VANTAGENS E APLICAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM MÁQUINAS AGRÍCOLAS

Danilo da Silva Serra, Ilson Costa Silva Filho, Tulio Petros Rodrigues de Macedo
Danilosilvaserra25@gmail.com
ilsoncosta17@gmail.com
tuliomacedo.1001@aluno.una.br

Professora orientador: Wenderson de Oliveira Souza

Coordenação de curso de Engenharia Mecânica: Janaina Martins Gouveia

RESUMO

O presente trabalho tem como tema as vantagens da manutenção preventiva em máquinas agrícolas. Para o desenvolvimento desta pesquisa adotou-se a metodologia de revisão bibliográfica, sendo esta baseada em livros, revistas e artigos que abordem sobre o tema e que pudessem contribuir para o desenvolvimento da pesquisa. Assim, o objetivo geral desta pesquisa busca abordar quais as vantagens da manutenção preventiva em máquinas agrícolas. Os objetivos específicos buscam apresentar o que é o agronegócio no Brasil, destacar os conceitos sobre manutenção, abordar os tipos de manutenção, abordar o que é a manutenção preventiva e por fim, destacar a manutenção preventiva em máquinas agrícolas, destacando as vantagens e formas de aplicação. Finalizando, esta pesquisa deixa o tema em aberto propondo que no futuro se realize uma nova pesquisa com a finalidade de contextualizar o que aqui foi apresentado. Juntamente com esta nova pesquisa de contextualização, sugere-se a realização de um estudo de caso.

Palavras-chave: Manutenção preventiva; Máquinas agrícolas; Vantagens.

ABSTRACT

The work has as its theme the advantages of preventive maintenance in agricultural machinery. For the development of this review, the research methodology, journals and articles that address the topic were used, which can contribute to the development of the research. Thus, the general objective of this research aims to address the advantages of preventive maintenance in agricultural machinery. The specific objectives of individuals seek what is agribusiness in Brazil, highlight the concepts of maintenance, address the maintenance of preventive machines and finally, highlight the maintenance of agricultural machines, highlighting the advantages and forms of maintenance of application machines. Finally, this research leaves the topic open, proposing that in the future a new one is carried out in order to contextualize what has been presented here. Along with this new contextualization research, a case study is suggested.

Keywords: Preventive maintenance; Agricultural machinery; Benefits.

1. INTRODUÇÃO

A indústria agrícola tem a missão de manter o mundo alimentado. Desde a hibridização de plantas e animais até a engenharia de novas terras aráveis sendo irrigação (e até mesmo a recuperação de terras do mar), os agricultores nunca pararam de procurar novos métodos para aumentar a produção de alimentos. Mais produção significa mais nutrição e mais variedade de alimentos, mantendo os preços dos alimentos o mais baixo possível (WOHLFAHRT, 2022).

Hoje, os avanços em equipamentos agrícolas tendem a se concentrar em equipamentos mecanizados melhores e mais eficientes. Mesmo antes das máquinas motorizadas, no entanto, as inovações em equipamentos desempenharam um papel importante no desenvolvimento histórico da agricultura (MEYER, 2015).

Assim, para garantir um bom desempenho e conservação das máquinas, é necessário fazer a manutenção correta das máquinas agrícolas, com verificações e controles periódicos, e seguir as recomendações do manual do fabricante do equipamento. Ao fazer isso, é possível aumentar a vida útil da máquina, reduzir o tempo de inatividade e evitar despesas desnecessárias (WOHLFAHRT, 2022).

Os componentes operacionais do equipamento se deterioram gradualmente como resultado do uso regular. Como resultado, o desempenho da máquina foi prejudicado, impactando negativamente a produção em geral. Já é ruim o suficiente que o equipamento tenha que ser desligado para reparo, mas o fato de que o problema ainda não foi descoberto adiciona sal aos danos (LAMBRECHT et al., 2015).

Dentro deste contexto o presente trabalho buscará responder quais vantagens da manutenção preventiva em máquinas agrícolas?

Assim, o objetivo geral desta pesquisa buscará abordar quais as vantagens da manutenção preventiva em máquinas agrícolas. Os objetivos específicos buscarão apresentar o que é o agronegócio no Brasil, destacar os conceitos sobre manutenção, abordar os tipos de manutenção, abordar o que é a manutenção preventiva e por fim, destacar a manutenção preventiva em máquinas agrícolas, destacando as vantagens e formas de aplicação.

A fim de alcançar uma contribuição efetiva e para o meio acadêmico, esta pesquisa é justificada a partir de seu conteúdo abrangente quanto a temática, agregando ou fortalecendo o conhecimento já presente na literatura sobre o presente tema

A pesquisa também é justificada a partir de sua apresentação rica e acessível assimilação e compreensão, acrescenta ao seu contexto social, onde pessoas em pose de conhecimento técnico ou não serão capazes de compreender e conhecer o contexto apresentado, assim, este grupo poderá receber informações quanto ao tema em questão.

O método que adotado na formulação da presente pesquisa, encontra-se em concordância com a proposta de estudo, a qual está adequada por meio dos objetivos a serem alcançados. A pesquisa é de fundamental importância para a evolução dos conhecimentos em determinado campo de estudo, ou seja, por meio da pesquisa pode-se ampliar os horizontes de conhecimento sobre determinado tema.

A metodologia que adotada na formulação do trabalho foi baseada em pesquisas bibliográficas, através de consultas a livros, revistas, pesquisa de manuais, tratados, artigos publicados na internet.

O principal objetivo desta modalidade é realizar uma investigação documental, ou seja, coletar informações já existentes sobre um tópico ou problema. Este tipo de pesquisa documental fornece informações sobre o status do tópico ou problema escolhido.

A pesquisa bibliográfica pode ser definida como a operação documental de recuperar um conjunto de documentos ou referências bibliográficas que são publicados em todo o

mundo sobre um assunto, autor, publicação ou obra específica. É uma atividade retrospectiva que fornece informações limitadas por um determinado período.

A coleta de dados foi desenvolvida seguindo as seguintes premissas: Leitura exploratória de todo o material selecionado, seja leitura objetiva ou uma leitura rápida, a fim de se verificar se a obra, documento e material complementar é de interesse para a presente pesquisa.

Além deste modelo de leitura, foi adotada, o modelo de leitura seletiva, a qual consiste em uma leitura com uma maior profundidade, buscando o material consistente para o trabalho. Por fim, foi realizado o registro das informações extraídas das fontes, sendo especificadas no trabalho, com nome e ano de publicação.

Seguindo, realizou-se a análise e interpretação dos resultados. A análise consiste basicamente em responder aos objetivos ou hipóteses colocadas nas pesquisas realizadas e nos dados coletados. A análise dos dados tende a ser extremamente subjetiva. Ou seja, a natureza e o objetivo da interpretação variarão de estudo para estudo, o que provavelmente se correlaciona com o tipo de dados que está sendo analisado.

Nesta última etapa, foi realizada uma leitura analítica de todo o material, tendo por finalidade a ciência de ordená-lo e sumariar as informações pesquisadas e elaboradas. Neste processo, fora levado em consideração as informações que possibilitassem obter a resposta do problema de pesquisa, por meio dos objetivos gerais e específicos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O agronegócio no Brasil

