

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

TAWANE FARIA WEDEKIN

**GESTÃO DA MANUTENÇÃO PARA UMA EMPRESA COM FROTA DE
CAMINHÕES E MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

UBERLÂNDIA, MG

2021

TAWANE FARIA WEDEKIN

**GESTÃO DA MANUTENÇÃO PARA UMA EMPRESA COM FROTA DE
CAMINHÕES E MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Zuquete Guarato

UBERLÂNDIA, MG

2021

TAWANE FARIA WEDEKIN

**GESTÃO DA MANUTENÇÃO PARA UMA EMPRESA COM FROTA DE
CAMINHÕES E MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Engenharia
Mecânica da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel em
Engenharia Mecânica.

Uberlândia, 21 de outubro de 2021.

Banca Avaliadora:

Prof. Dr. Alexandre Zuquete Guarato – Orientador (FEMEC)

Profa. Dra. Priscila Ferreira Barbosa de Sousa – Docente (UFU)

Dra. Karina Mayumi Tsuruta – (UFU)

UBERLÂNDIA, MG

2021

WEDEKIN, TAWANE FARIA. **Gestão da Manutenção para uma Empresa com Frota de Caminhões e Máquinas Agrícolas**. 2021. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel) – Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

RESUMO

Este trabalho, através de uma abordagem qualitativa exploratória, sugere a adoção de ferramentas de gestão da manutenção aplicadas à uma empresa de transporte, colheita e despendoamento de milho, utilizando-se do estudo das práticas de manutenção, indicadores de desempenho e ferramentas de qualidade já consolidados. Observadas as maiores dificuldades da organização, e esperando que ferramentas descomplicadas possam consolidar-se mais facilmente - ocasionando menor impacto cultural - foram apresentados modelos e abordagens que poderão ser utilizados na priorização de equipamentos, mapeamento de processos, padronização de atividades, desenho de cronogramas de manutenção, e implementação de indicadores básicos.

WEDEKIN, TAWANE FARIA. **Maintenance Management for a Truck and Agricultural Machinery Fleet Company**. 2021. 60p. Final Course Assignment (Bachelor) – Mechanics Engineering Graduation, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

ABSTRACT

This work through a qualitative exploratory approach suggests the adoption of maintenance management tools applied to a company transporting, harvesting and detachment maize, using the study of maintenance practices, performance indicators and consolidated quality tools. Considering the major difficulties of the organization and hoping that uncomplicated tools can be consolidated more easily, causing less cultural impact, models and approaches have been presented that can be used in the prioritization of equipment, process mapping, activity standardization, design of maintenance schedules, and implementation of basic indicators.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Evolução das Técnicas de Manutenção.....	14
Figura 2 – A engenharia de manutenção e os tipos de ação da manutenção.....	19
Figura 3 – Fluxo de classificação e quadro de critérios.....	29
Figura 4 - Caminhão Mercedes Benz com implemento de grades, em operação para transporte de espigas de sementes de milho.....	33
Figura 5 - Colheitadeira OXBO 2460 (modelo 2020) durante o recolhimento das espigas de semente de milho no campo.....	34
Figura 6 - Colheitadeira Oxbo 2460 (modelo 2020) basculando sua caçamba para enchimento da carreta no campo de milho.....	35
Figura 7 - Colheitadeira Oxbo 2460 (modelo 2020) sem implemento de colheita.....	35
Figura 8 - Implemento para colheita de espiga de milho, plataforma articulada Oxbo série 60.....	36
Figura 9 - Diagrama esquemático de hierarquia da equipe de manutenção de colheitadeiras.....	37
Figura 10 - Safras de Milho no Brasil.....	37
Figura 11 - Fluxograma de solicitação e registro de manutenção corretiva em períodos de safra.....	43
Figura 12 - Exemplo de plano de manutenção preventiva dividido por equipamento.....	47
Figura 13 - Exemplo de plano de manutenção preventiva dividido por tipo de ação.....	47
Figura 14 - Exemplo de plano de manutenção preventiva dividido por periodicidade.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz GUT aplicada em Análise de Criticidade	30
Tabela 2 - Mapeamento inicial de atividades e responsáveis.	42
Tabela 3 - Informações disponibilizadas pela operação.....	49
Tabela 4 - Indicadores de desempenho da manutenção entressafra.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
GUT	Gravidade, Urgência e Tendência
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
JIPM	<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i>
MDT	<i>Mean Down Time</i>
MRT	<i>Mean Repair Time</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i>
OS	Ordens de Serviço
PCM	Planejamento e Controle de Manutenção
POP	Procedimentos Operacionais Padrão
PTU	Paracatu
RCM	<i>Reliability Centered Maintenance</i>
UDI	Uberlândia

SUMÁRIO

RESUMO.....	3
ABSTRACT	4
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	5
LISTA DE TABELAS	6
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	7
SUMÁRIO.....	8
1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS DE MANUTENÇÃO.....	11
2.2 TIPOLOGIA DE MANUTENÇÃO.....	14
2.2.1 Manutenção Corretiva	14
2.2.2 Manutenção Preventiva.....	15
2.2.3 Manutenção Preditiva.....	15
2.2.4 Manutenção Detectiva.....	16
2.2.5 Manutenção Autônoma	16
2.2.6 Engenharia De Manutenção.....	17
2.2.7 Breve Comparação	18
2.3 GESTÃO DA MANUTENÇÃO.....	20
2.3.1 Planejamento e Controle de Manutenção	21
2.3.2 Indicadores de Manutenção Básicos.....	22
2.3.3 Criticidade dos Equipamentos.....	27
3 METODOLOGIA	31
4 ESTUDO DE CASO	33
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	33
4.2 AS PRÁTICAS DE MANUTENÇÃO	36

4.2.1	Planejamento	37
4.2.2	Controle.....	38
4.2.3	Execução.....	39
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
5.1	MAPEAMENTO E PADRONIZAÇÃO DE PROCESSOS	41
5.1.1	Fluxograma de Processos.....	42
5.1.2	Procedimentos Operacionais Padrão	43
5.2	PLANOS DE MANUTENÇÃO	45
5.2.1	Estudo de Criticidade	45
5.2.2	Visibilidade do Plano	46
5.2.3	Controle de Entressafra.....	48
6	CONCLUSÃO	51
	REFERÊNCIAS.....	52
	APÊNDICE A.....	56
	APÊNDICE B.....	59
	APÊNDICE C	60

1 INTRODUÇÃO

Completando 30 anos de atuação no mercado, a empresa onde realizou-se este estudo tem como principal atividade o transporte de sementes de milho em espigas e/ou granel para beneficiamento, da entrega de sementes tratadas para o produtor, além de outros cereais e insumos agrícolas. Impulsionada pelo crescimento do mercado e pela demanda de terceirização de serviços no agronegócio, expandiu sua atuação para colheita mecanizada de semente de milho em espiga e em grãos, além do despendoamento mecânico do cultivo das sementes.

Fundada na cidade de Patos de Minas (MG), em 1991, a empresa atende toda região centro oeste, sudeste e sul do país. Além da matriz, possui filiais em Uberlândia (MG), Paracatu (MG), Formosa (GO) e Rio Verde (GO), alcançando cerca de 70% do mercado interno e atendendo as maiores empresas do setor de sementes de milho inclusive fora de solo brasileiro, já atuando em países da América do Sul (Argentina e Chile) e leste europeu (Romênia).

Embora operacionalmente consolidada, a empresa enfrenta numerosos desafios no que tange a manutenção de seus equipamentos devido à uma gestão ultrapassada e ineficiente. Havendo pouco ou nenhum controle sobre a vida do maquinário e frota veicular, o setor não é capaz de adequar estoque de insumos, realizar planejamento financeiro, ou garantir capacitação do time, o que eleva a sobrecarga do time, que está sempre atuando de forma reativa, bem como prejudica o cumprimento de prazos e qualidade do serviço prestado.

