essa operação de limpeza.

12.3.5 Verificação da tensão da correia do ventilador do radiador

A correia do ventilador pode sofrer desgastes e afrouxar com o passar do tempo, provocando patinagens e comprometendo o funcionamento do radiador.

Para verificar a tensão da correia, pressione-a com o dedo na parte em que a correia apresenta seu maior comprimento.

Figura 55 – Verificação da tensão da correia.



Fonte – Brasil, 2019.

Caso necessário, faça o ajuste da correia com a medida da folga de acordo com o manual do fabricante. Cuidar para não tensioná-la excessivamente, pois isso pode danificar mancais da bomba e desgastar prematuramente a correia.

ATENÇÃO

Devido à quantidade de marcas e modelos de tratores agrícolas, este processo pode sofrer alterações, por isso consulte sempre o manual do fabricante.

12.4 CAUSAS DE SUPERAQUECIMENTO DOS MOTORES DE TRATORES

Abaixo, estão listadas algumas das principais causas que podem superaquecer o motor dos tratores agrícolas:

- Falta de líquido de arrefecimento no radiador;
- Defeito na bomba de água;
- Nível do óleo do cárter baixo;
- Líquido de arrefecimento sujo;
- Furos na mangueira ou no radiador;
- Parte frontal do radiador sujo;
- Correia da bomba d'água frouxa ou quebrada;
- Defeito na tampa do radiador;
- Tampa do radiador fora da especificação recomendada;
- Filtro de ar obstruído;
- Defeito na válvula termostática;
- Junta de cabeçote queimada;
- Mal dimensionamento do conjunto trator e implemento;
- Sobrecarga no motor;
- Galerias internas do motor obstruídas;
- Defeito no termômetro.

13 TIPOS E CLASSES DE LUBRIFICANTES

Os lubrificantes possuem a finalidade de:

- Diminuir o atrito e o desgaste entre os componentes;
- Resfriamento dos componentes em atrito;
- Diminuir a ação corrosiva nos componentes;
- Auxiliar na vedação ou perda de pressão dos motores;
- Diminuir o ruído;
- Contribuir na limpeza dos componentes lubrificados;
- Transmitir força e movimento através de cilindros hidráulicos.

13.1 TIPOS DE LUBRIFICANTES

Os lubrificantes podem ser minerais, sintéticos e semissintéticos e merecem atenção especial ao serem adquiridos.

- Minerais

O óleo mineral é fabricado através do refino do petróleo. É o tipo de óleo mais comum e com o valor mais acessível do mercado. Uma das desvantagem desse tipo de óleo é que, com o passar do tempo, ele pode causar carbonização de alguns componentes do motor como, por exemplo, no cabeçote e nas sedes de válvula. Por isso, é recomendável utilizar aditivos especiais.

- Sintéticos

O óleo sintético é fabricado em laboratórios, através da adição de elementos químicos no petróleo. Durante a fabricação, são realizados testes e alterações até chegar ao resultado desejado. Este óleo evita a carbonização do motor, possui alta durabilidade e garante a vida útil do motor.

- Semissintéticos

O óleo semissintético é fabricado através da combinação do óleo mineral com o sintético. Os óleos semissintéticos possuem uma qualidade superior em relação aos óleos minerais.

13.2 CLASSIFICAÇÃO DOS LUBRIFICANTES

Os lubrificantes são classificados por órgãos internacionais e montadoras conforme sua viscosidade e aplicabilidade.

As classificações mais utilizadas são:

- SAE (*Society of Automotive Engineers* – Sociedade dos Engenheiros Automotivos);
- API (*American Petroleum Institute* – Instituto Americano do Petróleo);
- NLGI (*National Lubricant Grease Institute* – Instituto Nacional de Graxas Lubrificantes).

13.2.1 Classificação SAE

A classificação SAE está relacionada à viscosidade dos óleos lubrificantes, nela não se considera qualidade e desempenho, somente a viscosidade. Essa classificação se divide em dois grupos: monoviscoso e multiviscoso.

A nomenclatura do óleo monoviscoso é a sigla SAE com um número e, quanto maior o número, maior a viscosidade do óleo, por exemplo, SAE 30, SAE 40, SAE 50, entre outros.

Já a nomenclatura do óleo multiviscoso é a sigla SAE com dois números, sendo que o primeiro número é seguido pela letra W, indicando o intervalo da viscosidade do produto, por exemplo, SAE 15W-40, SAE 20W-40, SAE 15W-50, entre outros.

A letra W representa a palavra inglesa *winter* que, traduzida, significa ‘inverno’. Os óleos lubrificantes indicados por esta letra são especiais, sendo indicados para temperaturas baixas, mas também podem ser usados em clima tropical.

Os óleos mais indicados para motores são os multiviscosos devido à sua baixa alteração da viscosidade em função da mudança de temperatura. Nos motores diesel, recomenda-se o óleo multiviscoso.

Tabela 3 – Classificação SAE para óleos lubrificantes.

| Óleo para motores | Óleo para transmissão (engrenagens) |
|-------------------|-------------------------------------|
| 0 W | 70 W |
| 5 W | 75 W |
| 10 W | 80 W |
| 15 W | 85 W |
| 20 W | 90 |
| 25 W | 140 |
| 20 | 250 |
| 30 | |
| 40 | |
| 50 | |
| 60 | |

Fonte – SENAR AR/SP, 2010.

Figura 56 – Representação da classificação SAE em rótulo de lubrificante.



Fonte – Dambrós, 2020.

13.2.2 Classificação API

A classificação API está relacionada à aplicabilidade dos óleos lubrificantes. Mostra onde o óleo será utilizado e qual seu grau de qualidade.

Há três classes dentro da classificação API, são elas:

- Motor Otto (S): a letra S significa *Spark Plug* = vela de ignição;
- Motor Diesel (C): a letra C significa *Compression* = compressão;
- Transmissões (GL): as letras GL significam *Gear Lubricant* = lubrificante para engrenagens.

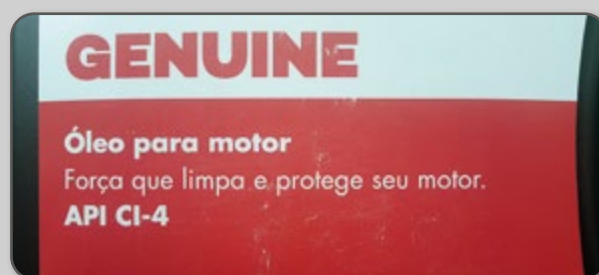
Tabela 4 – Classificação API para óleos lubrificantes.

| Óleo para motores de Ciclo Otto | | Óleo para motores de Ciclo Diesel | | Óleo para Transmissão | |
|---------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|-----------------------|----------|
| (Gasolina, Álcool, etc.) | | (Óleo Diesel, Biodiesel) | | (Engrenagens) | |
| SA | Obsoleto | CA | Obsoleto | GL - 1 | Obsoleto |
| SB | Obsoleto | CB | Obsoleto | GL - 2 | Obsoleto |
| SC | Obsoleto | CC | Obsoleto | GL - 3 | Obsoleto |
| SD | Obsoleto | CD | Obsoleto | GL - 4 | Em vigor |
| SE | Obsoleto | CE | Obsoleto | GL - 5 | Em vigor |
| SF | Obsoleto | CF | Obsoleto | | |
| SG | Obsoleto | CG-4 / CF-4 | Obsoleto | | |
| SH | Obsoleto | CH-4 | Em vigor | | |
| SJ | Obsoleto | CI-4 | Em vigor | | |
| SL | Em vigor | CJ-4 | Em vigor | | |
| SM | Em vigor | CK-4 | Em vigor | | |
| SN | Em vigor | | | | |
| SN Plus | Em vigor | | | | |
| SP | Em vigor | | | | |

Fonte – SENAR AR/PR, 2020.

Em tratores que possuem o sistema hidráulico e/ou da direção separados da transmissão, há outra classificação chamada ISO-VG. A mais utilizada em tratores é a ISO-VG 68. Sempre consulte o manual do fabricante para saber qual é a classificação indicada para o seu trator.

Figura 57 – Representação da classificação API em rótulo de lubrificante.



Fonte – Dambrós, 2020.

13.2.3 Classificação NLGI

NLGI é a classificação para graxas, considerando sua consistência e o tipo de sabão. As graxas são classificadas em números de consistência, sendo que, quanto maior for o número, mais consistência a graxa possui. Esses números são: 000, 00, 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

As graxas podem ser feitas à base de sabão de cálcio, de sódio, de lítio, etc.

A graxa com consistência número 2, à base de sabão de lítio, é a mais utilizada no meio agrícola e é resistente à algumas condições como umidade, poeira, temperatura, altas rotações, etc.

Figura 58 – Representação da classificação NLGI em rótulo de lubrificante.



Fonte – Dambrós, 2020.

13.3 QUALIDADE DOS LUBRIFICANTES

A qualidade dos lubrificantes é fundamental para garantir o bom funcionamento dos componentes do trator agrícola.

A ANP (Agência Nacional do Petróleo) criou um programa chamado PML (Programa de Monitoramento de Lubrificantes) que avalia a qualidade dos óleos lubrificantes do país.

Todo bimestre boletins que atestam a qualidade dos produtos são publicados; esses boletins também mostram os produtos que não estão conformes.

O PML avalia o rótulo, o registro e a qualidade do produto. Essa fiscalização abrange lubrificantes da linha Diesel e ciclo Otto. O boletim de qualidade fica disponível no *site* da ANP.

Quando efetuar a compra de um óleo lubrificante da linha Diesel ou ciclo Otto, verifique se no rótulo contém o código de registro ANP, caso contrário, o produto é ilegal.

Outra forma de avaliar a qualidade dos óleos lubrificantes é por meio de ensaios laboratoriais. Existem vários tipos de ensaios para avaliar a qualidade dos lubrificantes, alguns deles são: teste de aparência, ensaio de cor, análise de teor de água, número de acidez total, teste de viscosidade, análise de metais e ensaio de infravermelho.

13.4 CUIDADOS NA ARMAZENAGEM DOS LUBRIFICANTES

É necessário conhecer os cuidados para armazenagem dos lubrificantes, pois o armazenamento de maneira inadequada pode causar, por exemplo, contaminações, afetando, assim, sua qualidade.

Os lubrificantes devem ser armazenados separadamente de tintas, solventes, detergentes etc., pois estes elementos podem contaminá-los. Não é recomendável armazenar os lubrificantes em locais que apresentam temperaturas elevadas, pois alguns tipos, principalmente as graxas, são sensíveis ao calor excessivo. Também é necessário estar atento ao tempo de armazenamento e verificar no rótulo do produto o tempo recomendado, pois o armazenamento prolongado pode ocasionar a decomposição dos aditivos.

O local para armazenagem deve ter fácil acesso, possuir boa ventilação e ser livre de poeiras, adubos e produtos químicos. O local deve conter sistema de proteção contra incêndios devido ao fato de os lubrificantes serem inflamáveis.

Os lubrificantes que são armazenados em tambores devem ser posicionados sobre estrados de madeira para evitar contato com o chão, pois este contato pode

danificar as embalagens. Quando vários tambores são armazenados, eles devem estar deitados sobre ripas de madeira e calçados para evitar que se movimentem. Também podem ser armazenados sobre *racks* ou *pallets*.