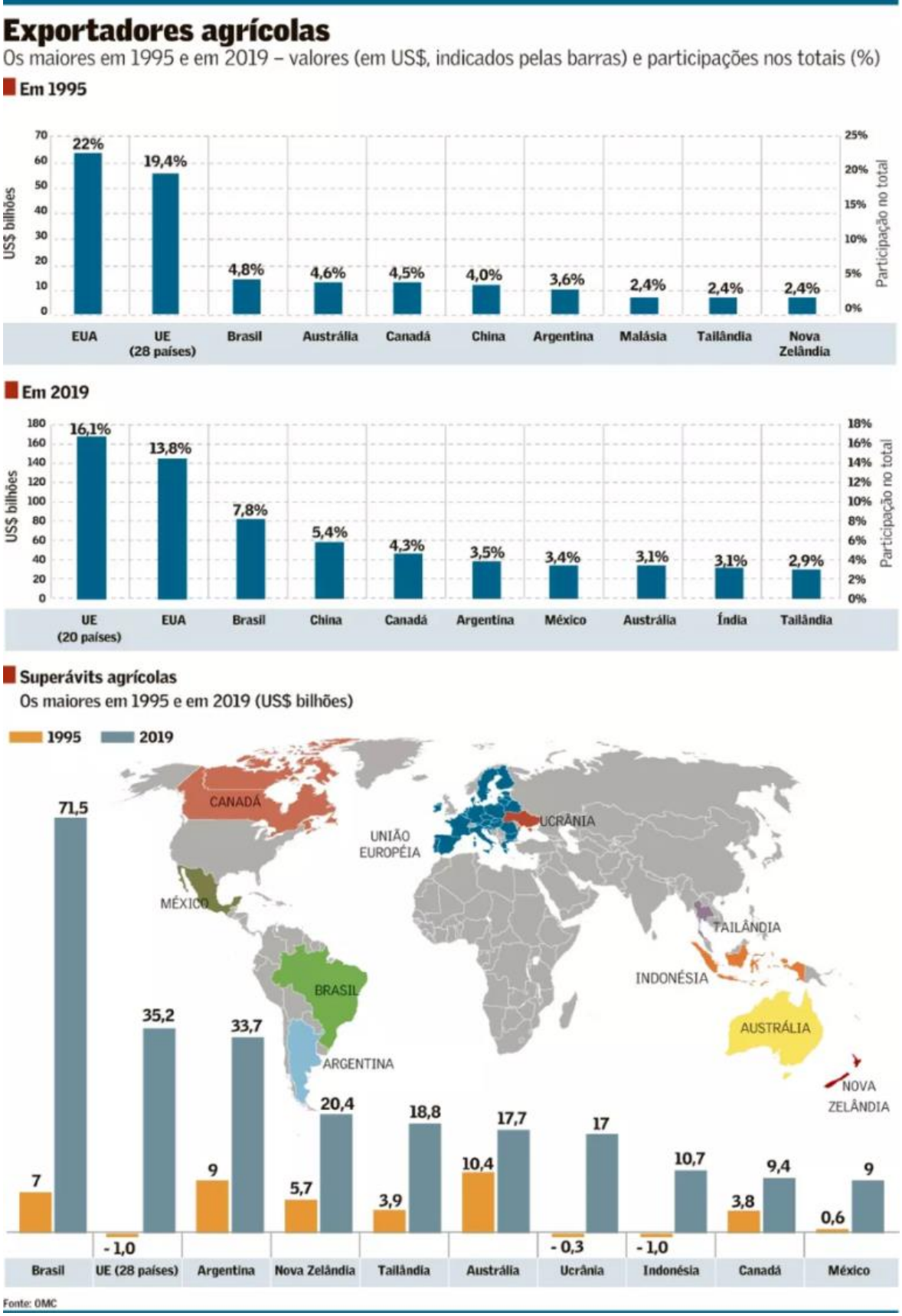
O Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio brasileiro, calculado pelo Centro de Estudo Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) da Esalq/USP, em parceria com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) ressalta que tal retração se verifica frente ao patamar recorde de PIB alcançado em 2021. Considerando-se os desempenhos parciais da economia brasileira e do agronegócio, estima-se que a participação do setor no PIB total fique por volta de 25,5% em 2022, pouco abaixo registrado em 2021, que é de 27,5%.

Algumas safras comerciais como a soja, sendo o Brasil um dos maiores exportadores mundiais dessa planta, ou a cana-de-açúcar (usada especialmente para o etanol) estão em alta, especialmente desde a modernização da agricultura lançada na década de 1980, durante a transição democrática. Isso se baseou em grande parte no trabalho da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), criada em 1973 (BARROS, 2016).

Em 2019, o Brasil foi o maior produtor de cana-de-açúcar, grão de soja, café e laranja, o 2º produtor de papaia, o 3º produtor milho, tabaco e ananás (família abacaxi), o 4º maior produtor e mandioca, o 5º produtor de nozes de coco e limão, 6º produtor de cacau e abacate, 9º produtor de arroz, 10º produtor de tomate e 11 º produtor de uva e maçã (AMORIM et al., 2019).

O Brasil também é um grande produtor de carne (vermelha), com uma pecuária específica, sendo que na primeira metade do século XX, as raças bovinas adaptadas ao clima brasileiro são criadas, como por exemplo a raça Nelore (GURGEL e CAMPOS, 2015).

Figura 1 – Ranking das exportações



Fonte:(https://www.sna.agr.br/brasil-amplia-lideranca-no-ranking-mundial-de-superavits-agricolas/)

A soja foi introduzida no Brasil em 1973 por Olacyr de Moraes. Apelidado de “rei da soja”, Moraes é dono da fazenda Itamaraty (50.000 ha em Ponta Porã, no Mato Grosso do Sul, próximo ao Paraguai). Com investimento em um laboratório de agronomia e generalização da irrigação, a Fazenda Itamaraty se tornou um símbolo de produção intensiva e agricultura mecanizada, bordejada com a agricultura extensiva outras fazendas (AMORIM et al., 2019)

Ela se tornou, assim, na década de 1980, a maior produtora individual de soja do mundo, depois, na década de 1990, a segunda produtora brasileira de algodão, antes de se tornar a primeira produtora de milho. Em 2001, no governo Lula, metade dos 50.000 ha da fazenda foram transferidos para famílias e cooperativas integrantes do Movimento dos Sem-terra após as dificuldades financeiras de Olacyr de Moraes, que havia investido milhões na ferrovia Ferro-norte para ligar a Centro-Oeste do Brasil até o porto de Santos (São Paulo, o maior porto da América Latina (NAVARRO e CAMPOS, 2013).

Figura 2 – Olacyr Francisco de Moraes

Fonte:(https://www.google.com/search?q=Olacyr+Francisco+de+Moraes&sxsrf=ALiCzsbMmRB47CMNGXBl6r6EYA3Ymx161A:1670716359419&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiToP64n_D7AhUuH7kGHYkJDGgQ_AUoAnoECAIQBA&biw=1366&bih=657&dpr=1)

Assim, embora o Brasil não produzisse soja até 1975, rapidamente se tornou o segundo maior produtor do mundo, a região de Mato Grosso (em particular próximo a Sorriso), Paraná e Goiás sendo os produtores mais importantes (FIGUEIREDO, DOS SANTOS e DE LIMA, 2012).

A soja, cujo cultivo foi afetado em 2004 por uma epidemia de ferrugem asiática, pela queda dos preços e pela valorização do real, é exportada pelos grandes portos de Paranaguá (Paraná) e Santos, a mais de 2.000 km das principais regiões produtoras (GUANZIROLI, 2016).

Desde 2004, a soja geneticamente modificada foi autorizada. Se foi maciçamente introduzido no país, especialmente em Mato Grosso (onde cobre 25% das áreas de soja), seu interesse econômico caiu drasticamente com o aumento do preço do Round-Up, herbicida da Monsanto, embora menor. Tem sido observada produção de soja não transgênica, principalmente devido à inadequação das variedades transgênicas ao clima.

O pico do cultivo da soja foi alcançado em 2005, com a monocultura posteriormente diminuindo ligeiramente devido à crise econômica. O milho e o algodão (principalmente em grandes fazendas para este último) vieram como complemento. O girassol e o eucalipto também são plantados em menor quantidade, como suplementos ou substitutos da soja (BACHA, 2018).

O milho é produzido principalmente no Paraná, no Sul; o arroz no Rio Grande do Sul e, em menor proporção, em Mato Grosso, onde atua na primeira safra após o desmatamento por pastagem, e antes da soja. A cana-de-açúcar é uma cultura importante em Mato Grosso (GURGEL e CAMPOS, 2015).

A agricultura brasileira também vive em parte de uma economia seletiva com gomas, ceras, fibras e nozes são, assim, colhidas na Amazônia e no interior do Nordeste. Alguns desses produtos são destinados à exportação, como a castanha de caju ou o pinhão. Outros são consumidos localmente como a noz de babaçu (que dá um óleo usado na indústria aeronáutica), a carnaúba (usada no passado pela indústria fonográfica e hoje na construção civil), ou o pequi, um condimento muito popular (AMORIM et al., 2019).

Em 2005, foi criado o programa Orgânicos Brasil, que visa a promoção da exportação de produtos da agricultura biológica, em cooperação entre a Agência de Promoção de Exportações e Investimentos, o Instituto de Promoção do Desenvolvimento e o Federação das Indústrias do Estado do Paraná (BACHA, 2018).

O Brasil também aumentou fortemente o número de plantações de cana- de- açúcar, metade das quais destinada à produção de etanol (principalmente na região de Ribeirão Preto, a 300km de São Paulo, ou Araçatuba). Na última década (2000-2009), sua participação nas exportações mundiais de açúcar bruto aumentou, portanto, de 7% para 62%. Junto com os Estados Unidos, só o Brasil produz 70% do etanol mundial, sendo a maior parte (85%) consumida no mercado interno (AMORIM et al., 2019).