O presente trabalho pretende através da revisão bibliográfica de autores consolidados, bem como outros estudos publicados em monografias, dissertações e artigos, determinar os passos para a implementação da gestão de manutenção na empresa citada, estabelecendo métodos de controle e indicadores essenciais para boas práticas. Para tanto, utiliza-se da apresentação de conceitos básicos sobre o setor de manutenção e sua gestão, contextualizando métodos de controle e planejamento, bem como indicadores consolidados pela literatura; descrição de práticas de gestão para frotas veiculares; descrevendo as práticas atuais na empresa e os motivos pelos quais necessita de novas práticas na gestão da manutenção.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define manutenção como a “Combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.” (ABNT, 1994, p. 06).

Para Neto e Lima (2002, p. 01), a manutenção é definida como "um conjunto de procedimentos que visa ao perfeito funcionamento de uma máquina, equipamento, ferramenta ou instalação o máximo tempo possível para prevenir prováveis falhas" promovendo alta disponibilidade para "evitar estrangulamento das etapas e perdas por paradas não programadas".

Verifica-se que, para a extensa maioria dos autores, o conceito manutenção engloba prevenção (manter) e correção (restabelecer), agindo numa combinação de ações técnicas, econômicas e de gestão, essencial no ciclo de vida dos equipamentos. (FIGUEIREDO, 2017).

2.1 EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS DE MANUTENÇÃO

Ao longo das décadas, as práticas de manutenção foram evoluindo de modo a transformar um sistema de alto custo e baixa disponibilidade em um trabalho de custo ótimo, com alta disponibilidade e confiabilidade de equipamentos.

Segundo Kardec e Nascif (2009) a primeira fase ocorre em um contexto pré Segunda Guerra Mundial, numa indústria com baixa mecanização, onde os equipamentos eram em sua maioria superdimensionados. A produtividade acontecia em escala reduzida, o que tornava a preocupação com manutenção restrita à limpeza, lubrificação e reparo após quebra dos equipamentos. Nesta fase, realizava-se fundamentalmente manutenção corretiva não-planejada, onde a competência necessária era executar o reparo com sucesso, aceitando que naturalmente toda máquina se desgastaria e sofreria falhas com o passar do tempo.

De acordo com Branco Filho (2008), não existiam pessoal encarregado pelos reparos, quando falhas graves surgiam eram sanadas com acompanhamento do

fabricante do referido equipamento. Souza (2008) aponta que durante o processo de implantação da produção em série instituída por Ford, as fábricas passam a necessitar da criação de equipes capazes de efetuar reparos no menor tempo possível, surgindo assim um setor com a premissa básica de reparar e subordinado à operação, estrutura que permanece até aproximadamente a década de 1930.

Para Branco Filho (2008) a Segunda Grande Guerra apresentou a necessidade de aumento da produção e cumprimento de metas, trazendo à indústria uma preocupação além da correção de falhas, passando ao pensamento de prevenção das mesmas. Já entre as décadas de 1950 e 1970, período em que as demandas por produtos de todo tipo cresciam enquanto mão de obra industrial se tornava escassa, a segunda geração da manutenção se encontrava no aumento da mecanização e complexidade das plantas fabris. Começava então a necessidade por disponibilidade (seção 3.2.3), uma vez que o bom funcionamento das máquinas estava diretamente relacionado à eficiência da produção, Kardec e Nascif (2009) reiteram que se chegou ao princípio de que falhas podiam e deviam ser evitadas, nascendo então o conceito de manutenção preventiva.

Inicialmente as intervenções preventivas eram realizadas à intervalos fixos, concepção que ficou conhecida na época como Preventivo Periódico ou Preventivo Sistemático (SOUZA, 2008), o que elevou muito o custo em comparação com procedimentos operacionais, dando o pontapé então para a criação de sistemas de planejamento e controle de manutenção, iniciando também a noção sobre confiabilidade. (KARDEC; NASCIF. 2009).

A partir da década de 1970 as paradas na produção já eram vistas como uma preocupação generalizada dentro da indústria, afetando custos, qualidade e produtividade. Ao mesmo tempo em que o crescimento da automação começava a sinalizar confiabilidade e disponibilidade como pontos chave para padrão de qualidade, os padrões de segurança e meio ambiente cresciam exponencialmente e as fábricas precisavam se adaptar. Em consequência disso, têm-se não apenas o reforço nas atividades preventivas, como também a consolidação do conceito de confiabilidade e o início da busca pela manutenção centrada neste indicador, contudo a falta de integração entre setores como engenharia, manutenção e operação eram causadores de alta taxa de falha prematura. (KARDEC; NASCIF. 2009).

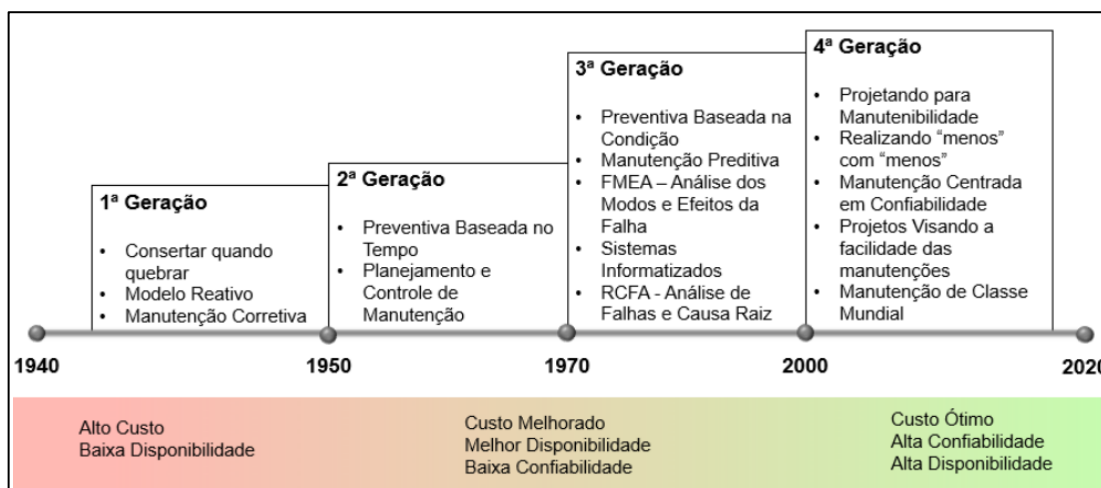
Ao final da década de 1980, após exigentes níveis de qualidade dos produtos e serviços, a manutenção começa a subir ao patamar de importância já experimentado pela operação, reconhecida pela *International Organization for Standardization* (ISO) em 1993, com a revisão da norma série 9000, que acrescentou a função manutenção no processo de certificação de qualidade. (SOUZA, 2008).

Já no fim do século XX, a manutenção como equivalente à operação, a Engenharia de Manutenção e o Planejamento e Controle de Manutenção (PCM) passam a desempenhar funções estratégicas dentro da produção, auxiliando gerentes em suas tomadas de decisão através do manejo de informações e análise de resultados. (SOUZA, 2008). Inicia-se então a quarta geração da manutenção, tendo como principal desafio a diminuição das taxas de falha prematura além da busca por disponibilidade, confiabilidade e manutenibilidade (seção [2.3.2.4](#)) como principais indicadores de eficácia da manutenção, consagrando como melhorador de performance os métodos de análise de falha. (KARDEC; NASCIF. 2009).

Finalmente, visando intervir cada vez menos na planta, evitando paradas de produção de qualquer natureza, a manutenção preventiva ou programada entra em queda e começa a ser mais comum a aplicação de controle e monitoramento dos equipamentos: a manutenção preditiva. Levando ainda a recorrência de procedimentos corretivos ao patamar de indicador de ineficácia.

Olhando o panorama geral apresentado na figura 1, observamos de forma sucinta a evolução do olhar sobre o que traduz eficácia de manutenção e as mudanças nos métodos de trabalho. Para Souza (2008) a função manutenção experimentou um impressionante processo de evolução em seus anos de existência formal, seguindo por um caminho de perfeito desempenho estratégico dentro das empresas.

Figura 1 - Evolução das Técnicas de Manutenção



Fonte: TELES, J. (2018, p. 17)

2.2 TIPOLOGIA DE MANUTENÇÃO

2.2.1 Manutenção Corretiva

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1994, p. 07) a manutenção corretiva é “[...] efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.”.