É recomendável sempre verificar se as embalagens dos lubrificantes apresentam algum vazamento e se os rótulos estão legíveis. É recomendável utilizar os lubrificantes de acordo com sua ordem de chegada, para evitar sua deterioração.

14 SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO DO MOTOR

O sistema de lubrificação é responsável por lubrificar as partes móveis do motor e o lubrificante é transportado através de uma bomba de sucção.

A manutenção desse sistema é importante, pois ela reduz o atrito e os choques entre duas superfícies, controla o desgaste e a temperatura, além de vedar o espaço livre entre a parede do cilindro e os anéis de segmento do pistão.

A correta manutenção é fundamental para prolongar a vida útil do motor a diesel.

14.1 COMPONENTES DO SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO DO MOTOR

Este sistema é composto basicamente pelo cárter, bomba e filtro de óleo, manômetro e respiro do motor.

14.1.1 Cárter

Se encontra na parte inferior do motor e é onde o óleo lubrificante fica armazenado.

Figura 59 – Cárter e bomba de óleo do motor.



Fonte – Senar AC, 2011.

14.1.2 Bomba de óleo e válvula de alívio

A bomba transporta o óleo lubrificante para todas as galerias do motor, que são os caminhos percorridos pelo óleo lubrificante para que cheguem a todos os pontos de lubrificação do motor.

A quantidade de óleo bombeado é relativa à rotação do motor, sendo que a pressão máxima é limitada por uma válvula de alívio.

14.1.3 Filtro de óleo

Constituído de papel poroso, é responsável por impedir a passagem de impurezas contidas no óleo. O filtro de óleo fica localizado na parte externa do motor e realiza a filtragem logo após a bomba de óleo.

Figura 60 – Filtro de óleo do motor.



Fonte – Brasil, 2019.

14.1.4 Válvula de desvio

Localizada dentro do filtro, é uma válvula de segurança que realiza o desvio do fluxo de óleo quando ocorre um aumento da pressão que pode ser ocasionada pela obstrução do filtro ou baixas temperaturas.

14.1.5 Manômetro

É um instrumento de aferição da pressão do óleo lubrificante e pode ser visualizado no painel do trator agrícola através de uma luz, mostrador de graduação ou em faixas.

Figura 61 – Manômetro da pressão do óleo do motor.



Fonte – Senar AC, 2011.

! ATENÇÃO

Caso o alerta de óleo acenda ou o mostrador indique baixa pressão, desligue o motor e faça as verificações de acordo com o manual do fabricante.

14.1.6 Respiro do motor

Controla a pressão dos gases entre o ambiente interno e externo do motor.

Figura 62 – Respiro do motor.



Fonte – Brasil, 2019.

14.2 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO DO MOTOR

Através de uma bomba, o óleo é succionado do cárter e se direciona para uma tela metálica que filtra o óleo. Com a pressão controlada pela válvula de alívio, o óleo chega até o filtro, que retirará as impurezas. O óleo realiza a lubrificação de forma forçada, seguindo por todas as galerias internas do motor e, por gravidade, retorna ao cárter para reiniciar o ciclo de lubrificação.

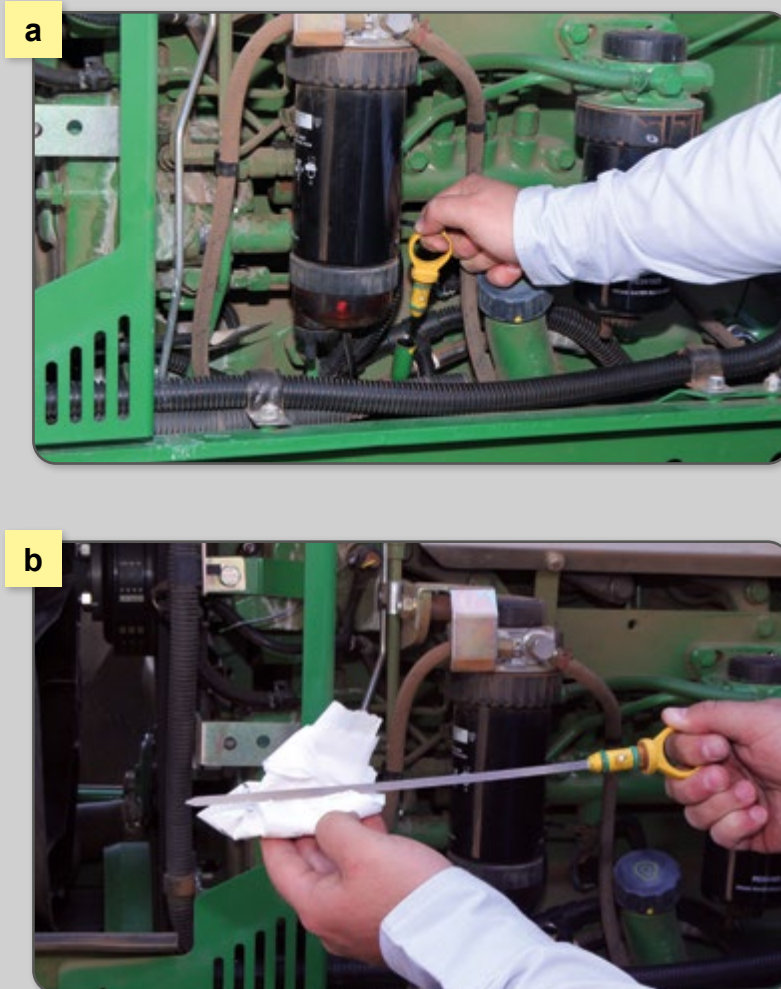
14.3 MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO DO MOTOR

Como manutenções básicas deste sistema podemos citar a conferência do nível de óleo do motor e a sua troca, juntamente com o filtro, dentro de um período pré-determinado.

14.3.1 Verificação do nível de óleo do motor

O óleo do motor deve ter o seu nível verificado diariamente. Para isso, remova a vareta de nível, limpe-a com um papel ou estopa que não solte fios ou fiapos e recoloca a vareta até o fim do batente.

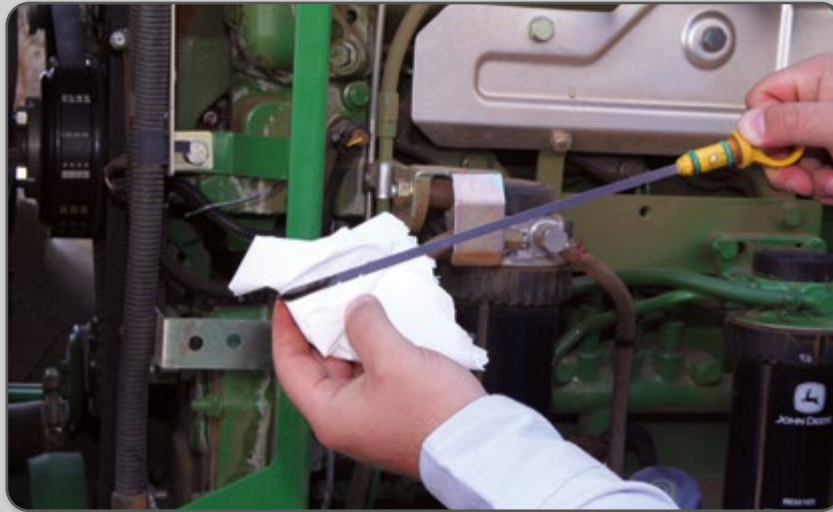
Figura 63 – a) Remoção e b) limpeza da vareta de nível.



Fonte – Brasil, 2019.

Feito isso, remova a vareta novamente e verifique se o nível do óleo está entre a marcação máxima e mínima da vareta.

Figura 64 – Verificação do nível de óleo na vareta.



Fonte – Brasil, 2019.

Caso o nível do óleo lubrificante esteja abaixo, reabasteça-o até o nível recomendado pelo fabricante.

! ATENÇÃO

1. A verificação do nível de óleo do motor deve ser realizada em um local plano;
2. Sempre abasteça o trator com óleos lubrificantes recomendados pelo fabricante;
3. O trator não deve funcionar com o nível de óleo abaixo ou acima do nível recomendado;
4. Se durante o processo de verificação do nível de óleo faltarem poucas horas para a troca, conforme determinado no manual do fabricante, aproveite e faça a troca de óleo.

14.3.2 Troca de óleo do motor

Após um tempo de uso, o óleo perde sua qualidade sofrendo alterações em suas características pelas contaminações da combustão do motor e outras impurezas, tornando-o inadequado para uso.

! ATENÇÃO

1. As frequências das trocas de óleo e especificações dos lubrificantes devem ser consultadas no manual do fabricante;
2. Para realizar essa operação, o motor deve estar em funcionamento por alguns minutos antes da troca para facilitar a drenagem do óleo.

Para efetuar a troca do óleo, posicione o trator em um local plano, limpe o bujão de dreno do cárter e o remova, deixando o óleo do motor escoar num recipiente adequado.

Figura 65 – Remoção do bujão de dreno do cárter.



Fonte – Brasil, 2019.



PRECAUÇÃO

1. Utilize EPIs adequados para realizar essa operação (luvas resistentes à penetração de óleo ou luva química);
2. Evite o contato com o óleo drenado, para evitar queimaduras.

Após todo o óleo escoar, retire o filtro de óleo do motor utilizando as mãos ou alguma ferramenta e recolha o óleo do filtro em um recipiente adequado.

Figura 66 – Remoção do filtro de óleo.



Fonte – Brasil, 2019.

Com um novo filtro, aplique uma camada fina de óleo lubrificante ou vaselina na junta de vedação do filtro e, manualmente, instale o filtro novo até sentir o fim do encaixe.



ALERTA ECOLÓGICO

1. Essa operação deve ser realizada em local apropriado, onde não haja risco de contaminação;
2. O óleo trocado deve ser armazenado em tambores com tampa, para que sejam encaminhados para reciclagem.

Figura 67 – Aplicação de óleo na junta do filtro.



Fonte – Senar AC, 2011.

Após montar o filtro novo, coloque o bujão de dreno no cárter novamente e, com um funil, abasteça o óleo lubrificante pelo bocal de abastecimento até o nível máximo indicado na vareta medidora.

! ATENÇÃO

Verifique se o anel de vedação do bujão está em perfeitas condições e troque-o se necessário.

Figura 68 – Abastecimento de óleo lubrificante pelo bocal de abastecimento.



Fonte – Dambrós, 2020.

! ATENÇÃO

O funil de abastecimento deve ser limpo com panos que não soltem fios. Os fios de panos e estopas podem prejudicar o motor.

Após o abastecimento, ligue o motor em baixa rotação e verifique possíveis vazamentos de óleo lubrificante na junta do filtro, corrija-os se necessário.

Desligue o motor, aguarde 5 minutos e verifique o nível de óleo na vareta medidora. Complete-o, se necessário, visto que parte do óleo abastecido preencherá o filtro e não ficará no cárter do motor.