A produção de etanol tem o efeito de elevar radicalmente o preço da terra (entre 2001 e 2006, o valor médio por hectare aumentou 113% no estado de São Paulo, principal produtor de etanol, segundo estudo do Instituto de Economia Agrícola) e o custo de produção de milho, açúcar e carne. Em 2008, o Brasil produziu 22,3 bilhões de litros de etanol, ou 1/3 da produção mundial (BACHA, 2018).

2.2 Manutenção, conceitos, definições e abordagens

Manutenção é o processo de garantir que os edifícios e outros ativos mantenham uma boa aparência e operem com eficiência ideal. A manutenção pode ajudar: Prevenir o processo de decadência e degradação. Manter a estabilidade e segurança estrutural. Evitando danos desnecessários do tempo ou do uso geral (LOPES, 2019).

A manutenção não se aplica somente em questões de danos, mas ao envelhecimento natural de edificações. Como já citado, o ciclo de vida de uma edificação pode chegar em até 100 anos, mas para que isso seja possível é necessário empregar métodos de manutenção, com a finalidade de prevenir, corrigir e evitar problemas resultados do envelhecimento natural (SELLITTO, 2005).

A manutenção é definida como todas as ações que visam preservar um item ou restaurá-lo para um estado no qual ele pode executar alguma função necessária. Essas ações incluem a combinação das ações técnicas e administrativas correspondentes (PEREIRA, 2009).

De acordo com uma compilação feita por Arencibia (2008) pode-se observar que nada mais é do que um trabalho de manutenção cíclica para a atenção de equipamentos e componentes, a fim de corrigir suas deficiências e sustentar os serviços que devem ser mantidos com o devido reforço, peças particulares que, pelo seu uso ou localização, são mais abandonadas para.

Tal definição refere-se a todas aquelas atividades e tarefas que devem ser realizadas de forma constante e rotineira, a fim de mantê-lo em condições adequadas que lhe permitam cumprir sua vida útil (MAFF et al., 2017).

Segundo a norma NBR 5462, existem três tipos de manutenção, sendo elas a manutenção corretiva, a qual deve ser realizada após a ocorrência de um problema, com a finalidade de corrigi-lo. A manutenção preventiva, a qual é tem a finalidade de prever futuros incidentes, estas, são efetuadas em intervalos programados com a probabilidade de se prever problemas. E por fim, a manutenção preditiva, a qual permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise ligadas com meios de supervisão ou de amostragens.

O planejamento de manutenção pode evitar gastos desnecessários e desperdício de tempo, pois a falta dessa implementação leva a construções prematuramente degradadas, limitando sua vida útil e deteriorando a qualidade de vida de seus ocupantes. Um plano de manutenção é necessário, pois é uma atividade constante durante a vida útil, uma vez que estes se deterioram ao longo do tempo, com ~~a~~ falta de conservação (LOPES, 2019).

Existem várias maneiras de classificar a manutenção com base em fatores como o tipo de trabalho e tempo de atividade (ARENCIBIA, 2008). A classificação mais prática é do ponto de vista do momento em que a manutenção é realizada e, nela, os outros podem ser incluídos. Como já citado, as manutenções podem ser: preventivas, preditiva ou corretivas.

Desta forma, compreendendo os principais conceitos sobre manutenção, seus tipos e aplicações, torna-se possível o desenvolvimento de medidas, ações, cronogramas e atitudes voltadas para a correção ou prevenção de incidentes em edificações (SELLITTO, 2005).

São conhecidos alguns tipos de manutenção, sendo as mais comuns a manutenção corretiva, preditiva e preventiva. Para esta pesquisa, é de interesse conhecer a manutenção corretiva (MAFF et al., 2017).

A manutenção corretiva segue os padrões da NBR, 5462. De uma forma específica, a manutenção corretiva é uma tarefa ou operação de manutenção realizada para identificar, isolar ou separar e corrigir uma falha específica.

A manutenção corretiva pode ser planejada ou não. A manutenção corretiva é uma forma de manutenção que é realizada após uma falha ou problema surgir no sistema, com o objetivo de restaurar a operabilidade. A manutenção corretiva refere-se à ação tomada somente quando ocorre uma falha em um determinado ambiente ou local, é, portanto, uma estratégia retroativa (MENGUE e SELLITTO, 2013)

No desenvolvimento da manutenção corretiva, é importante determinar o que causou o problema, a fim de tomar as medidas apropriadas e estar ciente de várias falhas de componentes ou sistemas que podem ter ocorrido simultaneamente (SILVEIRA, 2015). Algumas características importantes da manutenção corretiva são:

- Uma atividade de manutenção de correção é geralmente planejada;
- Uma operação de manutenção corretiva planejada ou não planejada depende da natureza da avaria e do tipo de edificação;
- O trabalho de manutenção é realizado após a ocorrência de uma avaria e com algum intervalo de tempo permitido;
- A manutenção de avarias não deve ser de natureza muito grave.

Em geral, as manutenções de avaria são falhas previsíveis e esperadas e, portanto, podem ser corrigidas por um longo período de tempo sem restrições de tempo (PEREIRA, 2009). Entre as vantagens da manutenção preventiva (SANTOS e SELLITTO, 2016), destaca-se:

- Custos de curto prazo mais baixos: devido à sua natureza reativa, há muitos poucos custos administrativos ou financeiros envolvidos até que algo dê errado;

- Planejamento mínimo necessário: a manutenção corretiva consiste em ações muito direcionadas em locais específicos de instalações ou dispositivos com defeito. Requer planejamento complexo muito limitado;

- Processo mais simples: o processo é fácil de entender, pois só precisa acionar a manutenção quando ocorre algum tipo de problema;

- Melhor solução em alguns casos: haverá momentos em que a quantidade de tempo e dinheiro investidos no planejamento e estratégia de manutenção preventiva será muito mais do que os simples "custos de parada e reparo" da manutenção corretiva.

Existem alguns tipos de manutenção corretiva para terminados fins. A principal é a manutenção corretiva imediata versus a adiada. Essa subdivisão é baseada em quando as ações corretivas são tomadas em relação à quando o problema ou falha foi detectada. A manutenção corretiva imediata refere-se a ações corretivas que ocorrem imediatamente após a falha. A manutenção corretiva diferida refere-se a ações corretivas que são adiadas / agendadas para mais tarde (PEREIRA, 2009).

2.3 Tipo de manutenções

A manutenção pode ser descrita como o esforço realizado para manter a condição e a função de uma máquina em todos os momentos, como era quando era nova. Existem dois tipos principais de operações de manutenção: atividades de manutenção programada e atividades de manutenção não previstas (SOUZA, 2011).

A manutenção planejada é uma manutenção estruturada e realizada com o futuro em mente, com controle e documentação com base em planos previamente especificados. O tipo de manutenção não pode ser determinado para cada equipamento, pois depende da técnica, custo e grau de criticidade. Em diversas indústrias, os seguintes tipos de procedimentos de manutenção são utilizados rotineiramente (ARENCIBIA, 2008):

- Manutenção de avarias.

- Manutenção preventiva;

- Manutenção corretiva;

- Manutenção preditiva;

A manutenção preventiva é uma estratégia para evitar danos ao equipamento, substituindo rotineiramente os componentes desgastados e realizando pequenas manutenções e inspeções para determinar a condição atual do equipamento/máquina. Exemplo: limpeza,

inspeção, lubrificação e aperto de parafusos Inspeção periódica Reparos periódicos e pequenas restaurações (SANTOS e SELLITTO, 2016).

A manutenção preditiva é uma técnica de manutenção na qual os componentes são substituídos com base em previsões feitas por meio de uma ferramenta. Se a técnica preventiva depende apenas do cronograma, o método preditivo depende dos achados da medição (PEREIRA, 2009).

Essa abordagem também pode usar os cinco sentidos; por exemplo, o exame de rolamentos pode ser reconhecido pelo som gerado. Ou, ao testar a temperatura do equipamento ou ao tocá-lo, uma discrepância ou anomalia pode ser detectada. Exemplos são o tacômetro, que mede a rotação, o termômetro, que mede a temperatura, e o amperímetro, que mede a corrente (MENGUE e SELLITTO, 2013).

Através da improvisação, a manutenção corretiva tenta aumentar a confiabilidade de equipamentos ou máquinas. Além dos equipamentos, é projetado para componentes com vida útil curta (para diminuir a frequência de danos e agilizar o tempo de reparo) (SILVEIRA, 2015).