Ainda de acordo com a norma definem-se os termos de manutenção programada e não programada, sendo aqueles procedimentos realizados de acordo com programação preestabelecida e aqueles depois da recepção de uma informação relacionada ao estado de um item, respectivamente. (ABNT, 1994).

Contudo, para Kardec e Nascif (2009) sempre que atuamos num equipamento que apresentou defeito ou desempenho inadequado estamos realizando manutenção corretiva, portanto não se limita apenas à ocorrência da falha e pode ser definida em duas classes: manutenção corretiva planejada e manutenção corretiva não planejada.

Em geral, a manutenção corretiva não planejada, ou simplesmente manutenção emergencial, acarreta elevados custos diretos e indiretos, como perda de produtividade ou qualidade da produção além da falha provavelmente afetar o equipamento de maneira mais ampla, acarretando novos defeitos.

Por outro lado, a manutenção corretiva planejada é a correção de qualquer desempenho inferior ao esperado ou falha por decisão gerencial, normalmente baseada em mudanças nos parâmetros de condições da manutenção preditiva, acarretando um trabalho mais rápido, seguro e com maior qualidade.

2.2.2 Manutenção Preventiva

“Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item. ” (ABNT, 1994, p7).

Para Kardec e Nascif (2009) a manutenção preventiva será mais conveniente quanto maiores forem as consequências de falhas, seja nos custos diretos de manutenção e produção, ou ainda nos riscos de segurança pessoal e ambiental.

As condições ambientais e operacionais influenciam diretamente na expectativa de degradação e, portanto, definem a periodicidade deste tipo de intervenção, que pode ser por tempo, produtividade, horas trabalhadas ou uma mistura de ambos. Contudo, a manutenção preventiva tira o equipamento de operação para as intervenções programadas, e a depender da frequência estabelecida pode acarretar intervenções prematuras, fatores que elevam custos.

Além disso, não é capaz de prever falhas causadas por questões esporádicas, que vão além do desgaste do equipamento, como por exemplo erro humano, contaminação do sistema, danos de partida/parada, entre outros.

2.2.3 Manutenção Preditiva

Este modelo permite programar manutenções baseando-se em alterações de desempenho constantemente monitoradas, permitindo a operação do equipamento pelo maior tempo possível. Atua durante todo tempo de produção, privilegiando a disponibilidade e faz a intervenção corretiva programada quando necessário.

“Manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.” (ABNT, 1994, p7).

Para implementação de sistemas de monitoramento, os custos do equipamento devem ser condizentes e a operação deve possibilitar a instalação dos instrumentos necessários. Além disso, as falhas devem ser oriundas de causas possíveis de medir e o acompanhamento, análise e diagnóstico devem ser sistematizados. (KARDEC; NASCIF, 2009).

2.2.4 Manutenção Detectiva

Define-se por um tipo de intervenção realizada em sistemas de proteção e objetiva detectar falhas ocultas ou não perceptíveis à operação e outros métodos de manutenção. (MOUBRAY, 2000 apud SOUZA, 2008).

2.2.5 Manutenção Autônoma

A manutenção autônoma é caracterizada, segundo Fogliatto e Ribeiro (2009), como atividades diárias de manutenção envolvendo os operadores do equipamento, tais como reajustes, lubrificação, limpeza e inspeções. Viana (2002) aponta que diversos profissionais do setor mantenedor não classificam este como um tipo de manutenção, mas como alicerce da manutenção produtiva total, contudo o autor considera que existindo um sistema de planejamento que objetiva conservar o bom funcionamento do equipamento, deve ser considerado como atividade mantenedora.

Xenos (1998) traz ainda que este tipo de atividade manterá operadores motivados a relatar suspeitas de anomalia, como ruídos, odores, vibração e temperatura incomuns nos equipamentos, evitando a ocorrência de falhas relacionadas.

Com colaboradores bem orientados a respeito das práticas adequadas e comprometidos com a saúde de funcionamento de seus equipamentos, a manutenção autônoma pode propiciar bons resultados, além de fortalecer o sentimento de dono e os conhecimentos do operador sobre a máquina.

2.2.6 Engenharia De Manutenção

Depois do conceito de prever falhas, esta é mais uma quebra de paradigmas na manutenção e envolve uma mudança cultural e se dedica a estabelecer rotinas e implantar melhorias. A denominação “engenharia de manutenção” surgiu entre os anos 1950 e 1960 de acordo com Trombeta (2017), quando a globalização somada aos programas de qualidade trouxe a necessidade de conter custos e aumentar a produtividade, forçando a manutenção a adotar uma perspectiva de maior conscientização sobre como as falhas afetam segurança e meio ambiente, sobre a relação de bom estado dos equipamentos com a qualidade do produto, uma maior pressão para atingir alta disponibilidade ao mesmo tempo em que os custos deviam ser reduzidos.

Viana (2002) reforça que auxiliada pelo conhecimento empírico e científico, a engenharia de manutenção promove o progresso tecnológico da manutenção, e, portanto, deve contar com pessoas e metas de alto nível. Zen (2004) estabelece que os profissionais da engenharia de manutenção devem possuir conhecimentos profundos em controle e programação de manutenção, além de informática, processos administrativos e financeiros. Para ambos os autores, dentre as atribuições dos profissionais da área, está a busca por melhorias, apoio técnico, normalização de procedimentos e especificações, desenvolvimento e qualificação de fornecedores.

Kardec e Nascif (2009) explicam que a engenharia de manutenção se utiliza dos dados levantados pela manutenção para executar melhoria contínua, acarretando aumento da segurança, confiabilidade e disponibilidade, melhora a manutenibilidade dos equipamentos e a capacitação do pessoal, faz estudos de falhas e elimina problemas crônicos, cria planos de inspeção para análise e acompanha indicadores, entre outras atividades que melhoram o trabalho da execução de manutenção.

2.2.7 Breve Comparação

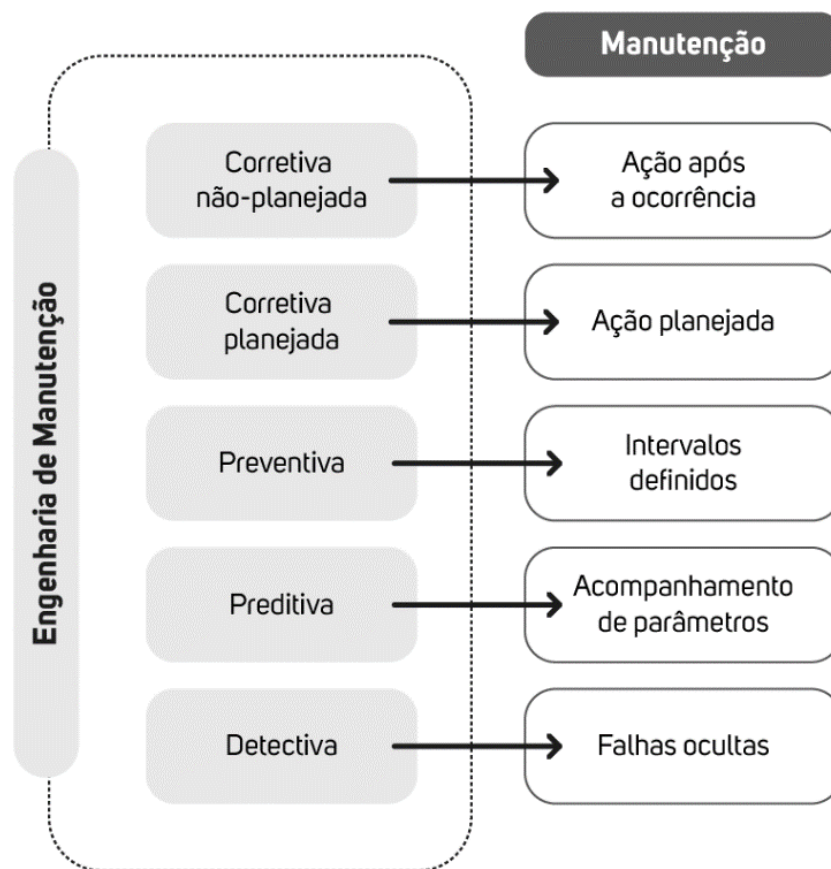
Do ponto de vista de custos, a manutenção corretiva é mais barata do que prevenir falhas, por outro lado pode causar grandes perdas devido às paradas na produção. Se as ações preventivas não forem viáveis ou economicamente vantajosas, a manutenção corretiva pode ser um método adequado, e caso seja escolhido, será preciso oferecer os recursos necessários como mão de obra, ferramental e material de reposição disponíveis para ação rápida, além de se manter insatisfeito com a ocorrência de falhas, trabalhando na identificação e bloqueio das causas.