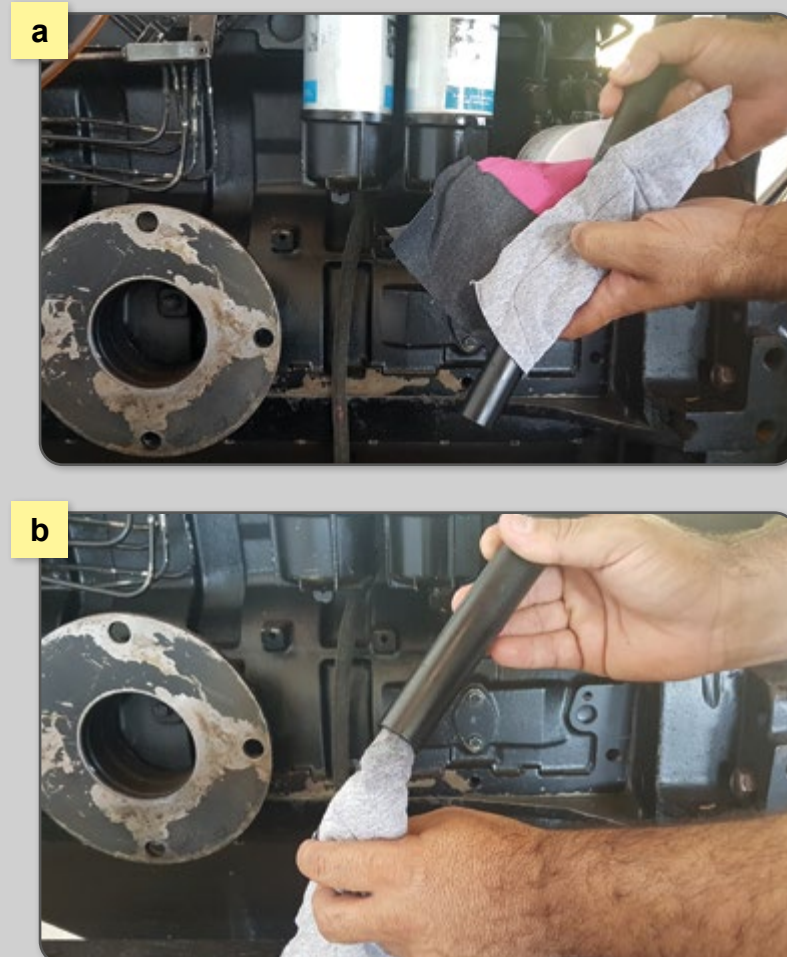
Devido à quantidade de marcas e modelos de tratores agrícolas, este processo pode sofrer alterações, por isso, consulte sempre o manual do fabricante.

14.3.3 Limpeza do respiro do motor

A ponta do respiro do motor pode ficar suja com poeira e outros detritos, por ficar umedecida pelos vapores que saem do motor.

Para efetuar sua limpeza, utilize óleo diesel, água ou jatos de ar comprimido.

Figura 69 – Limpeza do respiro do motor a) externamente e b) internamente.



Fonte – Dambrós, 2020.

Devido à quantidade de marcas e modelos de tratores agrícolas, este processo pode sofrer alterações, por isso, consulte sempre o manual do fabricante.










15 LUBRIFICAÇÃO DO TRATOR AGRÍCOLA COM GRAXA

Em tratores agrícolas existem diversos pontos que não recebem lubrificação com óleo e, por isso, precisam de graxa para lubrificar seus componentes. Nos pontos de lubrificação é alocado um pino graxeiro que é responsável pela introdução da graxa para a lubrificação dos componentes.

15.1 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE LUBRIFICAÇÃO DO TRATOR

Devido à quantidade de marcas e modelos de tratores agrícolas, a localização dos pinos graxeiros e o intervalo de lubrificações podem sofrer alterações, por isso, consulte sempre o manual do fabricante.

Tabela 5 – Tipos de pinos graxeiros.

| | 1/4 | 3/16 | 3/8 |
|------|---|--|---|
| 90° |  |  |  |
| 45° |  |  |  |
| reto |  |  |  |

Fonte – ESALQ/USP, 2015.

15.2 MANUTENÇÃO DOS PINOS GRAXEIROS

Com o manual do operador, localize os pontos de lubrificação do trator e limpe os pinos graxeiros com um pano para que as sujeiras não entrem junto com a graxa.

Com uma bomba engraxadeira manual ou sob pressão, encaixe o bico da engraxadeira no pino graxeiro e realize a lubrificação colocando a graxa necessária.

Figura 70 – Lubrificação com graxa.



Fonte – Senar AC, 2011.

ATENÇÃO

1. Retire os excessos de graxa para não acumular sujeiras e evitar contaminação;
2. Tratores agrícolas geralmente utilizam graxas à base de lítio, classificação NLGI 2, ou de acordo com a recomendação do fabricante;
3. Para evitar desperdício e possíveis riscos de rompimento de retentores, não coloque graxa em excesso.

Devido à quantidade de marcas e modelos de tratores agrícolas, este processo pode sofrer alterações, por isso consulte sempre o manual do fabricante.

16 SISTEMA DE TRANSMISSÃO

O sistema de transmissão tem a função de transmitir o torque, rotação e força gerada pelo motor para os rodados e para a tomada de potência. Por tanto, a manutenção desse sistema é fundamental para prolongar a vida útil dos seus componentes.

16.1 COMPONENTES DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO

Os componentes básicos que compõem o sistema de transmissão do trator agrícola são:

- Embreagem;
- Caixa de câmbio;
- Diferencial;
- Redutores finais.

16.1.1 Embreagem

A embreagem está localizada entre o motor e a transmissão e funciona como um interruptor de movimento entre estes componentes.

16.1.2 Caixa de câmbio

A caixa de câmbio tem a função de aumentar ou diminuir a velocidade, modificar o torque e inverter o sentido do movimento do trator.

16.1.3 Diferencial

O diferencial tem a função de diferenciar a rotação entre duas rodas motrizes, podendo ser as rodas traseiras ou dianteiras. O diferencial atua em circunstâncias de curvas e patinagem.

16.1.4 Redutores

Tem a função de reduzir a rotação que sai da transmissão e transferir menor rotação e mais torque para os rodados.

16.2 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO

O motor transforma a energia potencial do combustível em energia mecânica, que é transferida em forma de potência por meio da embreagem até a caixa de câmbio

que controla a velocidade e o sentido de rotação do movimento. Este movimento é recebido pelo diferencial que diminui a velocidade proporcionalmente e muda a direção do movimento em um ângulo de 90°. Este movimento é recebido pelos redutores que o transferem aos rodados.

16.3 MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO

A manutenção deste sistema consiste basicamente em conferir e ajustar, caso necessário, a folga do pedal da embreagem e a conferência do nível e troca do óleo lubrificante.

16.3.1 Ajuste da folga do pedal de embreagem

O pedal da embreagem possui uma medida de folga que varia de trator para trator. Essa folga assegura o seu correto funcionamento e pode ser ajustada conforme necessidade.

Para realizar o ajuste, consulte o manual do trator para conferir o procedimento, qual é a folga adequada para o modelo em questão e onde a folga deve ser verificada.

Figura 71 – Folga da embreagem.



Fonte – Senar AC, 2011.

16.3.2 Manutenção da caixa de câmbio, diferencial e redutores finais

Em algumas marcas e modelos de tratores, o reservatório de óleo pode ou não ser o mesmo para o diferencial, redutores e caixa de câmbio.

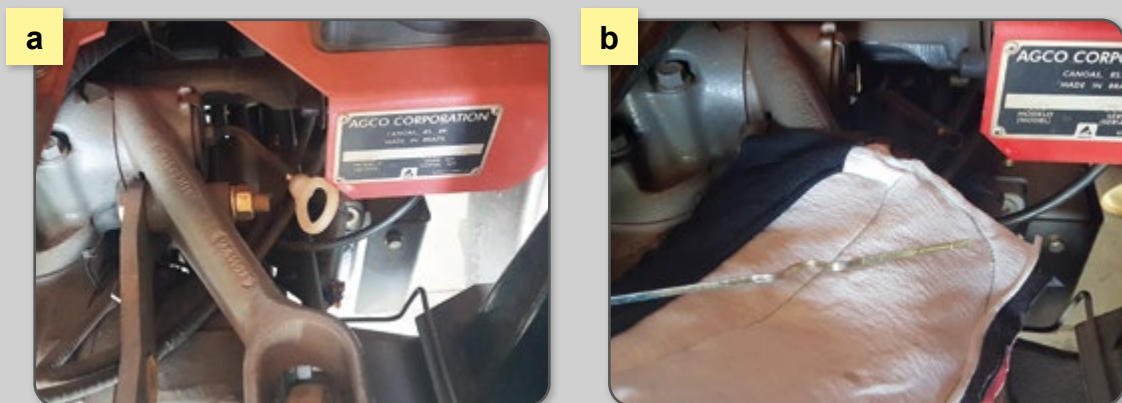
O reservatório de óleo do câmbio e do diferencial, em grande parte dos tratores, também lubrifica o sistema de freio quando o mesmo é banhado em óleo. Por este motivo, utilize lubrificantes multifuncionais.

Consulte o manual do operador para obter informações sobre a capacidade do reservatório e a classe do lubrificante a ser utilizado.

16.3.3 Verificação do nível de óleo da caixa de câmbio, diferencial e redutores finais

A verificação do nível de óleo é feita por vareta ou visor localizado na carcaça, quando estes sistemas utilizam o mesmo reservatório de lubrificante.

Figura 72 – Representação da a) vareta do nível e b) leitura do nível de óleo da transmissão.



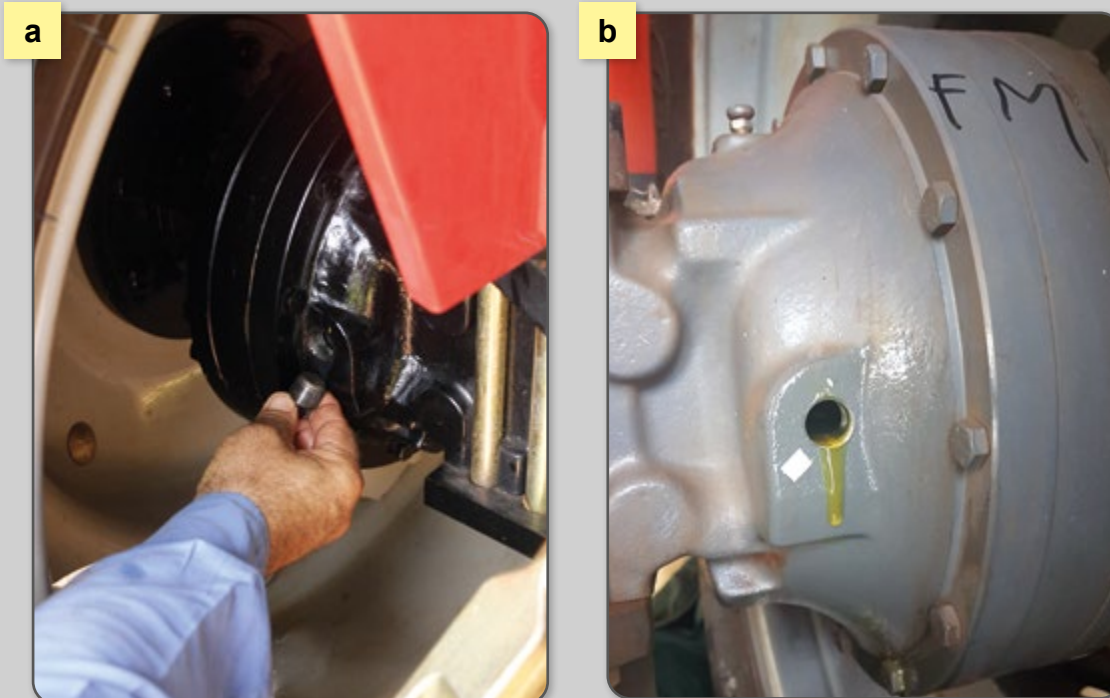
Fonte – Dambrós, 2020.