Essa estratégia visa aumentar o tempo médio entre falhas e diminuir o tempo médio de reparo devido à sua confiabilidade (atividade para evitar a reincidência de danos) e manutenção (atividade para acelerar o tempo de reparo). Por exemplo, o operador tem dificuldade em medir a quantidade de óleo no motor do gerador, então improvisa um copo medidor com balança (SOUZA, 2011).

A manutenção de avarias é um procedimento que não inclui o exame e substituição de componentes; assim, o equipamento quebrado é mantido no lugar e posteriormente consertado ou substituído.

O Total Productive Maintenance (TPM), ou Total Productive Repair (TPM) em português, é uma atividade de manutenção que inclui operadores de produção em manutenção de equipamentos/máquinas além de operadores de manutenção. Exemplos incluem limpeza, lubrificação, aperto de porcas e parafusos, inspeção diária (avaliando a qualidade do equipamento/máquina) e pequenos reparos (troca de mangueiras com vazamento, pontas de solda, etc.). (SANTOS e SELLITTO, 2016). Os objetivos do TPM são:

- Desenvolver operadores que possam reconhecer indicadores de danos o mais cedo possível. Porque o operador de produção é o único que conhece as condições precisas do equipamento, até o menor componente, este é o caso (PEREIRA, 2009).

- Estabelecer um ambiente de trabalho ordenado e impecável para que eventuais anomalias sejam percebidas o quanto antes (MENGUE e SELLITTO, 2013).

2.4 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva, também conhecida como manutenção programada, consiste em trabalhar o equipamento regularmente ou de acordo com critérios pré-definidos. O principal objetivo é reduzir o risco de falhas. Em outras palavras, a manutenção preventiva é a manutenção que é realizada regular e rotineiramente em ativos físicos para reduzir as chances de falha de equipamento e tempo de inatividade não planejado da máquina que pode ser muito caro para equipes de manutenção e gerentes de instalações (LEÓN e LEITE, 2020).

A manutenção preventiva eficaz é planejada e programada com base em informações de dados em tempo real. Uma tarefa de manutenção preventiva é realizada enquanto o equipamento ainda está funcionando para evitar quebras inesperadas. Uma estratégia de manutenção preventiva é uma abordagem comumente usada que fica entre a manutenção reativa (ou execução até a falha) e a manutenção preditiva (PRASS e NUNES, 2019).

A manutenção preventiva é importante porque estabelece as bases para o gerenciamento bem-sucedido das instalações. A manutenção preventiva mantém equipamentos e ativos funcionando com eficiência, mantém um alto nível de segurança para seus funcionários e ajuda a evitar reparos grandes e caros no futuro (CHAVES, 2019).

Em geral, um programa de manutenção preventiva funcionando corretamente garante que as interrupções operacionais sejam mantidas ao mínimo. Cabe destacar aqui que existem três tipos de manutenção preventiva: manutenção sistemática, baseada em condições e manutenção preditiva (TAKAHARA e RODRIGUES, 2018).

2.4.1 Manutenção preventiva sistemática

Do ponto de vista da criticidade, esse tipo de manutenção industrial é importante para as primeiras etapas de desmontagem de um dispositivo. Ocorre em intervalos predefinidos ou de acordo com um critério de uso, sem levar em consideração as condições de operação da máquina. Por exemplo: trocar a correia dentada de um carro a cada 150.000 quilômetros ou trocar uma luz de neon a cada 7.000 horas de operação (LEÓN e LEITE, 2020).

A manutenção preventiva sistemática requer um conhecimento profundo da deterioração, como a curva de vida útil de um rolamento de esferas. Deve ser realizado de forma confiável para evitar novas verificações adicionais entre duas intervenções ou monitoramento adicional fora dos tempos de inspeção (TAKAHARA e RODRIGUES, 2018). Essa manutenção industrial é realizada em equipamentos que não exigem altos custos para troca de peças (CHAVES, 2019). Isso inclui:

- Troca de óleo, rolamentos, vedações, molas, contatos, resistores, lâmpadas etc.;
- Ajuste de tensão da correia, pressão, potenciômetros etc.;
- Controle de nível, torque da embreagem etc.

A desvantagem da manutenção preventiva sistemática é a necessidade de determinar a frequência ideal de manutenção das peças (PRASS e NUNES, 2019).

2.4.2 Manutenção preventiva baseada em condições

A manutenção preventiva baseada em condições requer o monitoramento da operação de uma máquina de acordo com determinados parâmetros (pressão, nível, vazão, etc.). Com base nos resultados desses controles, é possível planejar as operações de manutenção industrial (TAKAHARA e RODRIGUES, 2018).

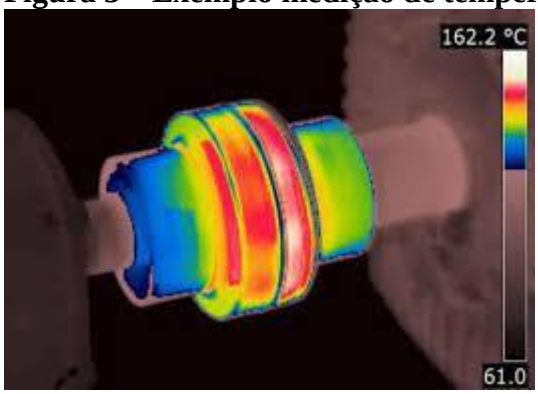
Este tipo de manutenção permite superar as desvantagens da manutenção sistemática. Isso não requer nenhum conhecimento adicional além de comparar os controles com os limites predefinidos. A manutenção programada baseada na condição pode ser realizada continuamente com um registro permanente dos parâmetros registrados ou de forma descontínua com uma medição periódica desses parâmetros (LEÓN e LEITE, 2020).

2.4.3 Manutenção preditiva

A manutenção preditiva é baseada em estimativas baseadas em análises e avaliações dos parâmetros da máquina. É uma manutenção cara que requer ferramentas sofisticadas e se aplica apenas a itens críticos do ponto de vista de segurança e custo (TAKAHARA e RODRIGUES, 2018), por exemplo:

- Termo grafia infravermelha;

Figura 3 – Exemplo medição de temperatura equipamento em operação.



Fonte: (https://www.industria40.ind.br/artigo/17360-termografia-aplicacoes-alem-da-manutencao-eletrica)

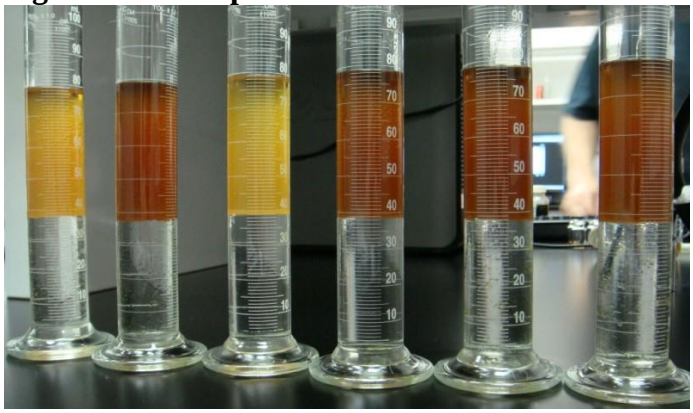
- Análise de vibração (global e espectral);

Figura 4 – Exemplo de análise de vibração

Fonte:(https://www.vibtron.com.br/manutencao/analises-de-vibracao/analise-de-vibracao-em-equipamentos-rotativos/quanto-custa-analise-de-vibracao-em-equipamentos-rotativos-pernambuco,2022)

- Análise de óleo;

Figura 5 – Exemplo de análise de óleo recolhido de equipamento.



Fonte: (https://www.mecanicaindustrial.com.br/como-interpretar-relatorios-de-analise-de-oleo/)

- Teste de material: Ultrassom, sudorese, emissão de ruído, corrente parasita.

Figura 6 – Exemplo medição utilizando ultrassom.

Fonte: (https://inspesolda.com/correntes-parasitas/)

Em conclusão, os três tipos de manutenção programada tendem a reduzir a probabilidade de falhas, mas não eliminam potenciais falhas entre as intervenções. A manutenção preventiva é realizada em intervalos regulares ou de acordo com determinados níveis que são registrados diretamente nos dispositivos. O objetivo principal deste procedimento é minimizar a probabilidade de falha do equipamento (LEÓN e LEITE, 2020).

2.4.4 Ferramentas de manutenção preventiva

A tecnologia moderna, especificamente software analítico e de agendamento, é a ferramenta mais comum para ajudar a implementar seu programa de manutenção preventiva e torná-lo sustentável. Ele não apenas auxilia no agendamento, geração de tarefas e inspeções para manutenção de curto e longo prazo, mas também oferece integração de dados a partir dos dados coletados por sensores para que se possa melhorar continuamente o programa (CHAVES, 2019).