A manutenção preventiva por sua vez, é mais cara do ponto de vista dos custos diretos pois os componentes são substituídos com frequência maior, geralmente antes de atingirem seu limite de vida, no entanto, isso implica em maior disponibilidade dos equipamentos e conseqüentemente reduz perdas por parada da produção, ou seja, considerando custos totais, a preventiva é mais barata e ainda permite maior controle e planejamento do trabalho (XENOS, 1998).

Destarte, volta-se o olhar para a manutenção preditiva, que permite estender os intervalos de manutenção de modo a otimizar a troca ou reforma de peças, pois prevê quando o componente está mais próximo do seu limite de vida, baseando-se em dados e não mais em estimativas temporais. Xenos (1998) complementa que a tecnologia possibilitou o desenvolvimento de todo tipo de técnicas para prever falhas, algumas bastantes caras e sofisticadas, levando este tipo de manutenção à um patamar diferente dentro das empresas, que por vezes estabelecem equipes exclusivas de engenheiros e técnicos especializados, mas é preciso lembrar que ela nada mais é que um dos elementos da manutenção preventiva.

Nesta conjuntura comparativa entre custo-benefício, a engenharia de manutenção configura o estudo dos equipamentos e a adequação das estratégias de manutenção de acordo com a necessidade de cada um. O organograma a seguir (figura 2) apresenta de forma simplificada os tipos de manutenção e suas ações, onde podemos observar a atuação da engenharia de manutenção como conciliadora de métodos e essencial para uma gestão mais adequada dos recursos da manutenção.

Figura 2 – A engenharia de manutenção e os tipos de ação da manutenção



Fonte: adaptado de Kardec e Nascif (2009)

2.3 GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Para Xenos (1998) a visão de que a manutenção é uma função estratégica e merece ser gerenciada com eficiência vem da maior preocupação com a qualidade e a produtividade, da maior ocorrência de assuntos relacionados à segurança, questões ambientais, envelhecimento de equipamentos e preocupação para atender à normas regulamentadoras cada vez mais rígidas. Contudo, segundo o autor, a manutenção permanece ainda sendo vista por muitos com uma visão ultrapassada, causando desentendimentos entre este setor e outros, como o de produção/operação.

Designar manutenção como um conjunto de atividades de reparo é um erro comum que fomenta este mal entendimento; as atividades de detecção, reparo, investigação de causa e contramedidas para reincidência de falhas fazem parte das atividades de manutenção, mas devem ser esporádicas e não o padrão de trabalho das equipes. Além dos consertos de equipamentos, é preciso que haja ações para evitar falhas e ainda melhorias que envolvam a modificação das condições originais, visando mais confiabilidade e desempenho dos mesmos.

"A manutenção é indispensável à produção e pode ser considerada como a base de toda atividade industrial." (XENOS, 1998, p.13).

Segundo Xavier (2000) no Brasil ainda é comum que empresas apresentem manutenção de terceiro mundo, reconhecidas através de determinadas características:

- Alta taxa de retrabalho;
- Falta de pessoal qualificado;
- Convivência com problemas crônicos;
- Falta de sobressalentes no estoque;
- Número elevado de serviços não previstos;
- Baixa Produtividade;
- Histórico de manutenção inexistente ou não confiável;
- Falta de planejamento prévio;
- Abuso de "gambiarra";
- Horas extras em profusão;
- Total falta de tempo para qualquer coisa.

Características destacadas pela ineficiência de resultados e sobrecarga de trabalho, levando à determinadas consequências, visíveis pelo comportamento das pessoas envolvidas:

- Moral do time sempre em baixa;
- Falta de confiança dos clientes;
- Constante falta de pessoal;
- Não cumprimento de prazos;
- Elevado número de equipamentos abertos (em manutenção);
- Baixa disponibilidade;
- Tempo Médio Entre Falhas baixo;
- Perda de produção por problemas de equipamentos;
- Manutenção predominantemente corretiva não planejada;
- Não se mede, não se estuda, não se planeja.

Neto e Lima (2002) afirmam que para um bom gerenciamento da manutenção são necessários alguns conhecimentos administrativos, que envolvem funções de planejamento, programação e controle. Para os autores a função de planejar envolve o conhecimento sobre os trabalhos e recursos para sua execução, enquanto programar é a atividade de determinar quais recursos e prazos de cada atividade. O controle por sua vez, engloba estabelecer com antecedência normas de execução alinhadas aos objetivos da empresa.

2.3.1 Planejamento e Controle de Manutenção

De acordo com Teles (2019^b) o surgimento do Planejamento e Controle de Manutenção (PCM) ocorreu durante a segunda geração (seção [2.1](#)), com a necessidade de gerenciar a cadeia de atividades por trás da manutenção preventiva. Seus objetivos englobam promover, participar e garantir que se tenha elevada confiabilidade e disponibilidade dos ativos enquanto se otimiza os recursos da manutenção. A disponibilidade de um equipamento, sistema ou componente representa o percentual de tempo em que ele está disponível para executar as funções estabelecidas, enquanto a confiabilidade retrata a probabilidade de estar em funcionamento por um determinado tempo. Ainda existem empresas que não

possuem um departamento de Planejamento e Controle de Manutenção, e para o autor isto as coloca cerca de 70 anos atrasadas do restante do mundo.

Trombeta (2017) diz que o PCM é considerado o coração da Manutenção e possui grande importância para uma boa gestão, sendo responsável pelas informações das plantas, equipamentos e instalações; definição da importância/criticidade dos ativos; especialidades de manutenção; informações técnicas; histórico da manutenção e planos de manutenção. Xenos (1998, p. 171), afirma ainda que “O planejamento e a padronização são as bases para melhorar o gerenciamento da manutenção”.

Costa, Melo e Santos (2020) apontam que o planejamento e controle de manutenção busca por melhorias continuamente, para que falhas e paradas do equipamento não venham a ocorrer, elevando desempenho e confiabilidade das máquinas. Para os autores, o planejamento é composto de ações coordenadas que objetivam o atingimento de metas estabelecidas, enquanto o controle se dá através do acompanhamento das atividades para garantir que sejam realizadas conforme o planejado. Kardec e Nascif (2009) acrescentam que um sistema de controle irá permitir identificar quais os serviços a serem executados, quais recursos serão necessários para a execução, quanto será o custo do serviço, quanto tempo irá levar para executá-lo, que material será aplicado e quais são as ferramentas necessárias para a execução.

Ademais, de acordo com Pereira (2009) o PCM é responsável não apenas pelo planejamento preventivo, elaboração de relatórios gerenciais e controle dos indicadores, mas também pela gestão das Ordens de Serviço (OS) ou Ordens de Manutenção (OM), dentre outras funções. Viana (2006) explica que uma Ordem de Manutenção, comumente conhecida como “OM” é um documento de registro que descreve os procedimentos de manutenção a serem realizados, e para Branco Filho (2008) a OM deve ser emitida e aprovada antes da execução do serviço.

2.3.2 Indicadores de Manutenção Básicos

O trabalho de um núcleo de PCM só é possível a partir do controle das informações, por isso o primeiro passo é a definição de indicadores essenciais de acordo com a estratégia da empresa. Para Xavier ([201-?], p. 01) “Somente os indicadores permitem uma quantificação e acompanhamento dos processos, banindo a subjetividade e propiciando as correções necessárias” na performance da manutenção, atuando como chaves da tomada de decisão. Figueiredo (2017) ainda reforça que devem ser um conjunto de indicadores amigáveis e fáceis de serem compreendidos, capazes de mostrar a direção face às metas da organização.

