

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS DE ITAQUI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

AUGUSTO BICCA WOHLFAHRT

**MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE TRATORES AGRÍCOLAS: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

**Itaqui, RS, Brasil
2022**

AUGUSTO BICCA WOHLFAHRT

**MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE TRATORES AGRÍCOLAS: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Agronomia da
Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA),
como requisito parcial para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Dr. Eloir Missio

**Itaqui, RS, Brasil
2022**

AUGUSTO BICCA WOHLFAHRT

**MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE TRATORES AGRÍCOLAS: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Agronomia da
Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA),
como requisito parcial para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: 10 de março de 2022.
Banca examinadora:



Eloir Missio

Prof. Dr. Eloir Missio SIAPE 1567600

Orientador

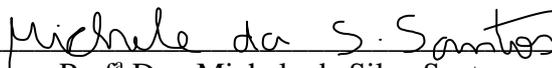
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

**Alexandre
Russini**

Assinado digitalmente por Alexandre Russini
DN: C=BR, OU=Universidade Federal do Pampa,
O=Unipampa, CN=Alexandre Russini,
E=alexandrussini@unipampa.edu.br
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização: Itaquí/RS
Data: 2022.03.18 21:05:37-03'00'
Foxit Reader Versão: 10.1.1

Prof. Dr. Alexandre Russini

Curso de Agronomia - UNIPAMPA



Prof^a Dra. Michele da Silva Santos

Curso de Agronomia - UNIPAMPA

RESUMO

MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE TRATORES AGRÍCOLAS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Autor: Augusto Bicca Wohlfahrt
Orientador: Dr. Eloir Missio
Local e data: Itaquí, 10 de março de 2022.

O presente estudo contribui com informações objetivas sobre a manutenção preventiva de tratores agrícolas, servindo como base para detalhar os procedimentos utilizados pelos operadores. Para a realização desta revisão bibliográfica, a metodologia adotada foi através de pesquisas na internet em artigos científicos, trabalhos acadêmicos e manuais do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. A partir de uma extensa busca na literatura científica, vários trabalhos sobre a manutenção preventiva de tratores agrícolas foram analisados, sendo que esta manutenção é fundamental para a diminuição de danos precoces dos componentes do trator, a prevenção da diminuição na quantidade de horas paradas e a redução de custos e prejuízos ao produtor, assim, prolongando a vida útil da máquina. Quando realizada no período certo e de forma correta, a manutenção preventiva garante uma melhor eficiência operacional. Para facilitar a realização do procedimento adequado, o manual do operador deve ser sempre consultado, pois a manutenção preventiva varia de acordo com o tipo e modelo do trator agrícola.

Palavras-chave: Agricultura; conservação; máquinas; rendimento.

RESUMEN

MANUTENCIÓN PREVENTIVA DEL TRACTORES AGRÍCOLAS: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICO

Autor: Augusto Bicca Wohlfahrt

Tutor: Dr. Eloir Missio

Lugar y fecha: Itaquí, 10 de marzo de 2022.

El presente estudio aporta información objetiva sobre el manutención preventiva de tractores agrícolas, sirviendo de base para detallar los procedimientos utilizados por los operadores. Para llevar a cabo esta revisión bibliográfica, la metodología adoptada fue a través de la investigación en internet en artículos científicos y de revisión, obras académicas y manuales del Servicio Nacional de Aprendizaje Rural. Desde una extensa búsqueda en la literatura científica, se analizaron muchos trabajos sobre manutención preventiva del tractores agrícolas, siendo que este manutención es fundamental para la reducción de daños precoces de los componentes del tractor, evitando la disminución del número de paradas y reduciendo costes y pérdidas para el productor, prolongando así la vida útil de la máquina. Cuando se realiza en el momento adecuado y de la manera adecuada, el manutención preventiva garantiza una mejor eficiencia operativa. Para facilitar la realización del procedimiento adecuado, siempre se debe consultar el manual del operador, ya que el manutención preventiva varía según el tipo y modelo del tractor agrícola.

Palabras clave: Agricultura; conservación; máquinas; rendimiento.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 DESENVOLVIMENTO.....	8
2.1 Contexto histórico da manutenção.....	8
2.2 Tratores agrícolas.....	9
2.3 Manutenção Corretiva.....	11
2.4 Manutenção Preditiva.....	11
2.5 Manutenção Preventiva.....	12
3 PROCEDIMENTOS REALIZADOS NA MANUTENÇÃO PARA DIVERSOS COMPONENTES DO TRATOR.....	14
3.1 Manual do operador.....	14
3.2 Tipos e classificações de lubrificantes para tratores agrícolas.....	14
3.3 Preparação do local para a realização das manutenções no trator.....	16
3.4 Manutenção do sistema de alimentação de ar no motor.....	16
3.5 Manutenção do sistema de alimentação de combustível do motor.....	16
3.6 Manutenção do sistema de lubrificação do motor.....	17
3.7 Manutenção do sistema de arrefecimento do motor.....	17
3.8 Manutenção do sistema elétrico.....	17
3.9 Manutenção do sistema de transmissão.....	18
3.10 Manutenção do eixo dianteiro.....	18
3.11 Manutenção do sistema de direção.....	18
3.12 Manutenção do sistema de freios.....	19
3.13 Manutenção do sistema de rodados.....	19
3.14 Manutenção da tomada de potência.....	20
3.15 Equipamento de proteção individual e descarte de resíduos.....	20
4 INTERVALOS DE MANUTENÇÕES EM TRATORES.....	20
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
REFERÊNCIAS.....	22

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, está cada vez mais árduo para os operadores realizarem certos manejos na agricultura sem o auxílio de um trator. O preparo do solo, a aplicação de insumos agrícolas, a semeadura e a colheita são operações agrícolas onde o profissional exerce um grande trabalho, e o uso do trator facilita à execução adequada das diferentes funções ou tarefas.