Os sistemas informatizados de gerenciamento de manutenção (CMMS) e seus aplicativos móveis são alguns dos sistemas mais populares que as equipes de manutenção usam para manter um registro detalhado e centralizado de todo o trabalho realizado em cada equipamento. O software CMMS automatiza ordens de serviço, agenda trabalho, gerencia processos de fluxo de trabalho, ajuda com recursos e roteamento e cria registros para relatórios e auditoria (PRASS e NUNES, 2019).

Basicamente, um CMMS ajuda a gerenciar as atividades de manutenção enquanto o equipamento está operacional, o tempo em que está funcionando como parte produtiva da planta (LEÓN e LEITE, 2020). O software CMMS auxilia na execução e manutenção de um programa de manutenção preventiva ao (TAKAHARA e RODRIGUES, 2018):

- Um CMMS ou outra ferramenta de manutenção preventiva pode produzir tarefas baseadas em medidores para todos os equipamentos, a fim de gerenciar um plano de manutenção completo com mais facilidade. Essas tarefas podem ser acompanhadas de documentação substancial, instruções e outros recursos;

- Agendamento de Tarefas: Além da criação de tarefas, o software pode ajudá-lo a aprimorar seu agendamento, permitindo que você coordene com base nos recursos de mão de obra e componentes necessários e, em seguida, configure o agendamento automatizado de atividades com base em critérios baseados em tempo ou uso;

- O software de monitoramento de condições, quando combinado com um sistema de gerenciamento de manutenção computadorizado (CMMS), permite que os gerentes de manutenção acompanhem uma ampla gama de ativos de longe. No software que acompanha o sensor, dados em tempo real sobre temperatura, vibração e qualidade de energia, entre outros parâmetros, podem ser vistos em diversos formatos gráficos;

- Um sistema informatizado de gerenciamento de manutenção (CMMS), por exemplo, pode acompanhar quando as inspeções e auditorias são concluídas ao longo do tempo. Ao registrar cuidadosamente os dados de inspeção, o computador pode gerar solicitações de reparo para máquinas com defeito;

- Integração de dados: A integração de dados não apenas auxilia na análise de dados de ativos, mas também permite operações fáceis por meio de dispositivos móveis. A equipe de manutenção, independentemente da localização, pode gerar, acessar e reagir às ordens de serviço relacionadas a cada alerta em tempo real.

Atualmente também se utiliza de outras soluções de software associadas à manutenção preventiva, como gerenciamento de ativos corporativos (EAM), sistemas de gerenciamento de desempenho de ativos (APM) ou soluções de planejamento de recursos empresariais (ERP) (TAKAHARA e RODRIGUES, 2018).

Embora todos possam ser integrados e complementar os recursos de um sistema CMMS, geralmente não são boas ferramentas independentes para manutenção preventiva. Por exemplo, um APM trabalha com ferramentas de IoT e IA para coletar e coordenar dados, fornecer visualizações e coletar dados analíticos para rastrear continuamente o valor e os riscos de cada ativo (LEÓN e LEITE, 2020).

A integração de seu sistema CMMS com um APM pode melhorar a confiabilidade dos ativos e fornecer dados valiosos sobre cada equipamento à medida que se desenvolve um determinado programa de manutenção preventiva. Um usuário deve sempre ter em mente que ao desenvolver um programa de manutenção preventiva, é melhor usar uma ferramenta como um CMMS que se concentra em recursos que auxiliam em tarefas e rotinas diárias ou tarefas baseadas em calendário (PRASS e NUNES, 2019).

O problema mais comum com a manutenção preventiva é quando as organizações se encontram realizando muita ou pouca manutenção devido ao fato de que a manutenção baseada em calendário não leva em conta a integridade do equipamento. A tecnologia moderna, como as ferramentas mencionadas acima, pode ajudar a evitar isso, otimizando e melhorando continuamente os programas de manutenção preventiva por meio do uso de dados (CHAVES, 2019).

Ferramentas e tecnologias novas e emergentes estão ganhando força e começando a se mostrar úteis no ajuste fino dos programas de manutenção preventiva. Coisas como impressão 3D para criar peças sobressalentes ou construir moldes e ferramentas, sensores incorporados para detectar os estágios iniciais de uma avaria e até mesmo usar a realidade virtual para treinar novos técnicos em um ambiente seguro enquanto corta custos de treinamento são soluções modernas que ajudam a lidar com elementos críticos de manutenção preventiva (LEÓN e LEITE, 2020).

Figura 7 – Exemplo de tecnologia na ajuda de diagnostico.

Fonte: (https://pollux.com.br/blog/realidade-aumentada-na-industria-o-que-esta-sendo-feito/,2022)

2.4.5 Benefícios da Manutenção Preventiva

Parece que as organizações estão começando a ver e aceitar os benefícios que a manutenção preventiva oferece. Das instalações que implementam uma estratégia de manutenção, 78% estão mudando para manutenção preventiva, em comparação com 61% que ainda dependem de manutenção reativa (CHAVES, 2019). Ferramentas de manutenção preventiva, como um CMMS, são usadas por 59% dessas instalações. Os benefícios de um programa de manutenção preventiva incluem (TAKAHARA e RODRIGUES, 2018):

- Redução do tempo de inatividade do equipamento e grandes reparos
- Maior expectativa de vida útil do equipamento, eliminando a substituição prematura do equipamento;
- Custos de horas extras reduzidos devido a funcionários trabalhando em um horário em vez de uma base de emergência para atender a reparos e avarias;
- Redução de reparos em grande escala;
- Maior segurança e condições para os funcionários.

Assumir uma mentalidade proativa implementando um programa de manutenção preventiva pode ser uma ótima maneira de sua organização reduzir os principais custos associados a falhas e tempo de inatividade do equipamento (PRASS e NUNES, 2019).

2.5 Manutenção preventiva em maquinas agrícolas

Em quase todas as propriedades agrícolas não faltam máquinas e equipamentos em uso. Apesar de ter um custo elevado, esses maquinários nem sempre recebem os devidos cuidados, alguns equipamentos não recebem a manutenção adequada, gerando gastos desnecessários (WEDEKIN, 2021).

Isso contribui para uma queda na produtividade da operação e maiores gastos com reparos emergenciais o que, por sua vez, eleva os custos operacionais. Para reduzir os efeitos

dessas ocorrências, investir na boa gestão e manutenção das máquinas agrícolas e seus implementos é um passo essencial (WOHLFAHRT, 2022).

Independentemente da atividade envolvida, o uso de equipamentos, máquinas e implementos precisa ser monitorado de forma cada vez mais eficiente, pois por mais tecnológicos que sejam, esses equipamentos sempre precisarão de manutenção, atualização. Se equipamentos, máquinas e implementos não estiverem disponíveis no momento crucial de uma tarefa, podem trazer sérios problemas para a operação (MEYER, 2015).