Zen (2003) por sua vez, chama a atenção para a existência de numerosos indicadores e o fato de que por vezes os profissionais se perdem na eficácia das medições, exagerando em quantidade de números. Por isso, traz em sua visão fazer o mais simples, descartando o desnecessário e organizando o necessário para desenvolver padrão e manter a disciplina. Para iniciar a organização de uma estrutura de manutenção, a sugestão do autor é que se faça medições, como uma primeira etapa que precisa ser acompanhada regularmente e devidamente implementada, de:

- Hora Parada/Indisponível: período entre a comunicação de indisponibilidade do item e sua liberação;
- Hora de Espera: tempo entre a comunicação de indisponibilidade e o momento de início do atendimento;
- Hora de Impedimento: tempo dispendido com ações que não dependem diretamente do time de manutenção, mas equipes auxiliares como compras, projetos, entre outros e;
- Disponibilidade: nada mais que o resultado de um bom acompanhamento de hora parada.

A segunda etapa de controle contaria com indicadores de Custo de Manutenção, MTBF, MTTR, Confiabilidade e Manutenibilidade.

2.3.2.1 Tempo De Restabelecimento Médio

Tempo de restabelecimento médio, para a NBR 5462 (ABNT, 1994), ou Tempo Médio de Reparo, do inglês *Mean Time To Repair* (MTTR), é descrito por Kardec e

Nascif (2007) como o tempo despendido para intervenções, ou o tempo entre a ocorrência da falha e o restabelecimento da operação. Inclui o tempo de espera utilizados para diagnóstico, desmontagem, espera de insumo, substituição, remontagem, ajustes e testes.

O indicador é definido por Tavares (1999) como relação entre o tempo total de intervenção corretiva em determinados itens e o número total de falhas detectadas nos mesmos, como mostra a equação:

$$MTTR = \frac{\sum \text{horas indisponíveis para operar devido manutenção}}{\sum \text{quantidade de intervenções corretivas no período}} \quad (1)$$

O bom desempenho deste índice traduz boa manutenibilidade e bom desempenho do PCM, assim como considera a capacitação dos profissionais que executam as intervenções. É um dos indicadores utilizados mundialmente para cálculo de disponibilidade. (FARAH, 2017).

2.3.2.2 Tempo Médio Entre Falhas

Tempo Médio Entre Falhas, do inglês, *Mean Time Between Failures* (MTBF), é outro indicador utilizado no cálculo de disponibilidade e se relaciona com a confiabilidade do ativo. Para seu cálculo leva-se em consideração as horas disponíveis do equipamento e o número de intervenções corretivas no período em questão, ou seja, nada mais é que a média de tempo entre as falhas de um mesmo ativo. (FILHO, 2000).

$$MTBF = \frac{\sum \text{horas disponíveis para operar}}{\sum \text{quantidade de intervenções corretivas no período}} \quad (2)$$

O aumento deste índice revela boa disponibilidade do ativo, correspondendo à um aumento das horas disponíveis para operação e um menor número de intervenções, apresentando também boa confiabilidade. (FARAH, 2017)

2.3.2.3 Disponibilidade

Resumida por Branco Filho (2000) como sendo a probabilidade de um equipamento ou instalação estar disponível em um determinado período de tempo, a disponibilidade é definida pela Norma Brasileira como:

“Capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados.” (ABNT, 1994, p. 02)

O indicador disponibilidade relaciona o tempo de operação do ativo com o tempo parado para manutenções, e pode ser calculado a partir do MTTR e MTBF, vistos nas seções anteriores, como:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \quad (3)$$

Xavier (202-?) afirma que o principal objetivo da manutenção é proporcionar a mais alta disponibilidade, estando a mesma associada aos índices de confiabilidade através do MTBF, e de manutenibilidade, por meio do MTTR.

2.3.2.4 Manutenibilidade

É uma medida de desempenho da capacidade de um item em ser mantido ou recolocado em condições de uso especificadas para execução de suas funções, quando a manutenção é executada mediante procedimentos, condições e meios definidos. (ABNT, 1994). Ou seja, a probabilidade de que um equipamento, máquina ou componente avariado possa ser colocado novamente em seu estado operacional. (ZEN, 2003).

Ainda segundo a norma, são medidas de manutenibilidade: Taxa de reparo instantânea, Taxa de reparo média, Tempo de manutenção médio em homens-hora, Tempo de indisponibilidade médio (MDT), Tempo de reparo médio (MRT), Tempo de

manutenção corretiva efetiva médio, Tempo de restabelecimento médio (MTTR), Eficiência de detecção de panes e Eficiência de reparo.

2.3.2.5 Custos de Manutenção

Como apontado por Teles (2019^b) quando se trata de eficácia, a manutenção deve entregar aos clientes internos (outros setores da empresa) disponibilidade confiável a baixo custo, por isso o indicador de custos de manutenção pode ser visto como um dos mais importantes e deve, para Zen (2003), contemplar gastos de intervenção, custos próprios do setor e ainda somar custos de perdas de produção e de perda de oportunidade nos casos em que se aplica. Pinto (1994, apud FIGUEIREDO (2017)) definiu três categorias onde os custos de manutenção podem ser divididos:

1. Custos diretos de manutenção: aqueles ocasionados para manter o funcionamento de máquinas e equipamentos, como gastos com inspeções regulares, manutenções sistemáticas, reparos e ajustes de máquinas;
2. Custos indiretos de manutenção: estão relacionados à estrutura de gestão e apoio administrativo tais como os gastos da engenharia de manutenção, para realização de estudos e análises de melhorias, supervisão, entre outros;
3. Custos de perda de produção: oriundos da perda de produção causada por falhas, quebras ou baixo desempenho dos equipamentos produtivos.

Temos ainda, segundo Mirshawa e Olmedo (1993), que o custo de indisponibilidade contempla além dos custos de perda de produção, os decorrentes da não qualidade dos produtos, da recomposição da produção e das penalidades comerciais, com possíveis consequências na imagem da empresa.

2.3.3 Criticidade dos Equipamentos

Para Costa, Melo e Santos (2020) uma das atribuições fundamentais de um planejamento é a verificação e estudo dos equipamentos, buscando compreender qual tipo de manutenção melhor se adequa em cada caso, para que então seja criado um cronograma que contemple a programação de paradas de acordo com os tipos e tempos necessários para cada intervenção. Este tipo de estudo pode ser executado através de uma Análise de Criticidade dos Equipamentos, utilizada como ferramenta para determinação da priorização e definição de técnicas para atendimento da manutenção.

Os autores Horenbeek & Pintelon (2010) ressaltam a importância de estabelecer os níveis de criticidade os quais podem expressar a relevância de cada equipamento dentro do processo produtivo, levando em consideração fatores como segurança, qualidade, impactos ambientais e econômicos, além de funções operacionais, sendo que as falhas ou quebras dentro de cada fator podem ser fundamentados pelas suas consequências.

Baran (2015) lembra que os equipamentos e sistemas cujas falhas tenham a capacidade de afetar a produção, qualidade do produto e processo possuem grande relevância sobre na análise de criticidade por parte dos gestores, principalmente por impactarem financeiramente na organização. Por isso, Mobley (2008) aponta que os critérios de manutenção para determinação da importância de um equipamento dentro de um processo de produção ou serviço devem contemplar a disponibilidade do mesmo, ou seja, é necessário que se identifique o impacto da ausência do equipamento e quanto sua função representa na produção.

Para Smith e Hawkins (2004) a análise de criticidade identifica e classifica efeitos e eventos potenciais baseados no seu impacto e importância para o processo, e pode ser conduzida de forma quantitativa ou qualitativa. A abordagem quantitativa consiste na obtenção de um número crítico a partir das taxas de falhas, taxa dos modos de falhas, taxas de efeitos das falhas com valores conhecidos e confiáveis, utilizando-se de métodos e fórmulas. O método qualitativo é utilizado quando não há dados disponíveis sobre as falhas, sendo necessário classificar a criticidade de forma

subjetiva com base no conhecimento tácito da equipe de análise, contudo recomenda-se a coleta de dados e a utilização de métodos quantitativos.