As máquinas agrícolas apareceram por causa da demanda por maior produção de alimentos, a redução do desgaste físico do trabalhador e para substituir a tração animal aplicada nas atividades. Além disso, a mecanização possibilita um maior ganho na produtividade e diminui a necessidade de mão-de-obra, proporcionando trabalhar com extensas áreas, alterando drasticamente a velocidade e a organização de trabalho no meio rural (GOODMAN *et al.*, 2008).

Os tratores agrícolas possuem diversos componentes e sistemas que necessitam de manutenção para prolongar a sua vida útil, garantindo o seu melhor funcionamento (PADOVAN *et al.*, 2010). A manutenção é o conjunto de operações realizadas para identificar as condições em que se encontram os tratores agrícolas, evitando possíveis problemas futuros proporcionados pelo calor, chuva, poeira, uso de fertilizantes e agrotóxicos, entre outros. Esses problemas são consequência do seu trabalho, meio ambiente e manejo diários. As operações realizadas, mesmo que simples, requerem muita atenção.

Os tratores agrícolas são de extrema importância para as atividades produtivas, porém, necessitam de manutenção para o seu funcionamento correto por longos períodos. Logo depois de sua fabricação, as máquinas começam a passar pelo processo de deterioração. Para amenizar a intensidade com que este processo de desgaste ocorre, é necessário realizar a manutenção preventiva de forma correta no trator (MORO; AURAS, 2007).

Os custos com a manutenção de tratores agrícolas constituem os mais elevados itens das despesas operacionais, o que pode se destacar pelo uso do trator em diversas situações, o que resulta em maior acúmulo de horas de trabalho. No gerenciamento do sistema mecanizado, o responsável técnico deve estar atento à manutenção preventiva, a qual previne erros e falhas não esperados, com a antecipação do possível problema. Isso possibilita planejar uma melhor estratégia para realização da sua manutenção, sem interromper as operações de trabalho e preservando a qualidade de seu trator, através de ajustes de lubrificação, abastecimento, alojamento, revisões e limpeza (SILVA NETO, 2014).

O objetivo deste trabalho é realizar uma pesquisa sobre a manutenção preventiva de tratores agrícolas, para exaltar que a prática da manutenção é fundamental na diminuição de

danos precoces dos componentes do trator, na prevenção da diminuição na quantidade de horas paradas e na redução de custos e prejuízos ao produtor, com a meta de prolongar a vida útil da máquina.

A partir de extensa busca na literatura científica, o presente estudo tem como metodologia encontrar informações acerca da realização da manutenção preventiva em tratores agrícolas, através da pesquisa no google acadêmico pelas palavras-chave: manutenção preventiva, trator agrícola, conservação e rendimento. As publicações foram analisadas e as presentes nesta revisão foram aquelas que detalharam os procedimentos de manutenção utilizados pelos operadores.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Contexto histórico da manutenção

Para entender como a manutenção se desenvolveu com o passar do tempo, é de suma importância conhecer a história desde o início. Segundo Branco Filho (2008), antes da revolução industrial, o processo de produção era manufatureiro, ou seja, a produção era manual e o trabalhador realizava seu trabalho por meio de sua capacidade artesanal, através de uma pequena produção que passava de pai para filho. O desenvolvimento tinha como principais características a produção realizada por encomendas, em pequena escala e de modo artesanal, sendo que o trabalho realizado era vistoriado por diversas pessoas, a fim de que não houvesse nenhum tipo de problema.

Com o começo da Revolução Industrial no final do século XVIII, as máquinas foram as grandes responsáveis pela produção. Assim, a população percebeu a sua força e capacidade de produzir bens de consumo, através do manejo da máquina. Dessa forma, podemos observar que o planejamento e o controle da manutenção são fundamentais para o crescimento da empresa, pois permitem alcançar melhores resultados para a companhia (VIANA, 2002).

Na Revolução Industrial, a manutenção surgiu através de simples reparos nas fábricas, devido aos problemas de disponibilidade de energia para o acionamento das máquinas. A energia provida de uma unidade de força central por meio de eixos e polias movimentava as máquinas. Entende-se que esta unidade era movida pelo vento, ou através de rodas d'água. Sendo que mais tarde foram utilizadas unidades a vapor. Nesta etapa do processo, não existia equipes para realizar a manutenção dos equipamentos, sendo que os reparos eram realizados

através da troca de peças gastas, a fim de evitar os desgastes a curto prazo (BRANCO FILHO, 2008).

A produtividade das indústrias e a qualidade dos produtos estão relacionados com a manutenção dos equipamentos de produção. Novos métodos adaptados à natureza dos materiais representam um desafio para as indústrias (MONCHY, 1989).

Os primeiros profissionais de manutenção que trabalhavam na produção, surgiram após o início da mecanização. De 1950 até 1960, em relação a necessidade de assegurar o funcionamento de uma máquina, foi formado um grupo de pessoas especializadas que realizava estudos sobre a confiabilidade de um equipamento. Atualmente, estes profissionais seriam identificados como mecânico e lubrificador (BRANCO FILHO, 2008).