! ATENÇÃO

O posicionamento da vareta ou visor varia conforme o modelo do trator. Consulte o manual do fabricante para identificar o local exato para a conferência do nível, bem como a frequência em que a conferência deve ser feita.

Em alguns casos, o reservatório de óleo dos redutores é individual, portanto a verificação é feita pelo bujão de nível.

Figura 73 – a) Remoção do bужão e b) verificação do nível de óleo dos redutores traseiros.



Fonte – a) Senar AC, 2011 e b) Dambrós, 2020.

Independentemente da maneira como a conferência do nível será feita em cada sistema, sempre posicione o trator em um local plano antes de verificar o nível do óleo. Se o nível estiver baixo, adicione óleo recomendado pelo fabricante.

Figura 74 – Bocal para adição de óleo da transmissão.



Fonte – Dambrós, 2020.

Figura 75 – Adição de óleo nos redutores finais traseiros.



Fonte – Dambrós, 2020.

16.3.4 Troca do óleo da caixa de câmbio, diferencial e redutores finais

Similar ao procedimento de troca de óleo do motor, remova o bujão e deixe escoar o óleo até o final. Após este procedimento, recoloque o bujão e complete com óleo novo.

Figura 76 – Remoção do óleo da transmissão.



Fonte – Senar AC, 2011.

Figura 77 – Remoção do óleo nos redutores finais traseiros.



Fonte – Dambrós, 2020.



ATENÇÃO

Consulte o manual do operador para obter as informações sobre qual tipo de lubrificante usar, se os componentes utilizam o mesmo reservatório de óleo, qual o espaço de tempo de troca e a capacidade do reservatório.



PRECAUÇÃO

Ao realizar a troca do óleo use os EPIs necessários como luvas de látex ou creme para as mãos (luva química).

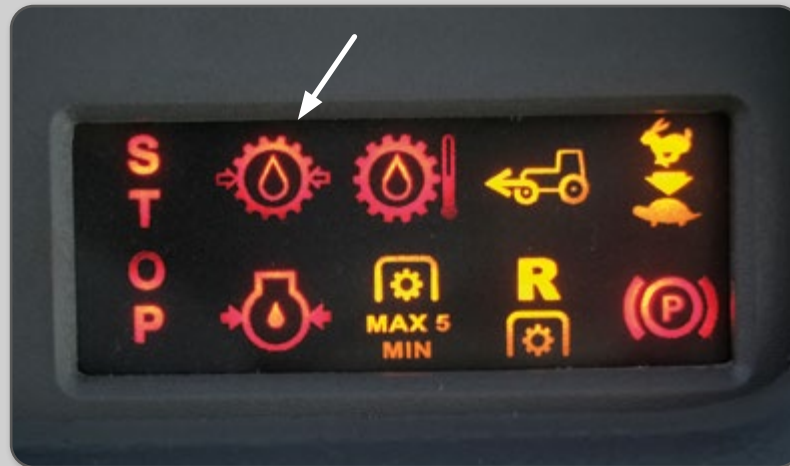
Figura 78 – Utilização de luva química como EPI para o manuseio de lubrificantes.



Fonte – Dambrós, 2020.

Para modelos de tratores que utilizam bomba de óleo neste sistema para a lubrificação, o operador deverá estar atento à luz indicadora da pressão do óleo no painel do trator. Caso ela acenda, é indicado parar o trator imediatamente e verificar as recomendações do manual do operador.

Figura 79 – Luz indicadora da pressão do óleo da transmissão.



Fonte – Senar AC, 2011.

16.3.5 Limpeza dos respiros

Os respiros são responsáveis por equilibrar a pressão entre o reservatório e o ambiente externo permitindo a troca de pressão e, assim, evitando danos em retentores pela formação de pressões internas no sistema.

Figura 80 – Respiro do reservatório de óleo do redutor final traseiro.



Fonte – Senar AC, 2011.

Faça a limpeza do respiro periodicamente, para isso, limpe em volta do respiro e remova-o. Lave o respiro com óleo diesel limpo ou passe ar comprimido e o coloque novamente em seu lugar.

Devido à quantidade de marcas e modelos de tratores agrícolas, este processo pode sofrer variações, por isso, consulte sempre o manual do operador do fabricante.

17 SISTEMA DE RODADOS DOS TRATORES

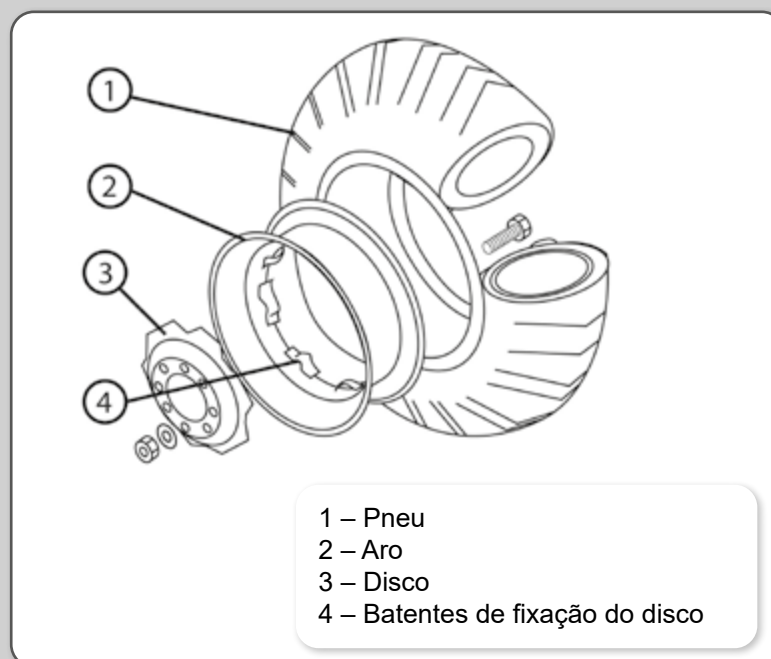
Em tratores agrícolas, o sistema de rodados é responsável pela sustentação, amortecimento do peso, direcionamento e geração de esforço de tração. Os pneus agrícolas são divididos em pneus de direção e os pneus de tração que podem ser enchidos com ar ou ar e água.

17.1 COMPONENTES DO SISTEMA DE RODADOS

Um rodado pneumático de tratores agrícolas é constituído por:

- Pneu;
- Aro;
- Disco;
- Batentes de fixação do disco.

Figura 81 – Representação dos componentes do rodado.



Fonte – Senar AC, 2011.

17.2 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE RODADOS

Os rodados de tratores agrícolas realizam a sustentação e o amortecimento do peso através da pressão de ar nos pneus e realizam a transmissão das forças motrizes e frenantes do trator ao solo.

17.3 MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE RODADOS

A manutenção do sistema de rodados consiste basicamente na calibração da pressão dos pneus e no reaperto dos parafusos de fixação.

17.3.1 Reaperto dos parafusos de fixação do rodado

Periodicamente, verifique o aperto dos parafusos de fixação do aro, disco e dos anéis de peso do rodado. Faça o aperto dos parafusos de acordo com o torque e a frequência especificadas no manual do fabricante.

Figura 82 – Reaperto dos parafusos do rodado.



Fonte – Brasil, 2019.

17.3.2 Calibragem da pressão dos pneus

Diariamente, verifique a pressão dos pneus e, caso necessário, calibre-os de acordo com a recomendação do fabricante e das condições de trabalho e terreno.

Figura 83 – Calibração dos pneus.



Fonte – Brasil, 2019.

! ATENÇÃO

A pressão dos pneus com lastro líquido é a mesma de pneus somente com ar. Ao mudar a calibragem dos pneus, o avanço da tração dianteira auxiliar é afetado, necessitando ser recalculada.

18 MANUTENÇÃO DO EIXO DIANTEIRO

O eixo dianteiro tem a função de acoplamento das rodas direcionais, sustentando parte do corpo do trator e do sistema de direção. Os eixos dianteiros variam de acordo com tratores 4x2, 4x2 com tração dianteira auxiliar e 4x4.

18.1 CLASSIFICAÇÃO DOS TRATORES, QUANTO AO TIPO DE TRAÇÃO DOS PNEUS

Os tratores agrícolas são classificados por três tipos de tração, são elas:

- 4x2: trator tracionado apenas pelas rodas traseiras;
- 4x2 TDA: trator tracionado pelas rodas traseiras, podendo ser auxiliado pelas rodas dianteiras. A tração dianteira pode ser acionada por sistema mecânico ou eletromecânico;
- 4x4: são tratores tracionados pelas quatro rodas ao mesmo tempo de forma permanente.

18.2 MANUTENÇÃO DO EIXO DIANTEIRO DE TRATORES 4X2

A manutenção do eixo dianteiro de tratores 4x2 consiste em verificar folgas dos rolamentos dos cubos, lubrificar os pinos graxeiros e fazer uma inspeção de forma geral no rodado, observando o desgaste do pneu, trincas e oxidação na roda.

O eixo dianteiro de um trator agrícola 4x2 é constituído por:

- Eixo oscilante;
- Barra telescópica;
- Manga de eixo;
- Ponta de eixo;
- Cubo;
- Rodado;
- Pino do eixo;
- Pinos graxeiros.

18.2.1 Verificação da folga dos rolamentos dos cubos

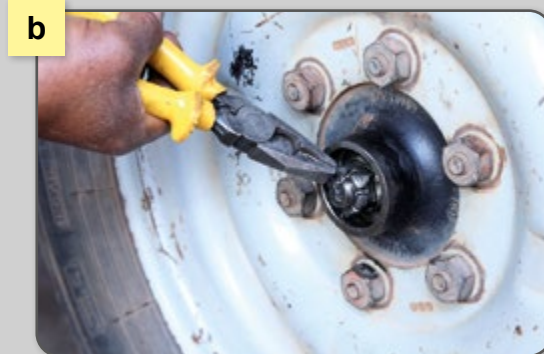
Para verificar se o rolamento do cubo tem folga, levante o eixo dianteiro com um macaco hidráulico e gire a roda, que deve girar livremente, sem folga.

Figura 84 – Eixo dianteiro levantado.

Fonte – Senar AC, 2011.

Os esforços e cargas nas quais o eixo dianteiro é submetido nas operações, causam um desgaste no mancal de rolamento das rodas dianteiras.

Caso haja folga nos rolamentos, remova a tampa do cubo e a trava da porca castelo.

Figura 85 – Remoção a) da tampa do cubo e b) da trava da porca castelo.

Fonte – Brasil, 2019.

Em seguida, utilizando de ferramenta adequada, aperte a porca castelo de acordo com a recomendação do fabricante.

Figura 86 – Aperto da porca castelo.



Fonte – Brasil, 2019.