A escolha do método a ser utilizado em análise de criticidade dependerá de fatores como: experiência da equipe com a ferramenta; nível de profundidade da análise; tipo da abordagem a ser utilizada (qualitativa ou quantitativa); dados disponíveis; parâmetros e critérios a serem utilizados, entre outros. Siqueira (2009) destaca que ferramentas quantitativas, necessitam de um banco de dados confiável sobre o equipamento e experiência pois muitas vezes é necessária uma análise matemática. No entanto, os modelos quantitativos apresentam uma deficiência comum: não consideram as características inerentes de cada processo, interações entre eles, e critérios operacionais específicos, tais como econômicos, segurança e meio ambiente (TENG & HO, 2000; TOMAIDIS & PISTIKOPOULOS, 2004).

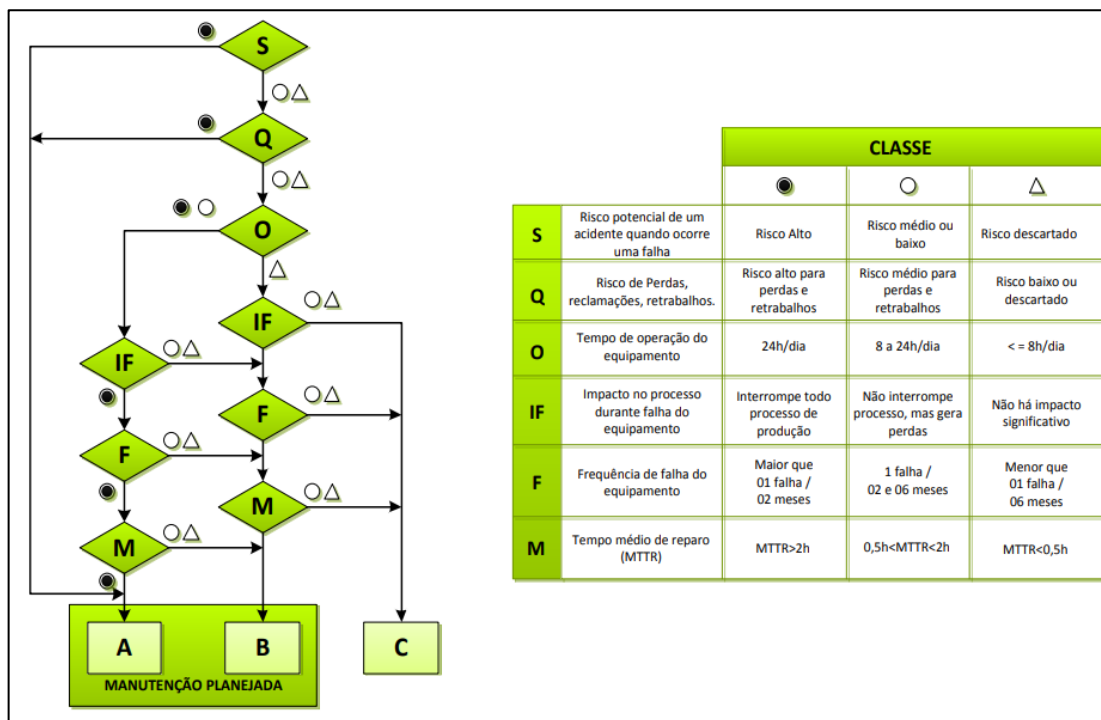
Portanto a criticidade de equipamentos envolve avaliações de aspectos subjetivos em alguns casos e objetivos em outros, tornando o contexto da análise mais complexa, partindo da premissa que o seu resultado da análise deve ser oriundo das preferências de um grupo de especialista (técnicos, gestores e operadores) e sujeita a vários critérios a serem ponderados.

2.3.3.1 Métodos Qualitativos para Análise de Criticidade

Dentre os possíveis métodos qualitativos de realizar um estudo de criticidade, existe a análise ABC, que se baseia em três critérios: frequência de falhas, dificuldade de detecção da falha e impacto da falha nas operações gerais.

O *Japan Institute of Plant Maintenance* (1995) define Segurança (S), Qualidade (Q), Operação (O), Impacto Financeiro (IF), Frequência de falhas (F) e Manutenção (M) como os critérios a serem analisados, e o fluxo utilizado para a classificação das classes como mostra a figura 3:

Figura 3 – Fluxo de classificação e quadro de critérios.



Fonte: *Japan Institute of Plant Maintenance* (1995)

Ao final da análise, os equipamentos estarão classificados em (JIPM, 1995):

- Classe A: Equipamentos altamente críticos para o processo, sendo fundamental uma política preventiva com: preditiva e preventiva, análise das falhas manutenção e operação, equipes de melhoria focada, equipes focadas na redução de falhas, aplicação de metodologias RCM (Manutenção Centrada na Confiabilidade) ou FMEA (Análise de Modo e Efeitos de Falha).
- Classe B: Equipamentos importantes para o processo, sendo aceitável aplicação de alguma das seguintes técnicas: preventiva ou preditiva, equipes e times de melhoria, análise das falhas pela manutenção.
- Classe C: Equipamentos com baixo impacto no processo, com as seguintes políticas de manutenção: corretiva, preditiva e/ou preventiva em equipamentos utilitários, monitoramento de falhas para evitar recorrências.

Outro método qualitativo aplicável é a Matriz GUT, ferramenta de qualidade utilizada na priorização de problemas, levando em consideração os parâmetros: gravidade, urgência e tendência. Helmann (2008) destaca que esta ferramenta pode ser adaptada na avaliação de criticidade de equipamentos, considerando:

Gravidade: fator que está relacionado aos efeitos possíveis de surgirem no médio e/ou longo prazo no caso da ocorrência de uma falha e o seu impacto sobre o processo, colaboradores e resultados; Urgência: a qual está relacionada diretamente ao tempo disponível para solução da falha; Tendência: relacionada à possibilidade de um problema agravar-se. Para cada fator são atribuídos pesos, em uma escala qualitativa de 1 a 5, conforme o grau de impacto do equipamento em cada um dos parâmetros, para então determinar o nível de criticidade do equipamento através da multiplicação dos fatores. A tabela 1 apresenta um exemplo da matriz GUT aplicada na avaliação da criticidade de equipamentos (HELMANN, 2008).

Tabela 1 - Matriz GUT aplicada em Análise de Criticidade

	Gravidade	Urgência	Tendência	Classificação
Peso	<i>As consequências da falha são:</i>	<i>Caráter das ações?</i>	<i>Em intervenção a falha evoluirá?</i>	G x U x T
5	Extremamente graves	Imediatas	Rapidamente	125
4	Muito grave	Com alguma urgência	Em pouco tempo	64
3	Grave	O mais cedo possível	Em médio prazo	27
2	Pouco grave	Pode aguardar um pouco	Em longo prazo	8
1	Sem gravidade	Sem pressa	Não irá evoluir	1

Fonte: Adaptado de Helmann (2008).

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa possui abordagem qualitativa, a qual segundo Richardson (2007) considera o ambiente como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento chave, sendo de caráter descritivo e a análise de dados e informações realizada de maneira indutiva e intuitiva pelo pesquisador, não requerendo uso de métodos e técnicas estatísticas.

Quanto a natureza, é aplicada, pois gera conhecimentos de aplicação prática e direcionados à solução de problemas específicos. (GIL, 1999).

Como objetivo exploratório, a pesquisa busca fornecer visão geral do tipo aproximativo sobre determinado fato, não confeccionando hipóteses a serem testadas, restringindo-se a definir sobre determinada questão quais teorias ou conceitos existentes podem ser aplicados. (CERVO e BERVIAN, 1996; GIL, 1999).

Os métodos utilizados no estudo compreendem levantamentos em fontes secundárias, que segundo Vasconcelos (2002) são de captação e sistematização que passam pelo crivo de alguma forma de elaboração teórico-analítica, como livros, teses, dissertações, monografias, artigos, entre outros estudos científicos.