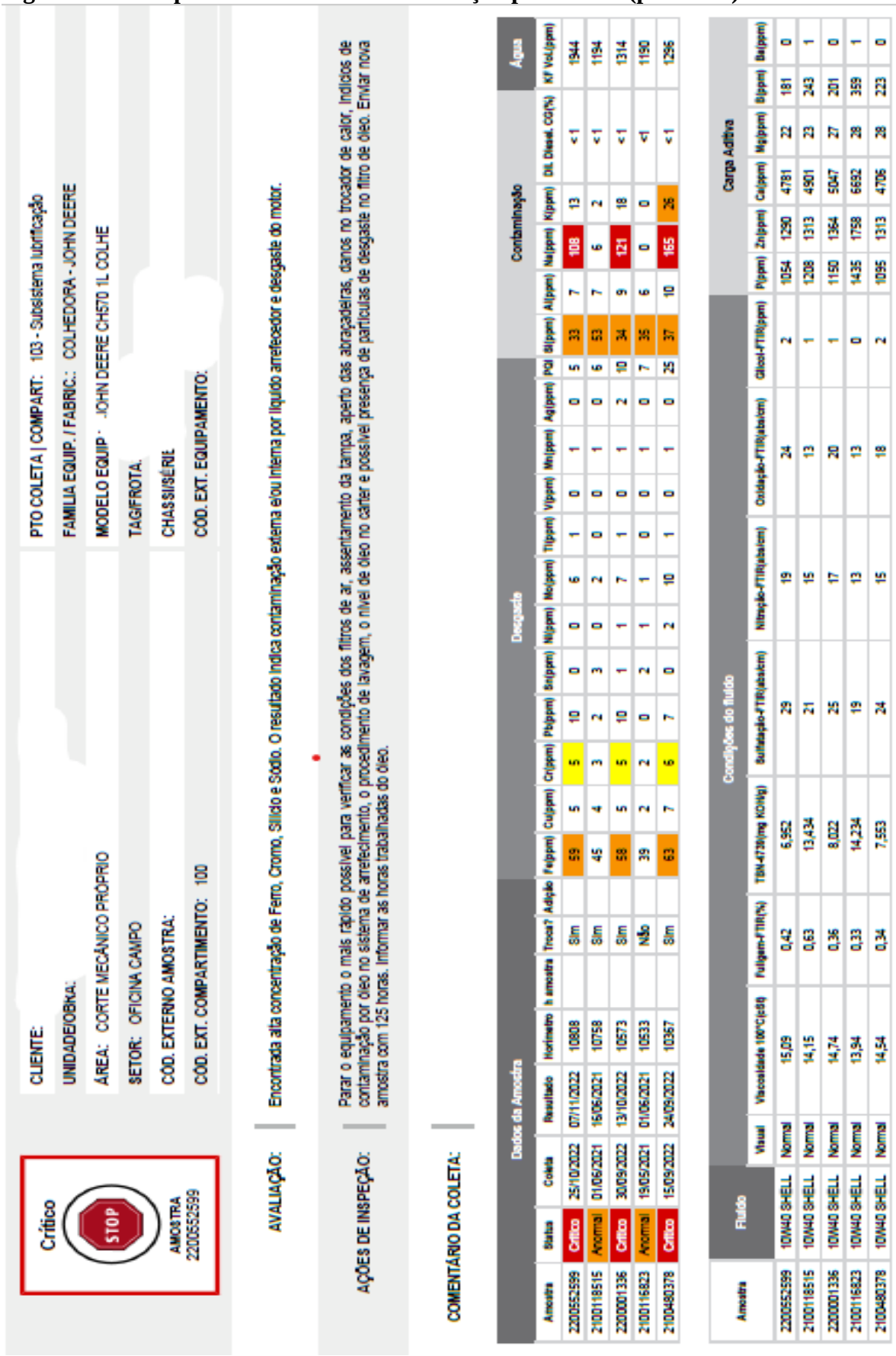
Por exemplo, imagine que chegou a hora de começar a plantar milho e, após 15 minutos de trabalho, há um problema com um dos bicos da plantadeira. Parar a máquina para reparo geraria um grande prejuízo, principalmente considerando que geralmente é necessário encontrar uma nova peça e, em casos extremos, um técnico precisa vir até a propriedade da fazenda (WEDEKIN, 2021).

Além disso, geralmente, os agricultores aguardam as boas condições climáticas para iniciar o plantio. Assim, tal problema, em um momento inesperado, pode causar grandes prejuízos aos agricultores, pois atrasa todo o processo. Não é apenas o problema momentâneo da quebra do equipamento, mas também a possibilidade de perder uma janela importante, em termos climáticos. É uma grande perda, prejudicando todo o planejamento agrícola para aquela cultura específica (LAMBRECHT et al., 2015).

Somando todas essas variáveis torna-se extremamente importante a execução de manutenções preventivas. Para equipamentos voltados a agricultura uma das análises mais importante e que possibilita intervenção mecânica com maior assertividade e com intuito de preservar a integridade do equipamento é a análise de fluidos, embora não seja única disponível ela possibilita identificar partículas de contaminações e seus níveis encontrados.

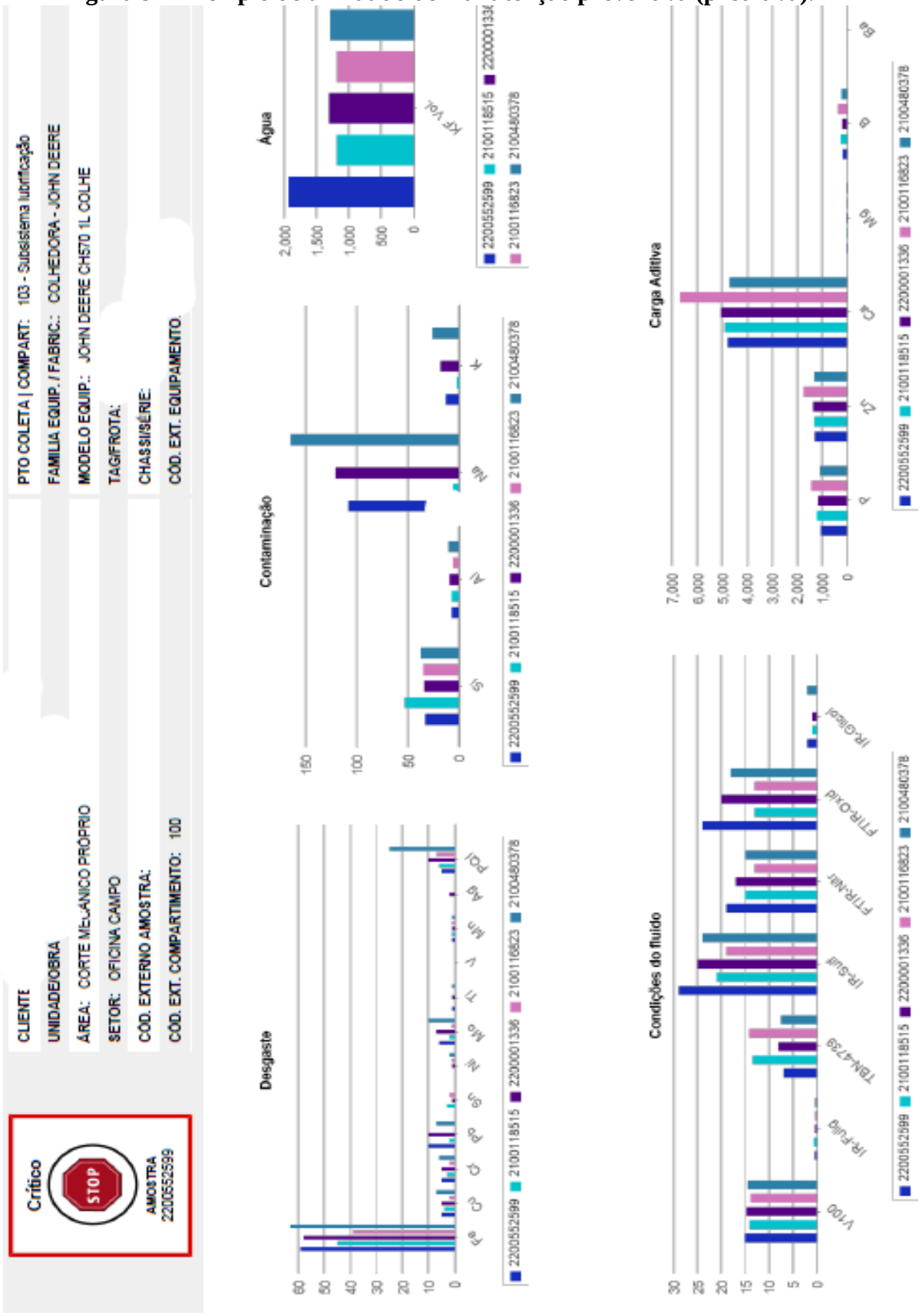
Segue o laudo de analise onde o fabricante do equipamento encontrou inconformidades como concentração de ferro, cromo, silício e sódio. Nas informações do laudo está a orientação de parada imediata do equipamento por perigo de danos severos ao motor, concluindo-se com informações de quais são as possíveis causas das contaminações. Por fim é apresentado os dados encontrados geridos em um formato para melhor compreensão e apresentação para o cliente.

Figura 8 – Exemplo de um laudo de manutenção preventiva (preditiva).



Fonte: Industria sucroalcooleira de Goiás.

Figura 9 – Exemplo de um laudo de manutenção preventiva (preditiva).



Fonte: Industria sucroalcooleira de Goiás.

Com todas essas informações foi possível evitar uma intervenção corretiva e atingir um ganho financeiro que pode a chegar a R$372792,00

Figura 10 – Estudo de caso mostrando benefícios da manutenção preventiva (preditiva).