Após o aperto, recoloca a trava da porca castelo e a tampa do cubo e lubrifique o pino graxeiro com graxa recomendada pelo fabricante. Refaça esse procedimento no outro lado do eixo.

Caso note algum dano nos componentes do cubo, providencie o conserto ou procure um mecânico especializado.

! ATENÇÃO

Devido à quantidade de marcas e modelos de tratores agrícolas, este processo pode sofrer alterações, por isso consulte sempre o manual do fabricante.

18.2.2 Verificação das condições externas do rodado

Verifique o nível de desgaste do pneu e se o mesmo possui trincas ou guias quebradas. Avalie, também, se na roda existem trincas ou sinais de oxidação. A válvula do pneu não deve apresentar vazamento de ar.

! ATENÇÃO

Caso as condições externas do rodado apresente algum desses problemas, tome as providências de acordo com a recomendação do fabricante.

Figura 87 – Representação de um pneu com desgaste excessivo.



Fonte – Brasil, 2019.

18.3 MANUTENÇÃO DO EIXO DIANTEIRO DE TRATORES 4X2 TDA

A manutenção do eixo dianteiro de tratores 4x2 TDA consiste em verificar o nível, substituir o óleo dos redutores finais do rodado e lubrificar os pinos graxeiros.

O eixo dianteiro de um trator agrícola 4x2 TDA é constituído por:

- Diferencial;
- Articulação do redutor;
- Cardã;
- Redutor dianteiro;
- Rodado;
- Pino do eixo;
- Pinos graxeiros;
- Respiros.

18.3.1 Verificação do nível de óleo do diferencial

Posicione o trator em um local plano, limpe ao redor do bujão de nível, remova-o e verifique se o óleo atinge a borda inferior do furo do bujão.

Figura 88 – Verificação do nível de óleo no diferencial dianteiro.



Fonte – Dambrós, 2020.

Caso o óleo não atinja a borda inferior do furo do bujão, adicione óleo lubrificante até começar a escoar pelo furo.

! ATENÇÃO

A periodicidade para a verificação e o óleo lubrificante a ser utilizado devem seguir as recomendações do fabricante.

18.3.2 Verificação do nível de óleo dos redutores dianteiros

Posicione o trator em local plano de maneira que a marcação de nível fique na posição paralela ao solo, limpe ao redor e remova o bujão.

Figura 89 – Remoção do bujão do redutor da roda na posição horizontal.



Fonte – Brasil, 2019.

Verifique se o óleo atinge a borda inferior do furo do bужão e, caso o óleo não atinja a borda, adicione óleo lubrificante até começar a escoar pelo furo.

Figura 90 – Verificação do nível de óleo no redutor final dianteiro.



Fonte – Dambrós, 2020.

18.3.3 Troca de óleo do diferencial dianteiro



ALERTA ECOLÓGICO

A drenagem do óleo lubrificante deve ser realizada em local apropriado, onde não haja risco de contaminação ambiental.

Para a drenagem, o trator deve estar em local plano. Limpe ao redor do bужão de dreno, aguarde o óleo escoar totalmente em um recipiente adequado e recoloque o bужão de dreno.

Figura 91 – Drenagem do óleo do diferencial dianteiro.



Fonte – Dambrós, 2020.

Após a remoção do óleo, recoloque o bужão de dreno, abasteça com óleo lubrificante novo até começar a escoar pelo bужão do nível. Para finalizar, recoloque o bужão de nível.

Figura 92 – Adição de óleo no diferencial dianteiro.



Fonte – Dambrós, 2020.

Muitos diferenciais dianteiros possuem um respiro que serve para aliviar a pressão interna, deixando-a equilibrada com a pressão do ambiente externo, evitando assim danos em retentores. Limpe-a conforme orientações do manual do fabricante.

Figura 93 – Respiro do diferencial dianteiro.



Fonte – Dambrós, 2020.

18.3.4 Troca do óleo dos redutores dianteiros

ALERTA ECOLÓGICO

A drenagem do óleo lubrificante deve ser realizada em local apropriado, onde não haja risco de contaminação ambiental.

Posicione o trator em local plano de maneira que o bujão de nível fique na posição mais baixa e o retire.

Figura 94 – Remoção do bujão na posição mais baixa.



Fonte – Senar AC, 2011.

Aguarde o óleo escoar totalmente em um recipiente adequado e, então, reposicione o trator de maneira que marcação de nível fique paralela ao solo.

Abasteça o redutor com óleo lubrificante novo até começar a escoar pelo furo e recoloque o bujão de nível.

Figura 95 – Adição de óleo no redutor final dianteiro.



Fonte – Senar AC, 2011.

19 MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DIREÇÃO

O sistema de direção tem a função de direcionar o trator, transmitindo o movimento do volante para os rodados. Existem dois tipos de direção: a mecânica e a hidráulica, no caso da direção hidráulica, ela pode ser hidrostática ou servo-assistida.

19.1 COMPONENTES DO SISTEMA DE DIREÇÃO DE ACIONAMENTO MECÂNICO

No sistema mecânico, o movimento do volante é transmitido para os rodados de acordo com o esforço do operador. Este sistema é formado pelos seguintes componentes:

- Volante;
- Coluna de direção;
- Caixa de direção;
- Braço da barra de direção;
- Barras de direção – longitudinal e transversal;
- Terminais de direção;
- Pinos mestre das mangas de eixo.

19.2 COMPONENTES DO SISTEMA DE DIREÇÃO DE ACIONAMENTO HIDRÁULICO

No sistema hidráulico, a função é a mesma que a mecânica, porém o operador é auxiliado pela pressão do óleo tornando o esterçamento mais leve.

- Volante;
- Coluna de direção;
- Unidade hidrostática;
- Pistão hidráulico;
- Barras de direção transversal;
- Terminais de direção;
- Reservatório de óleo;
- Bomba hidráulica;
- Filtros de sucção e de pressão.

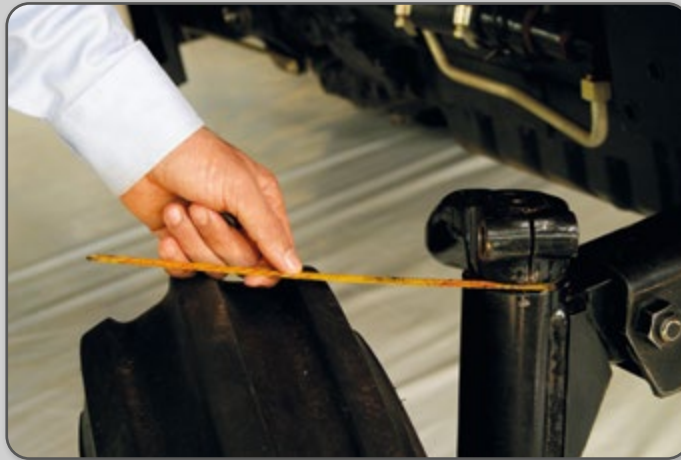
19.3 MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DIREÇÃO MECÂNICA

A manutenção do sistema de direção mecânica consiste na verificação de folgas e reapertos.

19.3.1 Verificação da folga dos pinos-mestres

A folga recomendada para os pinos-mestres é de 1 milímetro e, caso esteja fora deste parâmetro, deve ser ajustada.

Figura 96 – Verificação da folga do pino mestre.



Fonte – Senar AC, 2011.

O ajuste correto desta folga impede a entrada de sujeiras no interior das mangas de eixo. Para proceder com a regulagem, caso haja folga, solte a porca do braço de direção parcialmente e, com um martelo, bata sobre o braço até atingir a folga desejada. Depois, aperte a porca.

Figura 97 – Ajuste da folga.



Fonte – Senar AC, 2011.

19.3.2 Manutenção da caixa de direção

É necessário fazer a verificação do nível de lubrificante da caixa de direção. Por não sofrer nenhum tipo de desgaste ou contaminação, alguns fabricantes não indicam realizar a troca.

ATENÇÃO

Consulte no manual do operador o óleo recomendado e o tempo de verificação do nível do óleo.

19.4 MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DIREÇÃO DE ACIONAMENTO HIDRÁULICO (HIDROSTÁTICO)

Em alguns casos, o sistema hidráulico da direção está junto ao sistema hidráulico de engate de três pontos; nesse caso, a manutenção é a mesma do sistema hidráulico.

Caso o sistema hidráulico da direção seja separado, é preciso realizar a verificação do nível do óleo, troca ou limpeza dos filtros de sucção e pressão e troca do óleo.

ATENÇÃO

Consulte no manual do operador qual é o óleo recomendado e o tempo de verificação do nível do óleo.

19.5 REGULAGEM DO ALINHAMENTO OU CONVERGÊNCIA/DIVERGÊNCIA DAS RODAS DIANTEIRAS

O procedimento para esta verificação é o mesmo para os tratores 4x2 e 4x2 TDA e consiste na medição da abertura posterior e anterior das rodas dianteiras. Essas medições devem ser realizadas na altura do eixo.

Para realizar este processo, coloque o trator alinhado em um terreno plano e meça, na altura do eixo, a distância na parte da frente e de atrás do aro.

Figura 98 – Medição da abertura posterior das rodas em trator 4x2 (Parte da frente do aro).



Fonte – Senar AC, 2011.

A convergência/divergência é a diferença entre a medida da parte de trás e da frente das rodas e deve estar de acordo com o recomendado no manual do trator. Alguns modelos de tratores não recomendam diferença entre as medidas, ou seja, as rodas devem ficar alinhadas.

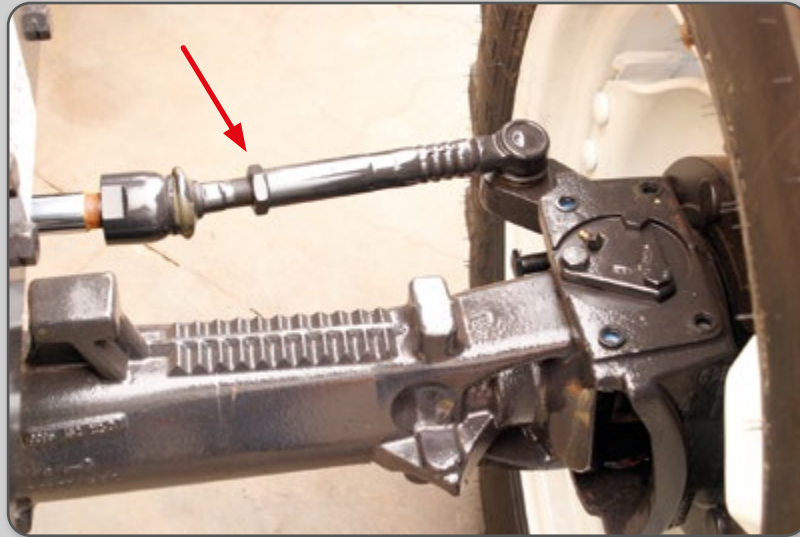


ATENÇÃO

Os terminais da direção devem estar em boas condições e sem folgas para que as medições não sejam comprometidas.

Caso seja necessário algum ajuste, solte as porcas de fixação da barra de direção do eixo dianteiro dos dois lados e gire a barra para aumentar ou diminuir a abertura das rodas.

Figura 99 – Barra de direção de um trator 4x2 TDA.



Fonte – Senar AC, 2011.

Aperte as porcas após finalizar a operação.