A autora teve a oportunidade de atuar como estagiária na empresa estudada, portanto, além da consulta à trabalhos acadêmicos, o levantamento de problemas foi realizado através da observação diária e diálogo com os colaboradores. Durante 6 meses esteve em contato com gestores e diretoria, sendo conduzida a encontrar ferramentas para dar visibilidade aos processos de manutenção e seu planejamento, além de traçar métodos no que tange a padronização de processos e informações geradas.

A experiência da autora se deu através de reportes semanais, via email e reuniões, além da elaboração de planilhas no software Microsoft Excel para captação de dados e criação de indicadores.

Dentre os documentos em desenvolvimento no período, houve a captação de ocorrências de manutenção corretiva das colhedoras durante os períodos de safra, diariamente os líderes de operação em cada campo registravam via formulários online informações como identificação da máquina, localidade da colheita e cliente sendo

atendido, hora de ocorrência da falha e relato sobre o problema apresentado, qual equipe de manutenção foi acionada, horários de início e fim da atuação dos mantenedores, qual foi o serviço executado para solucionar o problema e seu nível de eficácia. O objetivo destes registros é realizar ao final da safra um estudo das falhas mais recorrentes, tempo e eficácia de atuação das equipes, além de mapear os principais desafios – como falta de insumos ou deslocamento – possibilitando tomadas de decisão e melhor preparo para as próximas colheitas.

Já o planejamento de preventivas na entressafra era feito assim que as informações da próxima colheita fossem alinhadas com cada cliente. A planilha trazia datas de planejamento para chegada de cada máquina na oficina, baseando-se na estimativa de tempo logístico do campo até a unidade; datas de planejamento para lavagem e para manutenção de acordo com o tempo disponível da máquina, isto é, dias entre o fim da colheita atual e o início da próxima colheita, priorizando sempre as máquinas com menor tempo disponível e claro, aquelas que chegavam antes ao local.

Com isto, desde a chegada da primeira colheitadeira a planilha era utilizada diariamente para registrar as datas reais de cada etapa (chegada, lavagem, manutenção), possibilitando comparar com o planejamento e justificar motivos de atrasos ou mudanças, como compra de peças e outros impedimentos. As justificativas eram discutidas semanalmente em uma reunião de líderes, onde eram tomadas ações para minimizar os impactos.

Baseando-se então na experiência obtida e nos estudos bibliográficos posteriormente realizados, sugere-se estratégias iniciais para a melhoria da gestão de manutenção da empresa.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

O setor de manutenção é crucial para a empresa, que atua prestando serviços de colheita e transporte, pois garante a disponibilidade do maquinário e veículos de carga durante todo o ano, atendendo as demandas de períodos de safra diversos. A empresa possui equipes especializadas e individualizadas, separando o gerenciamento e execução da manutenção conforme o tipo de equipamento, portanto existe controle individual de para as máquinas de despendoamento de milho, máquinas e plataformas de colher espigas, caminhões (cavalos mecânicos) e seus implementos (carretas/reboques do tipo prancha, caçamba, tanque, combustível, grades (para espiga) e tampas (para granel)).

Figura 4 - Caminhão Mercedes Benz com implemento de grades, em operação para transporte de espigas de sementes de milho.



Fonte: Adaptado de <<https://www.caminhoes-e-carretas.com/>>. Acesso em 11 jul. 2021.

A empresa conta atualmente com uma frota de 34 despendoadoras, das quais 32 são HAGIE (modelo 204sp), 1 OXBO e 1 Miller; 64 colheitadeiras OXBO, das quais 50 são do modelo 2460 e 14 são do modelo DB18, 2 delas já tendo passado por *retrofitting* (atualização); as colheitadeiras utilizam implementos (vide figuras 7 e 8)

para colheita de espigas de milho com diferentes espaçamentos de linha, dos modelos 3670F, 3665F, 3580H e 3660H, todos da marca OXBO; os caminhões (não obtive acesso ao número total) são em sua maioria da marca Mercedes, Scania e Volkswagen, com reboques Librelato e Random; além da frota de veículos leves, formado em geral por caminhonetes do tipo “*pick up*” para apoio.

Figura 5 - Colheitadeira OXBO 2460 (modelo 2020) durante o recolhimento das espigas de semente de milho no campo.



Fonte: <<http://www.oxbocorp.com/language/pt-BR/Products/Seed-Corn/Harvesters/2460#2054341-photos>>. Acesso em 11 jul. 2021.

A colheitadeira de espigas é costumeiramente observada do ponto de vista de sistemas, que são: estrutura, cabine, plataforma, garganta, elevador, sistema de limpeza, hidráulica, elétrica, mecânica e caçamba. O [apêndice A](#) mostra os principais componentes de cada subsistema do ponto de vista da manutenção.

Figura 6 - Colheitadeira Oxbo 2460 (modelo 2020) basculando sua caçamba para enchimento da carreta no campo de milho.



Fonte: <<http://www.oxbocorp.com/language/pt-BR/Products/Seed-Corn/Harvesters/2460#2054341-photos->>. Acesso em 11 jul. 2021.

Figura 7 - Colheitadeira Oxbo 2460 (modelo 2020) sem implemento de colheita.



Fonte: <http://www.oxbocorp.com/Portals/0/Oxbo/Brochures/2460_2020.pdf> Acesso em 11 jul. 2021.

Figura 8 - Implemento para colheita de espiga de milho, plataforma articulada Oxbo série 60.



Fonte: <<http://www.oxbocorp.com/Products/Seed-Corn/Harvesting-Heads/60-Series#2040287-photos>>. Acesso em 11 jul. 2021.

4.2 AS PRÁTICAS DE MANUTENÇÃO

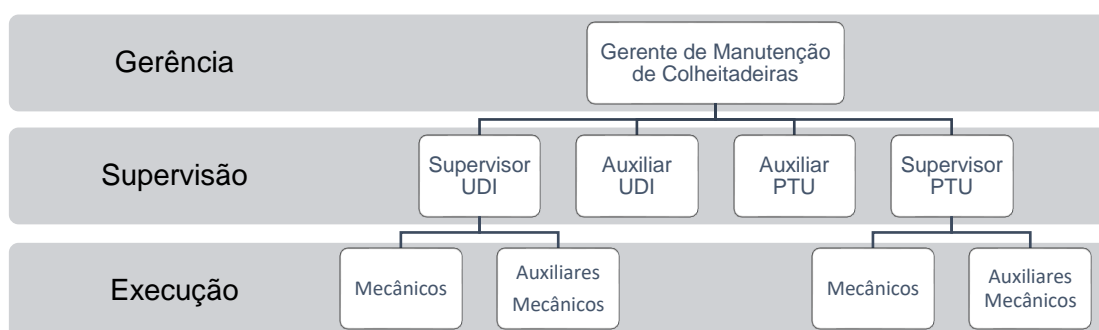
Para efeitos de simplificação e execução deste trabalho, foi somente avaliado um dos tipos de veículos utilizados pela empresa, as colheitadeiras, mas as sugestões e métodos descritos podem servir como modelo para adaptação no restante da frota.

As colheitadeiras compõem os veículos mais importantes a serem mantidos pela empresa, uma vez se tratando de equipamentos de elevado custo e complexidade. É interessante destacar que a mesma equipe realiza manutenção na máquina e em seus implementos, comumente chamados de plataforma. Durante as manutenções, a empresa não faz o controle individualizado dos implementos, apesar disso, pode acontecer eventualmente a troca destes equipamentos entre as máquinas conforme a necessidade dos clientes (espaçamento do plantio, características da espiga, entre outros).

A figura 9 apresenta um modelo esquemático de como o time de manutenção de colheita é dividido. Pode-se considerar supervisor de manutenção e auxiliar de

manutenção como supervisão. Além disso, as equipes de mantenedores são formadas por 1 mecânico e 1 auxiliar mecânico, e cada equipe costuma trabalhar em uma máquina individualmente. As equipes de manutenção das colheitadeiras estão instaladas nas cidades de Uberlândia (UDI) e Paracatu (PTU). O time de execução, eventualmente os times de supervisão e gerência, viajam para atender as demandas em campo, ou seja, em qualquer localidade do Brasil.