Fonte: Industria sucroalcooleira de Goiás

A manutenção em questão além de proporcionar uma redução de custos diretos com peças e mão de obra, também proporciona melhorias de produtividade, em analise as manutenções com estas características tendem a ter um tempo de execução entre 16 a 48 horas, levando então em uma perca de produção de aproximadamente 36 toneladas de cana por hora, sendo que cada tonelada de cana sem colher gera um prejuízo aproximado de R$160,00. Outro ponto de perda que deve ser considerado é a ociosidade adquirida pelos demais equipamentos da frente, naturalmente uma colhedora de cana de açúcar é acompanhada por dois tratores durante sua performance.

2.5.1 Aplicações de medidas preventivas cotidianas em máquinas agrícolas

A manutenção de equipamentos agrícolas é um dos trabalhos mais essenciais de um profissional agrícola, a manutenção adequada pode proteger o investimento, preservar a segurança do trabalhador e garantir a máxima eficiência. As máquinas agrícolas representam um investimento significativo e as máquinas de alta qualidade podem aumentar sua produtividade e desempenho. Depois de investir em equipamentos de primeira linha, é ávido afirmar que os produtores rurais desejarão prolongar sua vida útil o máximo possível. Dadas as muitas mudanças recentes na tecnologia agrícola, a manutenção do equipamento é essencial (WOHLFAHRT, 2022).

Preservar seu equipamento agrícola requer muita atenção aos detalhes e previsão. Para isso é preciso de tempo para treinamento, limpeza, manutenção e inspeções. O gerenciamento de cada uma dessas tarefas ajuda os produtores a manterem seus equipamentos funcionando durante a vida útil pretendida (WEDEKIN, 2021).

Em suma, a preservação de equipamentos exige um conhecimento prático dos problemas mais comuns que afetam as máquinas agrícolas. Saber o que está enfrentando pode ajudar o operador ou produtor a decidir sobre um plano de contenção e reparação (LAMBRECHT et al., 2015).

As probabilidades são de que este esteja familiarizado com alguns dos desafios envolvidos na manutenção de equipamentos agrícolas, mas é útil considerar o que este já esteja sempre trabalhando para evitar, o que entra dentro de aplicações cotidianas de medidas de manutenção preventivas (WOHLFAHRT, 2022). Os problemas que geralmente afetam os equipamentos agrícolas incluem (LAMBRECHT et al., 2015):

- Falta de manutenção: Negligenciar as tarefas de manutenção fará com que as máquinas quebrem mais cedo, de modo que os agricultores precisam estar atentos a todas as tarefas de manutenção necessárias;

- Uso indevido: A maneira mais rápida de diminuir a vida útil de um equipamento é usá-lo mal, razão pela qual o treinamento adequado e regular é tão importante. Fornecer todo o treinamento necessário e seguir as instruções pode ajudar a preservar o equipamento;

- Desgaste: Algum grau de desgaste regular é inevitável. Contanto que se invista em maquinário de boa qualidade, manter as tarefas regulares de limpeza e manutenção e usar sempre o equipamento corretamente, irá resultar em um bom controle do tempo da vida útil da máquina.

- Quando se incorpora essas medidas simples em na rotina, elas permitem que os operadores e/ou produtores prolonguem a vida útil do maquinário.

2.5.1.1 Uso correto das máquinas

Uma das coisas mais importantes que se pode fazer é certificar de que está sempre usando o equipamento como pretendido, pois o uso indevido é uma causa comum de problemas. Garantir o uso adequado da máquina ajudar a evitar problemas evitáveis e estender a vida útil do seu equipamento (WEDEKIN, 2021).

Quem utiliza uma máquina deve estar familiarizado com o manual do proprietário, sabendo o que fazer e o que não fazer. O produtor pode e deve fornecer treinamento prático para o uso da máquina e manter sua equipe atualizada sobre quaisquer alterações ou desenvolvimentos. Fazer isso também ajuda a preservar a segurança dos funcionários, o uso indevido da máquina pode representar um grande risco de segurança (MEYER, 2015).

2.5.1.2 Limpeza adequada das máquinas

Manter o equipamento limpo é outro aspecto vital da manutenção, o equipamento sujo tem maior probabilidade de funcionar mal. O produtor e/ou operador deve sempre tomar medidas para evitar sujeira, lama, poeira e acúmulo de contaminantes, o que pode reduzir a vida útil do equipamento e diminuir a eficiência (MEYER, 2015).

Equipamentos limpos funcionarão melhor e durarão mais. Entre as utilizações, deve-se sempre guardar o equipamento num local seguro e protegido para o proteger das intempéries. Além disso, deve-se sempre realizar tarefas de limpeza regulares, incluindo (WOHLFAHRT, 2022):

- Verificação e substituição de filtros: Verificar os filtros da máquina com frequência, garantindo que não estejam bloqueados;

- Verificação das vedações: Certificar de que as vedações da máquina estejam em boas condições e faça a manutenção delas, se necessário;

- Lavagem sob pressão: Após o uso, pode ser necessário lavar a máquina com pressão para se livrar de qualquer lama ou sujeira endurecida, que pode causar ferrugem ou erosão;

- Lubrificação das engrenagens: Também é importante lubrificar as engrenagens da máquina com frequência, mantendo as peças bem lubrificadas para evitar atrito ou arranhões.

2.5.1.3 Identificação dos desgastes iniciais

A manutenção também requer uma observação cuidadosa de sinais de desgaste, permitindo que se resolva esses problemas imediatamente. Para tal, deve-se verificar as seguintes peças do maquinário com frequência (WEDEKIN, 2021):

- Rolamentos: Sempre verificar os rolamentos do equipamento antes de operar. Os rolamentos devem funcionar firmemente sem movimento.

- Correias: As correias devem ficar firmes e ensinadas, sem quebras ou rachaduras.

- Correntes: Deve-se procurar sinais de ferrugem ou desgaste nas correntes da máquina.

- Eixos: Deve-se certificar de que todos os eixos estejam firmes e retos, não dobrados.

- Rodas dentadas: as rodas dentadas devem ser rígidas, à medida que os dentes se desgastam, a corrente pode começar a escorregar.

Assim, salienta-se que o segredo para equipamentos de longa duração é focar na manutenção preventiva em vez de apenas responder aos problemas quando eles surgem. Formar um plano para manutenção preventiva de máquinas agrícolas, agendando tarefas e inspeções com antecedência para adotar uma abordagem proativa em vez de reativa. Criar um calendário de manutenção, manualmente ou usando uma ferramenta de software. Certificar de manter todas as tarefas preventivas (LAMBRECHT et al., 2015).

3. CONCLUSÃO

Com base nesse estudo percebe-se que com o grande aumento dos volumes de maquinas agrícolas a manutenção preventiva, preditiva entre outras tem se tornado um aliado importante entre os produtores e grandes companhias. Devido à demora na aquisição de maquinas por indisponibilidade no mercado seja essa indisponibilidade provocada por falta de matéria prima ou por grande demanda atrelado custo de troca de equipamentos principalmente na área agrícola, se torna ainda mais importe, podendo melhorar a disponibilidade de operação do equipamento, afinal manter os equipamentos em plena operação e crucial para o bom andamento do negócio.

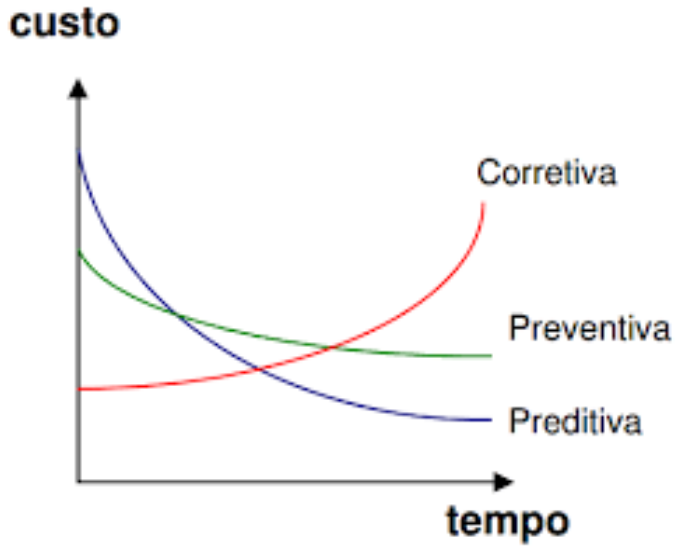
Para que a manutenção preventiva e preditiva ocorra dentro do planejado precisa-se mudar alguns hábitos enraizado culturalmente, naturalmente é possível encontrar situações que considerem que a manutenção inicia quando o equipamento falha, por ser o momento que o equipamento apresenta sinais de mal funcionamento, tornando necessário que tenha um parque de manutenção com fator humano capacitado para atuação segura e qualificada respeitando os limites orçamentário, entretanto a manutenção se inicia no ato pesquisa de compra do equipamento onde são checados dados como disponibilidade de peças, pontos críticos, impactos devido clima, estrutura dentre outras variáveis que dependem diretamente da finalidade do equipamento.