No início, a manutenção tinha o objetivo de consertar o que havia danificado. Atualmente, essa visão evoluiu para prolongar a vida útil do equipamento, melhorando todos os setores da empresa. Neste sentido, a manutenção tem como função assegurar o melhor funcionamento dos equipamentos e instalações, diminuindo os riscos nos processos de produção, e garantindo a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e redução de custos. Na pequena e média empresa, a manutenção deveria ser analisada como um investimento, pois busca manter um bem em funcionamento, e também, mantém a organização do processo produtivo (PADOVAN *et al.*, 2010; SILVA NETO, 2014).

2.2 Tratores agrícolas

No início, os tratores agrícolas eram movidos a vapor, mas em questão de pouco tempo, evoluíram funcionando a gasolina, conforme o modelo projetado por Froelich em 1892 e o modelo projetado por Ford em 1917. Entre as décadas de 1920 e 1940, apareceram novos modelos de tratores de fabricantes novos, lançando novas tecnologias e motores movidos a diesel. Com o passar do tempo, os modelos dos tratores foram aperfeiçoados e a mecanização começou a ser utilizada nos processos de colheita (VIAN *et al.*, 2013).

A utilização do recurso da mecanização agrícola proporcionou algumas vantagens como: a alta produção de alimentos (por causa da otimização do tempo empregado na atividade), a redução de mão-de-obra, a diminuição de custos de produção, a maior produtividade sem a expansão da área cultivada, uma grande economia de recursos com um melhor resultado no controle de qualidade da operação e do produto. Porém, a mecanização agrícola também possui algumas desvantagens como: a compactação do solo, a necessidade de

mão-de-obra especializada para operação e manutenção, o alto investimento de implementação, e as despesas com filtros, pneus, lubrificantes e combustíveis (MAGRO; CAVICHIOLI, 2018).

Com relação ao processo de produção, os custos são separados em fixos e variáveis. A depreciação, os juros, o alojamento e o seguro são referentes aos custos fixos, os quais não dependem da utilização dos equipamentos e maquinários. Entretanto, os custos variáveis dependem diretamente de consumo, como por exemplo: lubrificantes, combustíveis, manutenções e salário do operador (PACHECO, 2000). Segundo Marion (2014), a administração de custos relacionados com a manutenção, correspondem aos gastos com investimentos, com a manutenção corretiva, preventiva, preditiva, e também, com treinamentos específicos.

Segundo Theiss (2004), a manutenção é responsável por proporcionar um ótimo desempenho de trabalho de todos os mecanismos, de diversas máquinas e equipamentos. A manutenção ajuda o funcionário na sua rotina de trabalho, possibilitando o funcionamento correto dos equipamentos, o que gera uma maior produtividade e o cumprimento dos trabalhos que foram propostos em determinado tempo.

O número de operadores aptos e capacitados para cumprir adequadamente as tarefas no manuseio com os tratores ainda é reduzido. O operador leigo pode desempenhar suas funções de forma insatisfatória, por isso é sugerida a capacitação profissional para atender às demandas e exigências do mercado e das normas de segurança no trabalho. Para a execução de uma tarefa, o profissional precisa operar corretamente a máquina e utilizar todos os recursos disponíveis do equipamento agrícola acoplado ao trator (SENAR, 2011).

A capacitação profissional promove e incentiva o operador a aumentar sua disposição ao trabalho, almejando sua realização e conscientização profissional, para atender às necessidades do mercado e garantir os cuidados necessários à manutenção e à conservação da máquina. Os profissionais da área procuram elevar o valor da manutenção nas empresas, pois a evolução da mesma necessita de profissionais mais capacitados e qualificados para trabalhar com o sistema informatizado (SENAR, 2011).

Para um funcionamento normal e contínuo dos motores e máquinas, alguns cuidados técnicos são indispensáveis para a realização da atividade de manutenção, prolongando a conservação ou permanência da máquina em pleno funcionamento, e também impedindo a sua desvalorização natural. Por isso, é importante deixar esse recurso à disposição do cliente, sendo uma excelente forma de reduzir custos (MARTINS; ALT, 2006).

As maneiras como as intervenções nas máquinas são realizadas caracteriza os diferentes tipos de manutenções existentes, os quais são manutenção corretiva, manutenção preditiva e manutenção preventiva, descritas a seguir.

2.3 Manutenção Corretiva

A manutenção mecânica teve início com a manutenção corretiva que representa uma forma simples e primária de recuperação dos equipamentos, e também consiste na forma mais cara de manutenção tendo em vista todo o sistema (SANTOS, 2009). Essa manutenção tem por objetivo principal a realização de reparos que sejam necessários nas máquinas (RUSSINI *et al.*, 2011).

Atualmente, essa manutenção ainda prevalece, através de procedimentos utilizados em um equipamento que não esteja funcionando ou parcialmente danificado, com o objetivo de retornar ao trabalho o quanto antes e com o menor gasto possível (MORO; AURAS, 2007). Neste sentido, é importante que o problema seja resolvido pela assistência técnica mais próxima (RUSSINI *et al.*, 2011).

Considerando as perdas na produção e uma maior extensão dos danos aos equipamentos, a manutenção corretiva gera custos mais elevados. Consiste em uma manutenção não planejada que ocorre de maneira aleatória, de reação, na qual ocorre a correção da falha ou do baixo desempenho, podendo ser desde a troca de um simples parafuso de fixação quebrado até a substituição de um sistema elétrico danificado (MORO; AURAS, 2007).