! ATENÇÃO

Cada giro da barra de direção tem uma medida específica no ajuste da abertura ou fechamento das rodas e ambas as barras devem ser ajustadas de modo que tenham o mesmo tamanho. Devido à quantidade de marcas e modelos de tratores agrícolas, este processo pode sofrer alterações, por isso consulte sempre o manual do fabricante.

20 SISTEMA DE FREIOS

O sistema de freios possui a função de diminuir a velocidade do trator agrícola ou parar seu deslocamento.

20.1 FUNCIONAMENTO DOS FREIOS, QUANTO À FORMA DE ACIONAMENTO

Os freios possuem duas formas de acionamento, mecânica ou hidráulica. Sua manutenção é realizada de acordo com a forma de acionamento.

20.1.1 Sistema de freios de acionamento mecânico

O sistema de freios de acionamento mecânico possui os seguintes componentes mecânicos: pedais, varões, alavancas e parafusos de ajuste.

20.1.2 Sistema de freios de acionamento hidráulico

O sistema de freios de acionamento hidráulico é composto por dispositivos hidráulicos que são acionados pelos pedais e, por meio da injeção de fluidos em tubulações e cilindros, ativam os mecanismos de frenagem.

Figura 100 – Fluido de freio.



Fonte – Dambrós, 2020.

Este sistema também é composto pelos seguintes componentes: pedais, conexões hidráulicas e mecânicas com parafusos de ajuste.

20.2 MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE FREIOS

A manutenção dos freios consiste basicamente em verificar folgas, sincronismo entre os pedais e o nível de fluido.

20.2.1 Verificação do funcionamento dos freios hidráulicos

Para realizar esta verificação, bombeie o freio esquerdo por várias vezes e, em seguida, repita o procedimento para o freio direito. Os dois pedais devem ter uma resistência relevante.

Figura 101 – Acionamento a) do freio esquerdo e b) do freio direito.



Fonte – Brasil, 2019.

Quando acionar o freio simultaneamente, um pedal não deve baixar de maneira mais rápida que o outro, deve haver um sincronismo. Verifique, também, se os pedais, ao serem acionados, abaixam até o final em 10 segundos.

Figura 102 – Acionamento dos pedais de freio simultaneamente.



Fonte – Brasil, 2019.

ATENÇÃO

Devido à quantidade de marcas e modelos de tratores agrícolas, este processo pode sofrer alterações, por isso, consulte sempre o manual do fabricante.

20.2.2 Regulagem da folga dos pedais do freio de acionamento mecânico ou hidráulico

Para garantir o bom funcionamento, a segurança do operador e do equipamento, ao acionar os pedais de freio, eles devem entrar em ação simultaneamente. Em caso de assincronia, deve-se regular as folgas dos pedais para igualar as posições de frenagem.

Os tratores de pneus devem ter uma folga entre o acionamento e a efetiva frenagem do trator. Devido à quantidade de marcas e modelos de tratores agrícolas de pneus, deve-se consultar o manual do fabricante para a correta manutenção.

20.2.3 Verificação do nível do reservatório de fluido do sistema de freio de acionamento hidráulico

Verifique e complete o reservatório com fluido de freio até o nível indicado, se necessário.

PRECAUÇÃO

Utilize Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) no manuseio do fluido de freio.

Figura 103 – Reservatório do fluido de freio.



Fonte – Dambrós, 2020.

Dentro de um intervalo de tempo é recomendado que o fluido de freio seja trocado. Desta maneira, consulte o manual do seu trator para identificar qual é o período de troca, o fluido e o procedimento de troca adequados.

Figura 104 – Drenagem do fluido de freio.



Fonte – Dambrós, 2020.

! ATENÇÃO

Não permita que o fluido de freio caia na pintura do trator agrícola, pois possui substâncias corrosivas.

21 SISTEMA HIDRÁULICO

O sistema hidráulico é responsável por transportar e regular o fluxo de óleo para o acionamento de pistões ou motores hidráulicos.

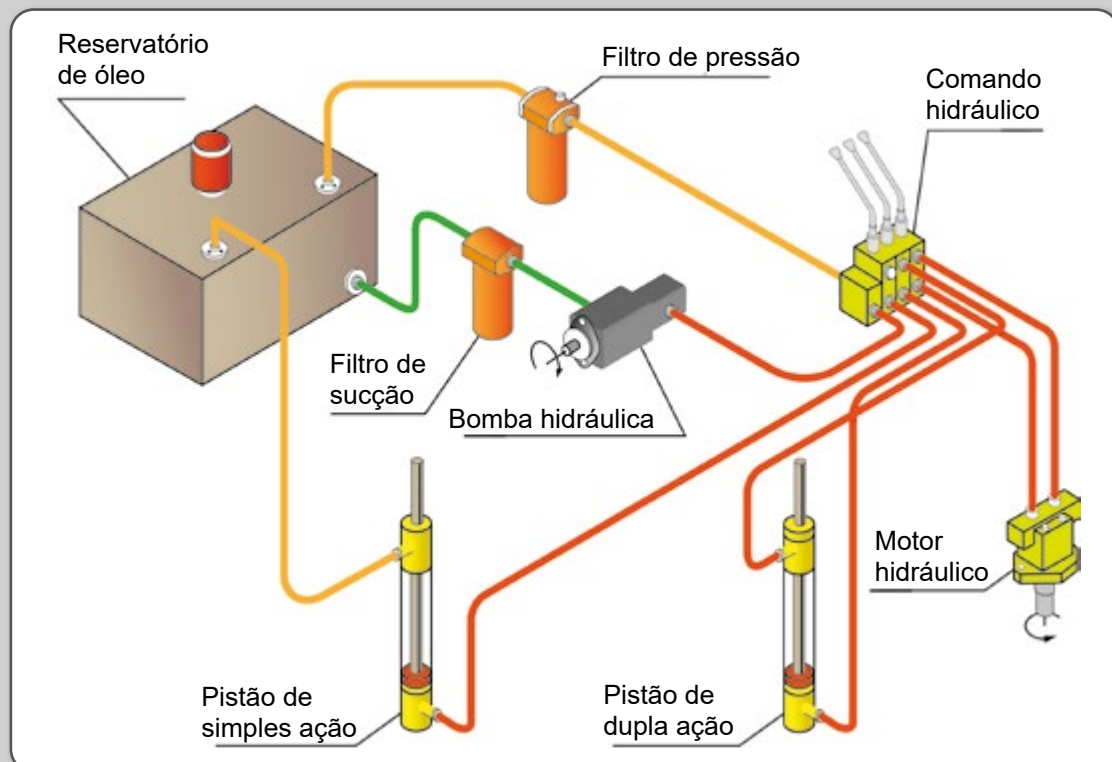
Em tratores agrícolas, na maioria dos modelos, o óleo do sistema de transmissão é utilizado para o acionamento do sistema hidráulico. Poucos tratores contêm reservatório e óleo específico para acionar o sistema hidráulico.

21.1 COMPONENTES DO SISTEMA HIDRÁULICO DO TRATOR

Este sistema é composto por:

- Reservatório de óleo;
- Filtros de sucção e pressão;
- Bomba hidráulica;
- Comando hidráulico;
- Pistões;
- Tubulações.

Figura 105 – Representação de um sistema hidráulico genérico.



Fonte – Senar AC, 2011.

21.1.1 Reservatório de óleo

É responsável pelo armazenamento do óleo, que na maioria dos modelos de tratores é a carcaça da transmissão.

21.1.2 Filtro de sucção e pressão

São responsáveis por reter as impurezas do óleo que possam danificar o sistema.

21.1.3 Bomba de óleo hidráulica

É responsável por produzir um fluxo de pressão para conduzir o óleo para todo o sistema. A vazão da bomba é responsável pela velocidade de funcionamento dos atuadores, já a pressão é responsável pela força.

21.1.4 Comando hidráulico

Tem a função de controlar e direcionar a passagem do óleo do sistema para os atuadores e o retorno ao reservatório.

21.1.5 Pistões e/ou motores hidráulicos

São os responsáveis por fazer o acionamento dos componentes sejam eles do trator ou dos equipamentos agrícolas.

21.1.6 Tubulações

Realizam o transporte do óleo por todo o sistema. Estas podem ser flexíveis (mangueiras) ou rígidas (tubos).

21.2 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA HIDRÁULICO

A bomba recebe a energia mecânica vinda do motor à combustão e a transforma em energia hidráulica, succionando o óleo do reservatório que passa pelo filtro de sucção e é direcionado pelas tubulações até o comando, que fará a divisão do fluxo de óleo até os pistões ou motores hidráulicos. Antes de retornar ao reservatório, o óleo passa mais uma vez por filtragem, por meio do filtro de alta pressão.

21.3 MANUTENÇÃO DO SISTEMA HIDRÁULICO DO TRATOR

A manutenção correta do sistema hidráulico traz benefícios para a vida útil dos componentes do sistema e um bom funcionamento do implemento acoplado.

21.3.1 Verificação do nível de óleo do sistema hidráulico

Para verificar o nível de óleo do hidráulico, assim como nos demais sistemas, posicione o trator em um local plano, abaixe os braços de acoplamento do SH3P na posição mais baixa e retire a tampa com a vareta de nível. Utilizando um pano ou papel adequados, limpe a vareta e a introduza até o fim. Retire-a novamente e verifique o nível do óleo.

Caso o nível de óleo esteja abaixo do nível recomendado, acrescente óleo.

! ATENÇÃO

1. Sempre abasteça com óleos recomendados pelo fabricante;
2. A verificação do nível de óleo em tratores com reservatório específico pode ser feita por vareta ou bujão de nível.

21.3.2 Substituição dos filtros do sistema hidráulico

Retire os filtros usados do sistema hidráulico e, com um novo filtro em mãos, aplique uma camada fina de óleo lubrificante na junta de vedação do filtro e o monte no trator.

Figura 106 – Representação do filtro de óleo hidráulico.



Fonte – Dambrós, 2020.

! ATENÇÃO

As trocas de filtro devem ser realizadas de acordo com o manual do fabricante.

! ALERTA ECOLÓGICO

Os filtros trocados devem ser armazenados em locais adequados, até serem encaminhados para reciclagem.

21.3.3 Troca de óleo do sistema hidráulico

Se o reservatório de óleo do sistema hidráulico é o mesmo da transmissão, a troca de óleo deve ser feita seguindo as mesmas orientações da troca de óleo da transmissão.

Caso contrário, com o motor do trator ligado, acione os comandos hidráulicos para aquecer o óleo e posicione o trator em um local plano. Remova o bujão de dreno, aguarde até o óleo escoar em um recipiente adequado, recoloque o bujão de dreno e acrescente óleo pelo bocal de enchimento.

Após este procedimento, funcione o motor durante alguns minutos, desligue-o, aguarde 5 minutos, e verifique o nível de óleo.

ATENÇÃO

1. O nível de óleo deve estar na marca superior do nível. Adicione óleo se necessário;
2. Após realizar essa operação, verifique possíveis vazamentos no circuito e no funcionamento do respiro;
3. As trocas de óleos e especificação dos lubrificantes devem ser consultadas no manual do fabricante.

ALERTA ECOLÓGICO

1. Essa operação deve ser realizada em local apropriado, onde não haja risco de contaminação;
2. O óleo trocado deve ser armazenado em tambores com tampa, para que sejam encaminhados para reciclagem.