Quando se analisa as variáveis que um equipamento pode sobre é possível desenvolver um plano de manutenção eficiente onde a maior parte da energia será gasto em manutenções preditivas e preventivas, entre tais variáveis podemos destacar fatores que podem interferir no desempenho das maquinas no Brasil como o regime de trabalho empregado e clima enfrentado, um breve exemplo é nos Estados Unidos e Europa onde as safras de grãos e cereais são apenas uma vez ao ano, enquanto no Brasil é possível realizar duas safras sendo uma de inverno e uma de verão, isso faz com que as maquinas trabalhe praticamente o dobro, também existem situações onde o esforço se torna ainda maior, é o caso de culturas como a cana de açúcar que entre os processos de colheita para manufatura e replantio ou plantio tem estimativa de utilização de 11 meses por ano, ainda é possível colocar um agravante que é uma utilização de basicamente 24 horas por dia para atividades produtivas sendo parando apenas para manutenção ou limpeza, embora o mercado disponibilize equipamentos com enorme qualidade no mercado sua grande maioria tem desenvolvimento em outros países e até continentes, isso faz com que as maquinas tenham tendência a performar em seu limite, claro tais tendências são corrigidas sempre que aprecem, mas assim como elas são corrigidas a agricultura desenvolve novas necessidades que exigem mais de tais equipamento.

No contesto geral a preventiva como um todo exige cada vez mais mão de obra qualificada, isso resulta em melhores salários e qualificação dos colaboradores, algumas empresas por não encontrar profissionais qualificados no mercado de trabalho tendem a

formar colaboradores de seu próprio quadro de funcionário. O investimento em qualificação embora alto garante que o equipamento opere de forma adequada elevando a disponibilidade de produção e qualidade resultando diretamente em uma forma de maximizar os lucros da empresa, já analisando o colaborador percebe-se que a qualificação traz capacidade de executar as atividades de forma segura que também é um dos principais quesitos na atualidade.

Figura 11 – Gráfico mostro em curvas os custos de cada manutenção quando aplicado de forma correta.



Fonte: https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos15/23022234.pdf

4. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus pelo apoio espiritual que nos concedeu nesse momento, só Ele e nós sabemos o quanto foi difícil realizar essa pesquisa de TCC, quantos momentos nós pensamos em desistir de tudo, mas a nossa fé nos sustentou. Deus agradeço por nos ajudar a passar pelas adversidades.

Gostaríamos de agradecer aos nossos familiares a nossa eterna gratidão, não só pela força nos momentos difíceis pois não teria conseguido completar essa jornada, também, aos nossos amigos que estiveram ao nosso lado ao longo desses cinco anos, que passaram por todas as situações e momentos difíceis conosco, aos que se foram saudades e os que desistiram sorte na caminha que decidiram seguir, vocês tornaram tudo mais leve, pois saber que poderíamos contar com vocês na sala de aula nos fortaleceu.

Para finalizar esse agradecimento não poderíamos deixar de agradecer a todos os professores e funcionários dessa instituição que dedicou seu tempo a nos ajudar a vencer esse que foi um dos desafios mais importantes de nossas vidas continuem assim pois todos nos tempos o dom de aprender mais poucos tem o dom de ensinar com maestria como vocês.

5. REFERÊNCIAS

AMORIM, Gabrieli dos Santos et al. “**Cadeias globais de valor**: a inserção do agronegócio brasileiro”. Anais do Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional. Santa Cruz do Sul: UNISC, 2019.

ARENCIBIA, J. Conceitos fundamentais sobre a manutenção de edifícios. Revista de Arquitetura e Engenharia. Matanzas, Cuba. 2008

BACHA, C.J.C. **Economia e Política Agrícola no Brasil.** Campinas: Alínea, 2018.

CNABRAIL.org.br/publicacoes/alta-dos-custos-pressiona-pib-do-agronegocio-no-primeiro-semestre-recuo-de-2-48

SNA.agr.br/brasil-amplia-lideranca-no-ranking-mundial-de-superavits-agricolas/

BARROS, G.S.C. **Medindo o Crescimento do Agronegócio**: Bonança Externa e Preços Relativos. In: VIEIRA-FILHO, J.E.R; GASQUES, J.G. Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade. Brasília: IPEA, 2016. Cap. 8, p. 219-250.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do agronegócio brasileiro.** 2021. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acessado em: 27 de setembro de 2022.

CHAVES, André Rodrigues. **Plano de manutenção preventiva aplicado a uma plataforma elevatória de acessibilidade**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

FIGUEIREDO, A. M.; DOS SANTOS, M. L.; DE LIMA, J. F. **Importância do Agronegócio para o Crescimento Econômico de Brasil e Estados Unidos**. Gestão & Regionalidade, [S.l.], v. 28, n. 82, maio 2012.

GUANZIROLI, Carlos Enrique. **Agronegócio no Brasil**: perspectivas e limitações. Universidade Federal Fluminense/Faculdade de Economia, 2016.

GURGEL, A. C.; CAMPOS, A. C.; **Alternativas de políticas comerciais para o agronegócio brasileiro sob diferentes pressuposições de retornos à escala**. Revista de economia e agronegócio - REA, vol.1, Nº 2, 2015.

LAMBRECHT, Edson et al. **Nota técnica**: custos de manutenção preventiva para tratores em função do tipo de tração e categoria do sistema hidráulico. Revista Engenharia na Agricultura-REVENG, v. 23, n. 3, p. 270-277, 2015.

LEÓN, Brian Daniel Jaramillo; LEITE, Jônatas Boás. **Otimização multiobjetivo para planejamento da manutenção preventiva em redes de distribuição considerando índices de confiabilidade e crescimento da vegetação**. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2020.

LOPES, Carla Sofia Oliveira. **Gestão da produção e da manutenção preventiva de equipamentos na indústria automóvel**. 2019. Tese de Doutorado.

MAFF, Douglas et al. **Estudo de Campo em Gestão de Manutenção**. Anais da Engenharia de Produção/ISSN 2594-4657, v. 1, n. 1, p. 74-85, 2017.

MENGUE, D. C.; SELLITTO, M. A. **Estratégia de manutenção baseada em funções de confiabilidade para uma bomba centrífuga petrolífera**. Revista Produção Online, Florianópolis, v. 13, n. 2, p. 759-83, abr./jun. 2013.

MEYER, Wagner et al. **Avaliação de operadores e técnicos de manutenção de máquinas agrícolas no setor canavieiro**. Multi-Science Journal, v. 1, n. 3, p. 64-68, 2015.

NAVARRO, Z.; CAMPOS, S. K. **A pequena produção rural e as tendências do desenvolvimento agrário brasileiro:** ganhar tempo é possível? Brasília: CGEE, 2013.

PEREIRA, M. J. **Engenharia de** manutenção: teoria e prática. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.

PRASS, Leandro C.; NUNES, Fabiano Lima. **Implantação da manutenção preventiva em um centro de usinagem cnc de uma indústria moveleira**. Produção em Foco, v. 9, n. 2, p. 43-73, 2019.

SANTOS, N. A. dos; SELLITTO, M. A.. **Estratégia de manutenção e aumento da disponibilidade de um posto de compressão de gases na indústria petrolífera**. Revista Produção Online, Florianópolis, v. 16, n. 1, p. 77-103, jan./mar. 2016.

SELLITTO, Miguel Afonso. **Formulação estratégica da manutenção industrial com base na confiabilidade dos equipamentos**. Production, v. 15, p. 44-59, 2005.

SILVEIRA, C. B. **Confiabilidade e disponibilidade de máquinas**: um exemplo prático. Sorocaba: Citisystems, 2015.

SOUZA, V. C. **Organização e gerência da manutenção**: planejamento, programação e controle de manutenção. 4. ed. São Paulo : All Print, 2011.

TAKAHARA, Vinicius Jurkonis; RODRIGUES, Anderson Lacerda. **Proposta de um plano de manutenção preventiva para um mercado de pequeno porte**. Trabalhos de Conclusão de Curso do DEP, v. 13, n. 1, 2018.

WEDEKIN, Tawane Faria. **Gestão da manutenção para uma empresa com frota de caminhões e máquinas agrícolas.** 2021. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

WOHLFAHRT, Augusto Bicca. **Manutenção preventiva de tratores agrícolas: uma revisão bibliográfica.** 2022. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal do Pampa, Itaqui, 2022.