Os consertos das partes que sofreram a falha estão entre reparos, alinhamentos, balanceamentos, substituição de peças ou substituição do próprio equipamento. Como vantagem, essa manutenção não exige acompanhamento e inspeção nas máquinas; porém, as desvantagens levam à possibilidade de quebrar o equipamento durante o horário de produção, havendo a necessidade de se trabalhar com estoque, pois as empresas precisam utilizar máquinas de reservas ou os serviços serão interrompidos (GUEDIN, 2005).

2.4 Manutenção Preditiva

Visando à diminuição dos custos da manutenção de tratores e outras máquinas, a manutenção preditiva é utilizada por empresas e proprietários rurais com nível tecnológico mais avançado. Consiste em critérios de manutenção ou troca de componentes em sistemas de

monitoramento por análises de óleos (qualidade e alterações químicas) e desgaste ou alterações de dimensões de componentes (SENAR, 2011).

Esse tipo de manutenção está associado à predição da ocorrência de uma falha na máquina, sendo fundamental a disponibilidade do equipamento quando não está ocorrendo a manutenção, pois a análise ocorre com o aparelho ligado (BECHTOLD, 2010). Através do monitoramento e da observação frequente das condições, ocorre o controle do funcionamento de um equipamento (MORO; AURAS, 2007).

Indica as condições reais de funcionamento das máquinas que podem ocorrer no desempenho normal do equipamento, através de dados que informam o desgaste ou o processo de degradação das máquinas, dos equipamentos e de seus componentes, tornando a operação mais segura e econômica (MORO; AURAS, 2007; SANTOS, 2010). Essa manutenção permite a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível, com o objetivo de prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas, mediante o acompanhamento e o monitoramento de parâmetros diversos, com o uso de equipamentos e instrumentação adequada (ALMEIDA, 2007; SANTOS, 2010).

2.5 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva ou periódica está relacionada com a manutenção diária, sendo executada pelo profissional no começo da jornada de trabalho, com o objetivo de evitar ou reduzir uma possível falha ou dano permanente de algum equipamento do trator. Além da diária, essa manutenção pode ser realizada por alguns produtores semanalmente, mensalmente, semestralmente e anualmente, em períodos regulares. Torna-se importante para que a vida útil do trator seja equivalente a projetada pelo fabricante, isto é, relacionada com a quantidade de horas de trabalho da máquina (RUSSINI *et al.*, 2011).

A programação de produção é importante para a indústria, sendo que parar de produzir para realizar uma manutenção gera vários problemas, como atrasos no cronograma de fabricação, máquina indisponível e a elevação dos custos. Por isso, torna-se importante o planejamento e a programação da manutenção. A realização de paradas apenas quando há uma programação predefinida consiste na principal função da manutenção preventiva, a qual apresenta um parâmetro todo organizado, seguindo um padrão estabelecido anteriormente (MORO; AURAS, 2007).

De acordo com critérios prescritos e destinados a reduzir a chance de falhas, a manutenção preventiva é realizada num determinado intervalo ou assegurando o equilíbrio

necessário ao bom andamento das atividades. Consiste em procedimentos, ações, atividades ou diretrizes que podem, ou não, ser utilizados para se evitar ou diminuir as necessidades de manutenção corretiva (SANTOS, 2009).

A manutenção preventiva compreende conceitos como: planejamento, programação, controle, organização e administração. Consiste no trabalho de prevenção, possibilitando a redução da parada e o aumento do rendimento dos equipamentos em funcionamento. Sendo assim, é executada através da análise estatística a respeito do estado do equipamento, do local das instalações, das condições elétricas e das orientações do fabricante (SANTOS, 2009).

É importante observar a colaboração da manutenção preventiva com a empresa na redução de custos, na qualidade dos produtos, no aumento da produção e da vida útil dos equipamentos, na diminuição dos danos causados ao meio ambiente e dos acidentes de trabalho (MORO; AURAS, 2007).

A busca pelo pleno desenvolvimento dos equipamentos, a segurança, o cuidado com o meio ambiente, a minimização de imprevistos, custos e transtornos nos objetivos estabelecidos pela empresa, tudo isso, define uma manutenção preventiva. Assim, o padrão ideal de qualidade prevê as possíveis falhas e interrupções no sistema e na produção (SILVA NETO, 2014).

As principais vantagens de uma manutenção preventiva são a realização de paradas programadas, a maior vida útil do equipamento, o melhor preço no caso de uma troca de equipamento, a melhor qualidade do produto final e uma diminuição de horas extras no quadro dos funcionários. Por outro lado, encontram-se desvantagens relacionadas ao maior número de funcionários no setor de manutenção, o que gera um maior custo na folha de pagamento e a possibilidade de ocorrer erros no decorrer das intervenções. Apesar disso, as vantagens trazem mais benefícios, principalmente no que se refere-se ao gasto anual com manutenção (MORO; AURAS, 2007).

As fases iniciais de desenvolvimento da manutenção preventiva são: a identificação do equipamento que fará a instalação da manutenção preventiva, a realização de levantamento e cadastro dos equipamentos referente aos custos, as estimativas de tempo de paradas de diferentes tipos de manutenções, a elaboração de um manual de procedimentos para a realização da manutenção, a listagem dos recursos humanos e dos materiais indispensáveis, a apresentação dos planos para a diretoria e o treinamento correto da equipe de manutenção (MORO; AURAS, 2007).