Devido à quantidade de marcas e modelos de tratores agrícolas, este processo pode sofrer alterações, por isso consulte sempre o manual do fabricante.

21.4 CUIDADOS NO USO E MANUSEIO DO SISTEMA HIDRÁULICO DE CONTROLE REMOTO

O sistema hidráulico de controle remoto é utilizado para controlar atuadores e motores hidráulicos de equipamentos agrícolas e deve receber alguns cuidados na sua utilização:

- Os equipamentos que forem engatados no controle remoto devem ter a mesma classificação e marca de óleo do sistema hidráulico do trator;

- Caso o óleo do sistema do equipamento esteja muito tempo parado, faça sua drenagem;
- Mantenha a tampa plástica no engate rápido no trator e no implemento quando não utilizar o controle remoto;

Figura 107 – Tampa plástica no engate rápido do trator.



Fonte – Senar AC, 2017.

- Para não causar danos ao equipamento, verifique se o engate rápido do implemento é da mesma classificação e marca do controle remoto do trator;
- Limpe as superfícies do engate rápido ao acoplar o implemento;
- Despressurize o sistema hidráulico antes de acoplar e desacoplar a mangueira do cilindro hidráulico externo.

22 SISTEMA ELÉTRICO

O sistema elétrico do trator possui a função de transmitir a energia responsável pelo acendimento das luzes, partida do motor e medidores do painel. Também é responsável por fornecer a energia necessária para os acionadores de tração auxiliar, para a tomada de potência, controladores e sistemas automatizados.

22.1 CONHEÇA OS COMPONENTES DO SISTEMA ELÉTRICO DO TRATOR

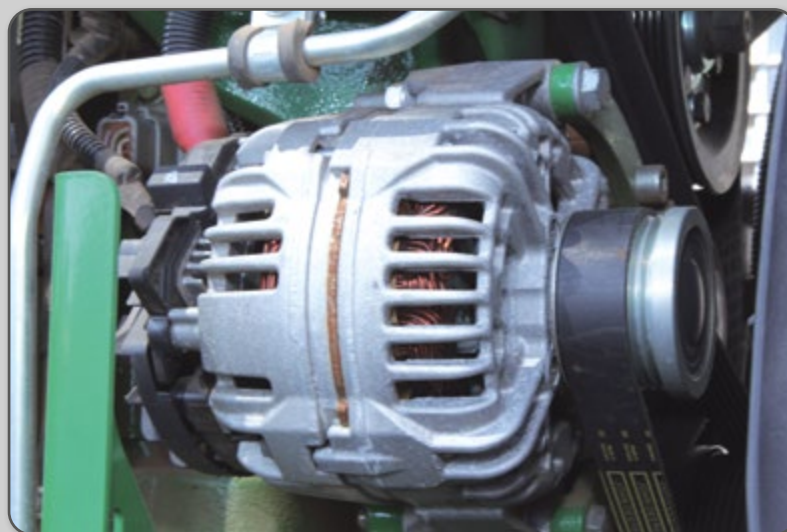
O sistema elétrico do trator possui os seguintes componentes:

- Alternador;
- Regulador de carga;
- Chave de luz;
- Chave de ignição;
- Motor de partida;
- Bateria de acumuladores;
- Fusíveis e relês.

22.1.1 Alternador

É responsável pela geração de energia do sistema elétrico, realizando a transformação da energia mecânica em energia elétrica.

Figura 108 – Alternador.



Fonte – Brasil, 2019.

22.1.2 Regulador de carga

Têm a função de limitar a carga da bateria. Ele gerencia as cargas que entram e saem das baterias mantendo, assim, a segurança do sistema elétrico.

Um instrumento que possui a função de medir a intensidade da tensão elétrica (voltagem) e da corrente elétrica (amperagem) do sistema é o multímetro. Ele também identifica problemas que impedem a passagem de corrente elétrica no sistema.

Figura 109 – Verificação da carga da bateria com multímetro.

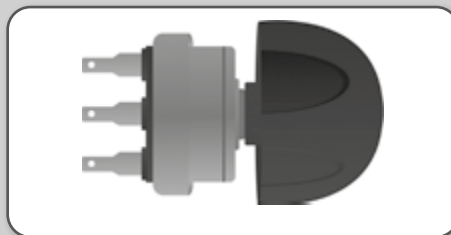


Fonte – Dambrós, 2020.

22.1.3 Chave de luz

É responsável por acionar as luzes e a buzina, ligar ou desligar os faróis e realizar a mudança entre luz baixa e alta.

Figura 110 – Chave de luz.

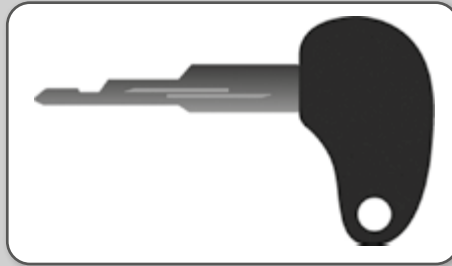


Fonte – Brasil, 2019.

22.1.4 Chave de ignição

Possui a função de dar partida no motor e liberar energia para os demais sistemas. Em muitos tratores, possui a função de aquecer o motor.

Figura 111 – Chave de ignição.

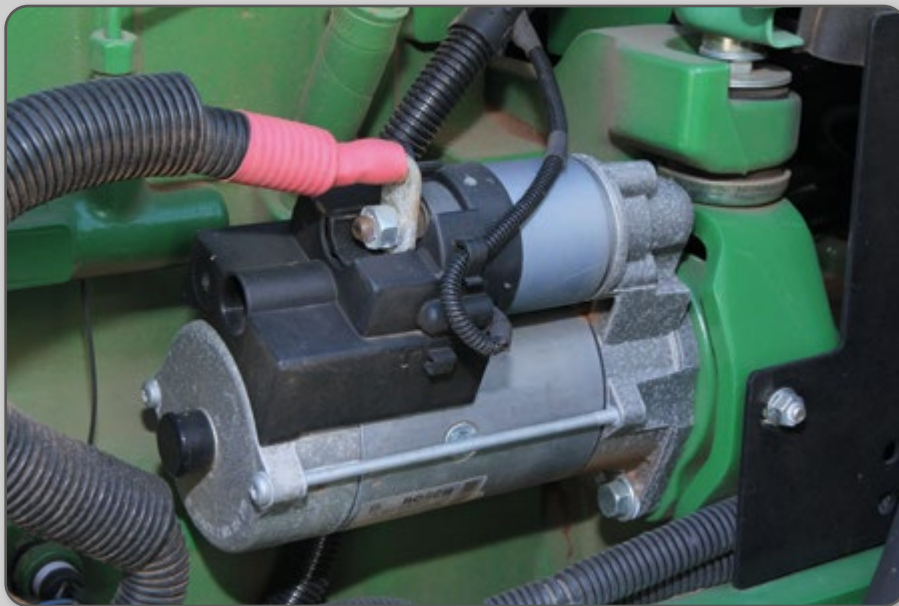


Fonte – Brasil, 2019.

22.1.5 Motor de partida

Possui a função de acionar o motor do trator para colocá-lo em movimento.

Figura 112 – Motor de partida.



Fonte – Brasil, 2019.

22.1.6 Bateria de acumuladores

A função da bateria é armazenar energia para garantir a iluminação e partida do motor do trator agrícola.

Figura 113 – Bateria.



Fonte – Senar AC, 2011.

22.2 MANUTENÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO

Ao realizar a manutenção neste sistema, tome cuidado ao desconectar os cabos da bateria, pois alguns modelos de tratores possuem sistemas eletrônicos que podem se desprogramar. Consulte o manual antes de iniciar o procedimento.

22.2.1 Verificação das conexões da bateria

Encontre o compartimento da bateria e remova a tampa lateral para verificar a situação da conexão entre os terminais e os bornes negativo e positivo.

Figura 114 – Terminal e borne em boas condições.



Fonte – Brasil, 2019.

Os terminais devem estar devidamente presos aos bornes da bateria e não apresentarem formação de zinabre na conexão, pois isto pode causar mal contato e perda da capacidade de recarga da bateria.

Figura 115 – Formação de zinabre na bateria.

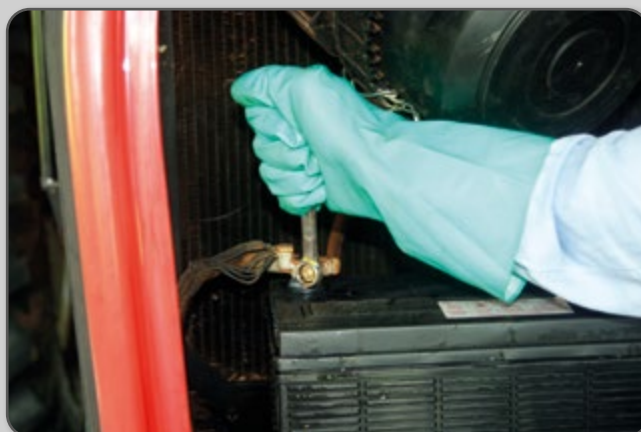


Fonte – Senar AC, 2011.

22.2.2 Limpeza da bateria

Se a limpeza das conexões for necessária, desconecte os terminais dos bornes da bateria, começando pelo negativo e a remova do trator.

Figura 116 – Remoção da bateria.



Fonte – Senar AC, 2011.

Após a remoção da bateria, limpe a oxidação dos bornes com o auxílio de uma escova.

Figura 117 – Limpeza dos bornes da bateria com escova.



Fonte – Brasil, 2019.

Realizada a limpeza, aplique vaselina nos bornes da bateria para evitar corrosão e a monte novamente no trator, ligando primeiro o polo positivo e depois o negativo.

Figura 118 – Aplicação de vaselina nos bornes da bateria.



Fonte – Senar AC, 2011.

! ATENÇÃO

1. Não utilize graxa nos terminais da bateria, porque a graxa pode ocasionar mal contato.
2. Evite fumar perto da bateria, pois pode causar explosão.
3. Quando realizar alguma atividade no sistema elétrico do trator agrícola, desconecte o terminal negativo da bateria.

Limpe também os orifícios de respiro das tampas da bateria, se estes estiverem obstruídos antes de montá-la.

22.2.3 Verificação do nível de eletrólito da bateria

O nível da solução eletrolítica da bateria deve ficar aproximadamente de 1 a 2 cm acima de suas placas.

Para verificar o nível, remova as tampas da parte de cima da bateria e introduza um tubo transparente com comprimento entre 10 a 15 cm até que ele encoste nas placas da bateria. Tampe a ponta superior dele, retire-o e verifique a altura da coluna de líquido que ficou dentro dele, que será o nível de solução.

Figura 119 – Medição do nível da solução eletrolítica da bateria.



Fonte – Senar AC, 2011.

Se necessário, adicione água destilada ou desmineralizada nas células que estiverem com nível baixo.

! ATENÇÃO

Algumas baterias são seladas e livres deste tipo de manutenção.

Figura 120 – Adição de água destilada na bateria.



Fonte – Senar AC, 2011.



PRECAUÇÃO

Utilize os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados para realizar esta tarefa.

22.2.4 Verificação da carga da bateria

Em alguns modelos de tratores, a carga da bateria é mostrada no painel de instrumentos do operador. Para os demais, a carga pode ser verificada com a utilização de um multímetro.