A execução das fases dessa implementação exige um árduo trabalho, antes, durante e depois do processo, através da correção dos problemas, evitando todas as possíveis falhas antes mesmo de ter acontecido. Esse procedimento proporciona a utilização diária do trator, pois evita

as paradas indesejáveis, os gastos dos componentes da máquina e possíveis avarias. Essa manutenção também necessita de um treinamento especial dos operadores e da análise detalhada do histórico da máquina em questão (CARPES *et al.*, 2020; SILVA NETO, 2014).

Através de formulários e mapas preenchidos manualmente ou por meio de um sistema automatizado, pode-se controlar a manutenção preventiva. O armazenamento dos dados em um sistema informatizado é fundamental para melhorar a logística da informação, facilitando as consultas (MORO; AURAS, 2007).

De acordo com o sistema informatizado, a manutenção preventiva permite agilizar as tomadas de decisão sobre a troca de óleos e filtros do motor, a verificação do sistema hidráulico e de transmissão, a troca ou limpeza do filtro do sistema de alimentação de ar, a checagem do aperto de rodas e o ajuste da regulagem de freios e embreagem. (MORO; AURAS, 2007; RUSSINI *et al.*, 2011). Para uma melhor eficiência operacional, o manual do operador deve ser sempre consultado, pois a manutenção muda conforme a marca e o modelo do trator (RUSSINI *et al.*, 2011).

3. PROCEDIMENTOS REALIZADOS NA MANUTENÇÃO PARA DIVERSOS COMPONENTES DO TRATOR

Baseado no manual do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR, 2011), segue abaixo relacionados, um conjunto de manutenção agrupado por sistemas de funcionamento do trator. Devem ser observadas, as diferenças entre as marcas e modelos dos tratores agrícolas.

3.1 Manual do operador

Apresenta especificações técnicas, a descrição do trator, os cuidados de segurança e adequação no trabalho e informações sobre a manutenção do trator. O manual do fabricante depende da marca e do modelo do trator agrícola e determina os períodos de manutenção (SENAR, 2011).

3.2 Tipos e classificações de lubrificantes para tratores agrícolas

Importante na limpeza dos componentes em movimento e no controle de temperatura, os lubrificantes possuem a função de agir reduzindo o atrito, os ruídos e o desgaste dos

componentes em movimento, reduzem o aquecimento dos componentes em contato e do efeito de corrosão, promovem a vedação dos compartimentos e o amortecimento de choques (SENAR, 2011).

Os tipos de lubrificantes se apresentam na forma pastosa, sólida, gasosa e a líquida, que é a mais utilizada. No Brasil, as classificações mais utilizadas para lubrificantes são: SAE (Sociedade dos Engenheiros Automotivos), API (Instituto Americano do Petróleo) e NLGI (Instituto Nacional de Graxas Lubrificantes) (SENAR, 2011).

A classificação SAE está relacionada com a viscosidade, a qual é a resistência que o fluido apresenta ao escoar sob uma temperatura e pressão determinada. Podem ser divididos em monoviscoso ou monograu e multiviscoso ou multigrau. A qualidade dos óleos lubrificantes varia conforme o nível de aditivação que ganha, sendo que os multiviscosos são mais aditivados e completos que os monoviscosos (SENAR, 2011).

Para o óleo monoviscoso, a viscosidade é representada pela sigla SAE seguida por um número, quanto maior for esse número, maior será a viscosidade. Como exemplo: SAE 80 e SAE 90 (SENAR, 2011).

Existem óleos especiais para trabalhos a baixa temperatura que podem ser usados em clima tropical (representado pela letra “W” = winter, que significa inverno). Já nos óleos multiviscosos, esses são representados pela sigla SAE seguida de dois números, sendo o primeiro acompanhado pela letra W, indicando o intervalo de viscosidade, como exemplo: 15W-40 que é utilizado para motores à diesel (SENAR, 2011).

Indicando o grau de qualidade e onde o óleo lubrificante será utilizado, temos a classificação API, em que são estabelecidas categorias de serviços e lubrificação para motores de ciclo Diesel (óleo diesel, biodiesel, etc.) e para transmissões. Para motores de ciclo Diesel, é designada a letra “C” (“compression” = compressão), enquanto que a segunda letra indica o grau de qualidade e evolução do óleo. E nas transmissões, é designada a letra GL (gear lubricant = lubrificante para engrenagens), seguida de um número, que considera o tipo de serviço em que o óleo será utilizado (SENAR, 2011).

Conforme a consistência e o tipo de sabão, temos a classificação NLGI para graxas. Essas são classificadas em: 000, 00, 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Quanto maior o número, mais consistente é a graxa. Considerando o tipo de sabão, podem ser à base de cálcio, de sódio, de lítio, entre outras. Para exemplificar, a graxa lubrificante à base de sabão de lítio, conforme a classificação NLGI-2, é a mais recomendada para uso agrícola, pois é resistente à umidade, poeira, variações de temperatura e altas rotações (SENAR, 2011).

3.3 Preparação do local para a realização das manutenções no trator

O local para execução da manutenção deve ter as condições mínimas necessárias para a realização das tarefas, não proporcionando riscos aos equipamentos, ao ambiente e que tenha segurança e conforto na execução do trabalho. Este local deve possuir as ferramentas apropriadas, uma bancada para auxiliar no trabalho, lixeiras, vasilhames corretos para conter os óleos e solventes e peças para substituição (SENAR, 2011).

3.4 Manutenção do sistema de alimentação de ar no motor

Esse processo é importante para que o ar admitido no cilindro possua qualidade e quantidade adequadas. A qualidade pode ser alcançada em função do nível de filtragem realizado pelos elementos filtrantes (SENAR, 2011).

Para evitar o desgaste prematuro dos componentes do motor, a filtragem de ar do motor tem a função de separar as partículas e pós ou outros abrasivos que se encontram no ar. Nos tratores agrícolas, possuem três modelos como: o sistema de filtragem de ar a banho de óleo, o sistema de filtragem de ar a seco ou de papel e o sistema de filtragem de ar conjugado ou misto (SENAR, 2011).

A manutenção do sistema de alimentação de ar no motor deve ser realizada quando o sinalizador de restrição localizado no painel de instrumentos indicar. Este sistema é composto por filtro primário e secundário. Quando o sinalizador acionar, deve ser realizada a limpeza do filtro primário, até o limite de cinco limpezas. A troca do filtro de ar primário e secundário é recomendada quando alcançar, em torno de, mil horas de trabalho (RUSSINI *et al.*, 2011).

3.5 Manutenção do sistema de alimentação de combustível do motor

Para um bom funcionamento do motor do trator, deve-se realizar a limpeza do sedimentador de combustível que é composto de filtro e pré-filtro, os quais removem os contaminantes como água e impurezas. Recomenda-se a drenagem da água e a limpeza das impurezas diariamente. Para realizar a troca do elemento filtrante, deve-se seguir as recomendações do manual do operador (CARPES *et al.*, 2020).

3.6 Manutenção do sistema de lubrificação do motor

Essa ação promove a interposição de lubrificante entre as duas superfícies, diminuindo o atrito e os choques, proporcionando a circulação do óleo nos pontos onde ocorre atrito e calor. Esse procedimento auxilia a controlar o desgaste e a temperatura, pois também promove a limpeza das partes lubrificadas como os resíduos e as partículas metálicas, além disso, o óleo lubrificante veda o espaço entre a parede do cilindro e os anéis de segmento do pistão (SENAR, 2011).

3.7 Manutenção do sistema de arrefecimento do motor

Deve-se observar diariamente o nível de fluido do sistema de arrefecimento é completar quando necessário. É importante realizar a limpeza sempre que ocorrer o acúmulo de impurezas nas colmeias e aletas dos radiadores sempre que impedem a troca de calor (CARPES *et al.*, 2020).

A limpeza pode ser realizada através de um compressor de ar comprimido ou jato de água, sendo utilizado de modo inverso ao fluxo de ar. Esse processo ajuda a manter as entradas de ar do capô de fechamento do motor livres de impurezas. Conforme as marcas e modelos das máquinas agrícolas, variam as funções, o número e a conformação dos radiadores (CARPES *et al.*, 2020).

3.8 Manutenção do sistema elétrico

Em tratores mais antigos, o sistema elétrico está relacionado a partida do motor, acendimento de luzes e medidores do painel. Devido à alta tecnologia, os tratores modernos possuem acionadores de tração auxiliar, tomada de potência, variadores de torque, controladores, dentre outros, além de dar suporte para sistemas automatizados de monitoramento da máquina e utilizado na agricultura de precisão (SENAR, 2011).

O operador deve estar alerta quanto às manutenções exigidas e especificadas no manual do fabricante. Devido ao sistema eletrônico, muitas vezes podem ser requeridas ferramentas eletrônicas de difícil acesso na propriedade. Sendo assim, é essencial contar com uma empresa de manutenção equipada para a realização de reparos de forma correta (GIMENEZ *et al.*, 2020).

3.9 Manutenção do sistema de transmissão

A transmissão possui eixos e engrenagens e tem a função de transferir o movimento do motor para as rodas, sendo que as condições da transmissão são corretamente analisadas por meio de instrumentos específicos. Deve-se cuidar a contaminação do óleo que acontece pela entrada de impurezas pelo respiro. Recomenda-se que a transmissão esteja na temperatura de operação para realizar a troca do óleo, facilitando o seu escoamento (GIMENEZ *et al.*, 2020).

Esse sistema tem características estruturais parecidas, mas com diferenças em relação à lubrificação do câmbio, do diferencial e dos redutores. De acordo com a marca e o modelo do trator, os componentes podem ou não pertencer ao mesmo reservatório de óleo, por isso, deve-se consultar o manual do operador para garantir a correta manutenção (SENAR, 2011).

3.10 Manutenção do eixo dianteiro

Os componentes do eixo dianteiro do trator simples (trator 4x2) são: o eixo oscilante, a barra telescópica, a manga de eixo, a ponta de eixo, o cubo, o rodado (roda e pneu), o pino do eixo (pino da balança), os parafusos de fixação e os pinos graxeiros. Para realizar a manutenção do eixo dianteiro, deve-se fazer uma verificação bem detalhada da parte externa do rodado, verificando a folga dos rolamentos dos cubos e reajustando se for o caso (SENAR, 2011).