Figura 121 – Carga da bateria sendo exibida no painel de instrumentos do operador.



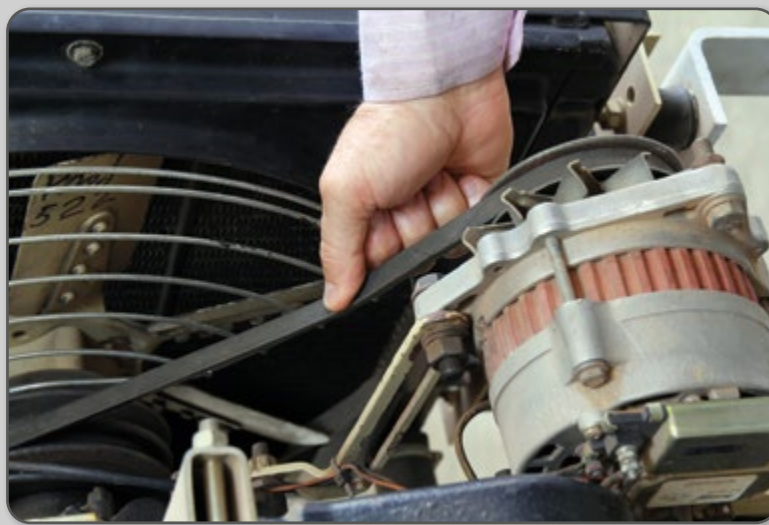
Fonte – Senar AC, 2011.

Para isso, selecione a escala adequada de tensão no multímetro, encoste os fios do multímetro nos terminais da bateria e faça a leitura do valor.

22.2.5 Verificação e regulagem da tensão da correia do alternador

Na maioria dos modelos de tratores, a correia que aciona o alternador é a mesma que aciona o ventilador do radiador, por isso, o procedimento de verificação e regulagem é o mesmo, consistindo em: conferir no manual do fabricante a medida ideal da folga, soltar a porca e o parafuso do esticador e puxar o alternador para fora.

Figura 122 – Verificação da tensão da correia do alternador.



Fonte – Brasil, 2019.

! ATENÇÃO

A correia deve estar com a tensão recomendada, se estiver abaixo, o alternador não irá fornecer a carga que a bateria necessita.

Devido à quantidade de marcas e modelos de tratores agrícolas, este processo pode sofrer alterações, por isso, consulte sempre o manual do fabricante.

22.2.6 Verificação das luzes e indicadores luminosos

Faça a verificação do funcionamento das luzes de trabalho, luzes do painel, faróis e, se necessário, troque-as ou providencie o conserto.

Figura 123 – Faróis dianteiros em funcionamento.



Fonte – Senar AC, 2011.

Evite improvisações e adaptações que podem provocar danos em todo o sistema elétrico como incêndios ou queima do componente.

22.3 CUIDADOS COM A BATERIA E O SISTEMA ELÉTRICO

Para retirar a bateria, desconecte primeiro o cabo negativo (-) e, em seguida, o cabo positivo (+).

Para conectar a bateria, prenda primeiro o cabo positivo (+) e, em seguida, o cabo negativo (-).

Não é recomendável inclinar a bateria mais que 45°. Faça sempre o manuseio com cuidado.

Quando for recarregá-las, procure um lugar ventilado.

Quando houver fusíveis queimados, troque-os por fusíveis do mesmo tipo e que suportem a mesma corrente.

Figura 124 – Caixa de fusíveis.



Fonte – Dambrós, 2020.

23 RECOMENDAÇÕES DE DESCARTE DE PEÇAS E LUBRIFICANTES

O descarte inadequado de peças e lubrificantes, além de prejudicar o meio ambiente, traz riscos à saúde das pessoas por contaminação de resíduos químicos. Faça o descarte correto das peças e lubrificantes provindos da manutenção do trator agrícola.

Os óleos lubrificantes usados ou contaminados devem ser armazenados em galões, tambores de plástico ou latão com tampas e livre de furos, amassados ou rasgões, até que sejam entregues a um coletor autorizado pela ANP.

As embalagens de óleo lubrificantes e filtros de óleo devem ser armazenadas em tambores ou latões específicos sobre uma bacia de contenção adequada até que sejam coletadas para reciclagem ou direcionadas para aterros de resíduos perigosos.

Estopas, papéis, tecidos, papelões, etc., contaminados de óleo devem ser separados em recipientes identificados e armazenados temporariamente, para que sejam direcionados para os aterros de resíduos perigosos.

Águas contaminadas com óleo lubrificantes devem ser separadas do óleo através uma caixa de separação ou direcionadas para um coletor autorizado.

Figura 125 – Pingadeira de óleo.



Fonte – Dambrós, 2020.

! ATENÇÃO

1. A maioria das marcas de tratores agrícolas tem a responsabilidade de coletar peças e óleos lubrificantes substituídos. Informe-se com a concessionária do seu trator;
2. Consulte os órgãos competentes de sua cidade e se informe sobre qual é a destinação correta para o descarte de peças e lubrificantes.

24 CUIDADOS DE ARMAZENAGEM DO TRATOR EM LONGOS PERÍODOS INATIVOS

- Armazene o trator agrícola em locais cobertos e secos para preservar a lataria.
- Ligue e movimente o trator em intervalos de 15 dias, no mínimo.
- Desligue a chave geral ou desconecte o polo negativo da bateria. Consulte o manual do operador antes de realizar este procedimento, pois alguns modelos não recomendam desconectar a bateria do trator.
- Tampe todas as aberturas, como por exemplo, as aberturas do tubo de respiro do cárter e o escapamento.
- Lave a parte externa do trator com água fria e seque-o com um pano macio e seco. Cuide para não molhar o filtro do ar e partes elétricas.
- Troque as peças desgastadas e danificadas.
- Pinte as áreas que estiverem descascadas.
- Não deixe os pneus próximos de fonte de calor, da radiação solar e muita umidade. Não é recomendável que as rodas toquem no chão, portanto, posicione o trator agrícola em cima de blocos de madeira ou piso.

REFERÊNCIAS

ANP. **Programa de Monitoramento de Lubrificantes**. [S. l.], 2016. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/qualidade-produtos/158-programas-de-monitoramento/1865-pml>. Acesso em: 14 ago. 2019.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR ISO 7195:2018** Cores para segurança. Rio de Janeiro: 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria MTE nº 86, de 3 de março de 2005. NR 31 – Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária silvicultura, exploração florestal e aquicultura. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 4 mar. 2005. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/pnf/_arquivos/portaria_mte_86_05.pdf. Acesso em: 16 ago. 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria SEPRT nº 916, de 30 de julho de 2019. NR 12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 jul. 2019. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-12.pdf. Acesso em: 16 ago. 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria SIT nº 229, de 24 de maio de 2011. NR 26 – Sinalização de segurança. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 mai. 2011. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-26.pdf. Acesso em: 16 ago. 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria SIT nº 25, de 15 de outubro de 2001. NR 6 - Equipamento de proteção individual – EPI. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 out. 2001. Disponível em: <http://portalfat.mte.gov.br/wp-content/uploads/2016/04/NR6.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria SSST nº 08, de 23 de fevereiro de 1999. NR 5 – Comissão interna de prevenção de acidentes. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 fev. 1999. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR5.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2019.

CONTROLADORES de Carga, para que servem? [S. l.], 2017. Disponível em: <https://www.energiatotal.com.br/controladores-de-carga-para-que-servem>. Acesso em: 16 ago. 2019.

COSTA, Paulo Roberto da. **Segurança do trabalho II** – Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 2013. 101 p.: il.; 28 cm

DAMBRÓS, Ricardo. Figuras 14, 15, 21, 27, 48, 56, 57, 58, 68, 69, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 88, 90, 91, 92, 93, 100, 103, 104, 106, 109, 124, 125. *In*: LONCAROVICH, Rodrigo Francisco. **Manutenção de tratores agrícolas**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

ESPECIALISTA indica as etapas de análise de óleo lubrificante: História. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://inovacaoindustrial.com.br/etapas-de-analise-de-oleo-lubrificante/>. Acesso em: 14 ago. 2019.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 3767-1**: tractors machinery for agriculture and forestry, powered lawn and garden equipment - symbols for operator controls and other displays - Part 1: Common symbols. Geneva, 1998.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 3767-2**: tractors machinery for agriculture and forestry, powered lawn and garden equipment - symbols for operator controls and other displays - Part 2: Symbols for agricultural tractors and machinery. Geneva, 2008.

MONTEIRO, Leonardo de Almeida; ALBIERO, Daniel. **Segurança na operação com máquinas agrícolas**. Fortaleza, 2013. Disponível em: http://www.lima.ufc.br/arquivos_pdf/20160107203722.pdf. Acesso em: 16 ago. 2019.

MOTORES a combustão interna. [S. l.], 2013. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/mlaura/files/2013/01/Apostila-de-Motores-a-combust%C3%A3o-Interna.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2019.

MOUBRAY, J. **Reliability-centered maintenance**. New York: Industrial Press Inc., 1997.

NEW HOLLAND. **Manual do operador: utilização manutenção especificações**. Curitiba, 2005.

NOGUEIRA, Danilo. **Mapa de Riscos – Domine este tema tão importante em SST**. [S. l.], 2016. Disponível em: <http://ambientesst.com.br/mapa-de-riscos/>. Acesso em: 14 ago. 2019.

NR - 20: Líquidos Combustíveis e Inflamáveis. [S. l.], 2011. Disponível em: <http://blogdotrabalhoseguro.blogspot.com/2011/06/nr-20-liquidos-combustiveis-e.html>. Acesso em: 14 ago. 2019.

SENAR-AR/SP. **Manutenção de tratores agrícolas**. São Paulo: Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de São Paulo, 2010.

VALTRA. **Linha pesada BH214**. [S.n.t.]. Folheto FOPVTBH214g4/AGO2017a

VALTRA. **Manual do operador**. Tratores BH144, 154, 174, 194, 214 e 224. ed. 00., [S.I.], 2017b.

VARELLA, Carlos Alberto Alves. A fundamental lubrificação. **Revista A Granja**, 2012. Disponível em: <https://edcentaurus.com.br/agranja/edicao/758/materia/4199>. Acesso em: 14 ago. 2019.

VARELLA, Carlos Alberto Alves. **Princípios de funcionamento dos motores de combustão interna**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/IT154_motores_e_tratores/apresenta/principios%20de%20funcionamento%20dos%20motores.pdf. Acesso em: 14 ago. 2019.

VARELLA, Carlos Alberto Alves. **Sistemas auxiliares dos motores de combustão interna**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/IT154_motores_e_tratores/Aulas/sistemas_auxiliares.pdf. Acesso em: 14 ago. 2019.



SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL

Administração Regional do Estado do Paraná

Rua Marechal Deodoro, 450 - 16º andar

Fone: (41) 2106-0401 - Fax: (41) 3323-1779

80010-010 - Curitiba - Paraná

e-mail: senarpr@senarpr.org.br

www.sistemafaep.org.br



Facebook
Sistema Faep



Twitter
SistemaFAEP



Youtube
Sistema Faep



Instagram
sistema.faepe



Linkedin
sistema-faep



Flickr
SistemaFAEP