Identificam-se os componentes do eixo dianteiro do trator traçado (trator 4x2 TDA) como: o diferencial, a articulação do redutor, a junta universal (cruzeta), o redutor dianteiro (cubo epicíclico), o rodado (roda e pneu), o pino do eixo (pino da balança), os parafusos de fixação e os pinos graxeiros. Para uma manutenção correta, primeiramente, deve-se colocar o trator em um local plano e verificar o nível de óleo dos redutores dianteiro e do diferencial dianteiro. Para a realização da troca do óleo e obedecendo o intervalo e as especificações do óleo correto, deve-se utilizar o manual do operador (SENAR, 2011).

3.11 Manutenção do sistema de direção

A realização da manutenção do sistema de direção é conforme o acionamento desse sistema, mecânico ou hidráulico, e do tipo do trator (4x2 ou 4x2 TDA). Para manter o sistema em boas condições, deve-se conferir a convergência das rodas dianteiras, as folgas de pinos e terminais e a correta lubrificação do sistema (SENAR, 2011).

O sistema de direção de acionamento mecânico (trator 4x2) é composto pelo volante, pela coluna de direção, pela caixa de direção, pelos braços da barra de direção, pelas barras de direção longitudinal e transversal, pelos terminais de direção e pelos pinos mestres das mangas de eixo. Já no sistema de acionamento hidráulico (trator 4x2 TDA), os componentes são: o volante, a coluna de direção, a unidade hidrostática, o pistão hidráulico, as barras de direção transversal, os terminais de direção, o reservatório de óleo, a bomba hidráulica e os filtros de sucção e de pressão (SENAR, 2011).

Para realizar a manutenção da caixa de direção, deve-se verificar o nível e a troca do óleo; porém, alguns fabricantes não recomendam essa troca se o sistema não sofreu nenhum tipo de desgaste ou contaminação. Na manutenção dos componentes da direção de acionamento hidráulico, o sistema pode ou não ser conjugado com o sistema hidráulico de engate de três pontos (SENAR, 2011).

No sistema conjugado, a manutenção é a mesma do sistema hidráulico do trator; entretanto, o sistema é específico do não conjugado, sendo que a manutenção se aplica na verificação do nível de óleo, na limpeza ou troca do óleo e do filtro de sucção e pressão. Para ambos os sistemas, deve-se consultar o manual do operador para verificar o tipo de óleo e o intervalo de troca (SENAR, 2011).

3.12 Manutenção do sistema de freios

O acionamento do sistema de freios pode ser de duas maneiras, mecânico ou hidráulico. A estrutura do sistema mecânico tem como mecanismo os pedais, os varões, as conexões e os parafusos de ajuste. Já no sistema hidráulico, há componentes que são dispositivos hidráulicos ativados pelos pedais que acionam os mecanismos de frenagem, através da injeção de fluídos em tubulação e cilindro. Para a manutenção do sistema de freios, deve-se regular a folga dos pedais do freio que acionam o sistema mecânico ou hidráulico, verificar o nível de óleo do reservatório de fluido para o sistema de freio de acionamento hidráulico, e também, realizar o teste simultâneo dos freios após a sua regulagem (SENAR, 2011).

3.13 Manutenção do sistema de rodados

Os componentes do sistema de rodados são pneu de borracha e roda metálica, sendo que a roda é dividida em aro e disco. Faz parte da manutenção desse sistema, a calibragem da pressão dos pneus, a qual influencia na durabilidade e na aderência ao solo, e também, o

reaperto dos parafusos de fixação do aro e do disco. Assim, a calibragem e o reaperto devem ser executados conforme a recomendação do fabricante para ocorrer o máximo de aproveitamento (SENAR, 2011).

3.14 Manutenção da tomada de potência

A tomada de potência (TDP) é caracterizada por utilizar a potência criada pelo motor do trator para produzir trabalho. Os componentes do sistema são: a capa de proteção, o eixo da TDP, o seletor de giros (quando for o caso), a alavanca de acionamento, a alavanca de emergência do botão e a embreagem de acionamento mecânica e hidráulica. A manutenção desse sistema se refere à verificação de vazamentos, às condições dos cabos, às alavancas e aos controles (SENAR, 2011).

3.15 Equipamento de proteção individual e descarte de resíduos

Com relação aos operários, deve-se ter cuidado ao manusear solventes, graxas e óleos, pois o contato destes produtos com a pele pode ocasionar intoxicações leves e outros problemas de saúde. Devem ser utilizados os equipamentos de proteção individual adequados, como as luvas resistentes à penetração de agentes abrasivos e escoriantes, os cremes de proteção para os membros superiores contra agentes químicos, os óculos para proteção dos olhos contra impactos de partículas volantes, o macacão ou jaleco e os calçados para a proteção dos pés contra quedas de objetos, agentes abrasivos, escoriantes, cortantes e perfurantes (BRASIL, 1978).

Deve ser realizado corretamente pelo produtor ou importador, a coleta e o descarte dos óleos lubrificantes, filtros e óleo diesel. Ao descartar os óleos, faça-o em local apropriado, evitando contaminar o meio ambiente. Os óleos lubrificantes e os filtros usados devem ser estocados em vasilhames com tampa, para serem enviados para a reciclagem. A empresa coletora será contratada pelo produtor ou importador (BRASIL, 2005).

4 INTERVALOS DE MANUTENÇÕES EM TRATORES

É importante observar a variação de intervalos entre as manutenções para os diversos componentes dos tratores agrícolas, dividida entre as operações diárias, por semana, depois de centenas de horas e após milhares de horas de trabalho da máquina, observada na Tabela 1.

Todos os procedimentos variam de acordo com a marca e o modelo do trator (GIMENEZ *et al.*, 2020).

Tabela 1- Intervalos de manutenções em tratores

Intervalo	Manutenção
Diário	Limpeza de filtros Verificação de nível da água no sistema de arrefecimento Eliminação de água do sistema de alimentação de combustível Verificação sistema de arrefecimento
Semanal	Reaperto dos rodados Lubrificação em pinos graxeiros Checagem e ajuste de correias Checagem do nível de óleo do motor Limpeza geral
Centenas de horas	Troca do óleo do sistema hidráulico Troca do óleo do motor Substituição de filtro de combustível e de óleo lubrificante
Milhares de horas	Trocas de óleo e componentes da transmissão

Fonte: GIMENEZ *et al.*, (2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A manutenção preventiva visa à conservação do trator, sendo essencial para garantir a diminuição de danos precoces dos componentes da máquina agrícola, a prevenção da diminuição na quantidade de horas paradas e a redução de custos e prejuízos ao produtor, assim, prolongando a vida útil da máquina. Quando realizada no período certo e de forma correta, essa manutenção garante uma melhor eficiência operacional. O manual do operador deve ser sempre consultado, pois a manutenção preventiva varia de acordo com o tipo e modelo do trator agrícola.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Márcio Tadeu de. **Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade**. Minas Gerais: Indústria em Foco, 2007.

BECHTOLD, Maurício José. **Manutenção Mecânica**. Florianópolis: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, 2010.

BRANCO FILHO, Gil. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

BRASIL. **Portaria n. 3.214**, de 8 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Brasília, 8 jun. 1978. Disponível em: <http://www.ctpconsultoria.com.br/pdf/Portaria-3214-de-08-06-1978.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2022.

BRASIL. **Resolução CONAMA n. 362**, de 23 de junho de 2005. Dispõe sobre as regras de recolhimento, coleta e destinação final do óleo lubrificante usado ou contaminado. Brasília, 23 jun. 2005. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=102246>. Acesso em: 10 mar. 2022.

BUENO, Magno da Silva *et al.* Manutenção preventiva: um estudo de caso em uma revendedora de maquinários agrícolas da região dos Campos Gerais. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 1., 2011, Paraná. **Anuais**. Ponta Grossa: INEC, 2011. p.5.

CARPES, Dauto *et al.* Importância da manutenção regular em tratores e máquinas. **Revista Cultivar**, jul. 2020.

GIMENEZ, Leandro Maria *et al.* Manutenção de tratores. **Revista Cultivar**, jun. 2020.

GOODMAN, David; SORJ, Bernardo; WILKINSON, John. **Da lavoura às biotecnologias: agricultura e indústria no sistema internacional**. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2008. 204 p.

GUEDIN, Valmir Schneider. **Manutenção preventiva em indústria de ração para nutrição animal: um estudo de caso**. Maringá: Universidade Estadual do Paraná Centro de Tecnologia Departamento de Informática, 2005.

MAGRO, Tais Vieira; CAVICHIOLI, Fabio Alexandre. Uso de implementos agrícolas. **Simpósio de Tecnologia da Fatec Taquaritinga**, v. 4, n. 1, p. 13-14, maio 2018.

Manutenção de tratores agrícolas. Brasília: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), 2011.

MARION, José Carlos. **Contabilidade rural: contabilidade agrícola, contabilidade da pecuária e imposto de renda**. São Paulo: Atlas, 2014.

MARTINS, Petrônio Garcia; ALT, Paulo Renato Campos. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. São Paulo: Saraiva, 2006.

MONCHY, Francois. **A Função Manutenção, Formação para a Gerência da Manutenção Industrial**. São Paulo: Durban, 1989.

MORO, Norberto; AURAS, André Paegle. **Introdução à gestão da manutenção**. Florianópolis: Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina, 2007.

PACHECO, Edson Patto. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas**. Rio Branco: Embrapa, 2000.

PADOVAN, Luiz Atílio; ANJOS, Hermes Souza dos; LORENSETTI NETTO, Júlio. **Manutenção de tratores agrícolas**. São Paulo: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, 2010. 76p.

RUSSINI, Alexandre *et al.* Fundamentais zelos com as máquinas. **Revista A Granja**, v. 746, p. 44-46, fev. 2011.

SANTOS, Mário José Marques Ferreira dos. **Gestão de manutenção do equipamento**. Orientador: António Aguiar Vieira; Fernando Ferraz. 2009. 69 f. Tese (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Curso de Engenharia Mecânica, Portugal, 2009.

SANTOS, Valdir Aparecido dos. **Prontuário para a manutenção mecânica**. São Paulo: Ícone, 2010.

SILVA NETO, Ulysses Antonio da. **A qualidade da manutenção: estudo de caso em tratores Jhon Deere**. Orientador: Diogo Batista Fernandes. 2014. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Mecânica) - Universidade de Rio Verde, Curso de Engenharia Mecânica, Goiás, 2014.

THEISS, Roger. **Protótipo de um sistema de manutenção preventiva**. Orientador: Fábio Alexandrini. 2004. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Sistemas de Informação) - Universidade para o desenvolvimento do Vale do Alto Vale do Itajaí, Curso de Sistemas de Informação, Santa Catarina, 2004.

VIAN, Carlos Eduardo de Freitas *et al.* Origens, evolução e tendências da indústria de máquinas agrícolas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 4, p. 719-744, out./dez. 2013.

VIANA, Hebert Ricardo Garcia. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.