Figura 9 - Diagrama esquemático de hierarquia da equipe de manutenção de colheitadeiras



Fonte: própria autora.

4.2.1 Planejamento

Segundo a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) o milho no país é produzido em 3 diferentes safras, que acontecem conforme clima e localidade, como é possível analisar na Figura 10:

Figura 10 - Safras de Milho no Brasil

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1ª Safra (Verão)		COLHEITA							PLANTIO			
2ª Safra (Inverno)	PLANTIO					COLHEITA						
3ª Safra			PLANTIO						COLHEITA			

Fonte: Adaptado de CONAB < <https://www.conab.gov.br/>>. Acesso em 12 set. 2021.

Tendo em vista que a operação das colheitadeiras acontece nos períodos de safra, os intervalos entressafra são utilizados para realização de manutenções preventivas, ou assim deveriam. Em geral, as colheitadeiras chegam na garagem com inúmeros problemas mal resolvidos durante sua operação de safra, o tempo que seria despendido para averiguar o estado geral dos componentes e atuar de maneira

preventiva, acaba sendo utilizado para correção de grandes problemas que não puderam ser completamente sanados em meio a operação.

O cronograma de manutenções costuma ser apertado e muito dependente dos campos. As máquinas que chegam mais cedo na oficina em geral apresentaram problemas mais graves e foram substituídas, levando àquelas que as substituíram a atrasarem para suas próprias preventivas. Concomitante, aquelas com problemas mais graves podem demorar muito para finalizar o processo de manutenção, devido a necessidade de peças complexas, caras, importadas ou a contratação de serviços terceirizados, entre outros fatores que demandam tempo de negociação e aprovação da diretoria.

Apesar dos imprevistos citados anteriormente, baseando-se na demanda dos clientes, como data de início da próxima safra e término da atual, espaçamento de linha e modelos exigidos, o gerente de manutenção realiza um planejamento de execução das preventivas. Contudo, este plano não é registrado formalmente e divulgado para toda a equipe, de modo que atrasos e mudanças de prioridade não são justificadas ou mapeadas ao longo de todo o processo.

Acompanhar o planejamento e avaliar suas mudanças devido à fatores como clientes, compras, serviços, entre outros, contribui para a gestão de conhecimento da equipe, que deixa de ser subjetiva e passa a se basear em informações visíveis. Ademais, ter dados registrados sobre as experiências anteriores pode ajudar a traçar novos planos melhorados para o futuro, aumentando a confiabilidade das entregas e minimizando o desgaste das equipes ou atritos com clientes.

4.2.2 Controle

Durante os períodos de safra ou entressafra, seja para manutenções corretivas ou preventivas, o registro das ações é realizado em nível de acompanhamento de horas trabalhadas e pagamento dos colaboradores, mas não há preocupação com o registro das atividades no que tange histórico de falhas dos equipamentos ou análises de causa e efeito de falha por exemplo.

O sistema de gestão (*software*) é utilizado de forma equivocada, de modo que durante a safra são abertas OS (Ordens de Serviço) para cada colheitadeira, e nelas são apontadas todas as compras, serviços e demais solicitações. Assim, perdem-se todos os dados de controle do processo, não sendo possível verificar quantidade e tipos de falhas ao longo do tempo, avaliar MTBF dos equipamentos, recorrência de falhas iguais, etc. Somente é possível fazer estimativas de custos de equipamentos e serviços no período, o que também não é uma prática da empresa.

Uma questão crucial para otimizar o serviço é ter um estoque adequado à disposição, isso implica que as equipes de almoxarifado/estoque e de manutenção devem conversar de forma eficaz. Com base nas necessidades mais frequentes, custos de aquisição, tempo de fornecedores, entre outras questões, essas equipes devem mapear estoques mínimos e máximos necessários para reduzir custos e tempo. Isso reflete na satisfação do cliente e das equipes mantenedoras, uma vez que o desgaste pela espera e um serviço com prazo apertado não acontecerão com tanta frequência, além de afetar possivelmente no resultado operacional da máquina.

4.2.3 Execução

Tão crucial quanto planejar e controlar é garantir que as ações sejam bem executadas e apresentem um padrão de entrega de qualidade, tornando constantes a satisfação do usuário (operadores) e cliente.

As equipes mantenedoras hoje não passam por capacitações e treinamentos regulares, não possuem procedimentos padronizados e a gestão do conhecimento é extremamente empírica e dependente das pessoas. Um auxiliar mecânico conta com o mecânico para receber orientações, que por sua vez troca experiências com outros mecânicos, supervisores e gerente, não havendo manuais e outros registros formais sobre como devem ser executadas determinadas atividades. Isso implica que cada equipe atua como *l'he convém*, os profissionais ficam dependentes de segunda opinião para tomar algumas decisões de correção, o mesmo problema pode levar a diferentes resultados e a confiabilidade do serviço cai. Concomitante, a dificuldade de recrutar pessoas com conhecimento prévio é grande tendo em vista que o equipamento é

importado e a empresa é dona da maior frota nacional, ficando dependente dos colaboradores mais experientes.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como comentado na seção 2.3 pode-se constatar que a empresa possui atualmente um modelo de manutenção considerado de terceiro mundo, onde a dificuldade de planejamento, falta de sobressalentes, pessoal sem qualificação, entre outras características, resultam em descumprimento de prazos, baixa disponibilidade dos equipamentos, predominação de corretivas, e claro, pouca confiança dos clientes.

Para atuar sobre as oportunidades é preciso iniciar uma mudança de postura da gestão, tomando ações que vão de encontro com a cultura da empresa. Como Lima (2015) percebe em seu trabalho, a mudança cultural é um dos maiores obstáculos enfrentados, uma vez que se torna necessário convencer as pessoas sobre os benefícios de mudar algo que vem funcionando ao longo dos anos "podem existir resistências às mudanças em todos os níveis e setores, pois geralmente qualquer mudança gera transtorno e exige também mudança de comportamento." (LIMA, 2015, p. 05). Portanto, sugerem-se alternativas mais simples, para que o primeiro passo seja dado sem causar um impacto grande demais na cultura atual.

5.1 MAPEAMENTO E PADRONIZAÇÃO DE PROCESSOS

Para um acompanhamento do comportamento e identificação das tendências de um equipamento é preciso levantar continuamente dados de sua operação e comparar dados de diferentes períodos, para avaliação de desvios. O primeiro passo está no mapeamento dos processos atuais e adequação deles, isto é, verificar como e por quais pessoas são feitas as atividades de cada etapa envolvida, analisar os gargalos existentes, traçar um caminho melhorado e padronizar a execução, treinando os envolvidos e tornando o processo visível para toda a empresa.

O mapeamento permite medir como está a saúde de cada processo, pois possibilita a padronização das atividades, torna mais fácil controlar os recursos humanos, financeiros e materiais necessários para que o fluxo consiga cumprir seu objetivo, as funções e papéis ficam mais claros, trazendo transparência, o que é

fundamental para que todos entendam como o seu trabalho impacta no de seus colegas.

5.1.1 Fluxograma de Processos

Para auxiliar no mapeamento dos processos existem diversas ferramentas específicas e cada uma pode ser mais adequada para cada tipo de situação. A sugestão apresentada abaixo são os fluxogramas, que através de uma linguagem padronizada evidencia eventos, atividades e tomadas de decisão por meio de diagramas de fluxo.

Antes de realizar o mapeamento, é necessário entender quais são as pessoas e tarefas pertencentes ao processo, e então estabelecer uma forma de aprender sobre ele, geralmente entrevistar as pessoas e fazer um rascunho é o suficiente para visualizar os gargalos existentes. Como citado anteriormente, a abertura de Ordens de Serviço (OS) não é executada corretamente na empresa, mas será um importante processo a ser otimizado, pois é essencial para registro de dados de manutenção.

Depois de entender como as coisas acontecem atualmente, pode ser executado um resumo do processo melhorado, resumindo quais os envolvidos e suas atividades de forma ordenada, a tabela 2 resume esta simplificação.

Tabela 2 - Mapeamento inicial de atividades e responsáveis.

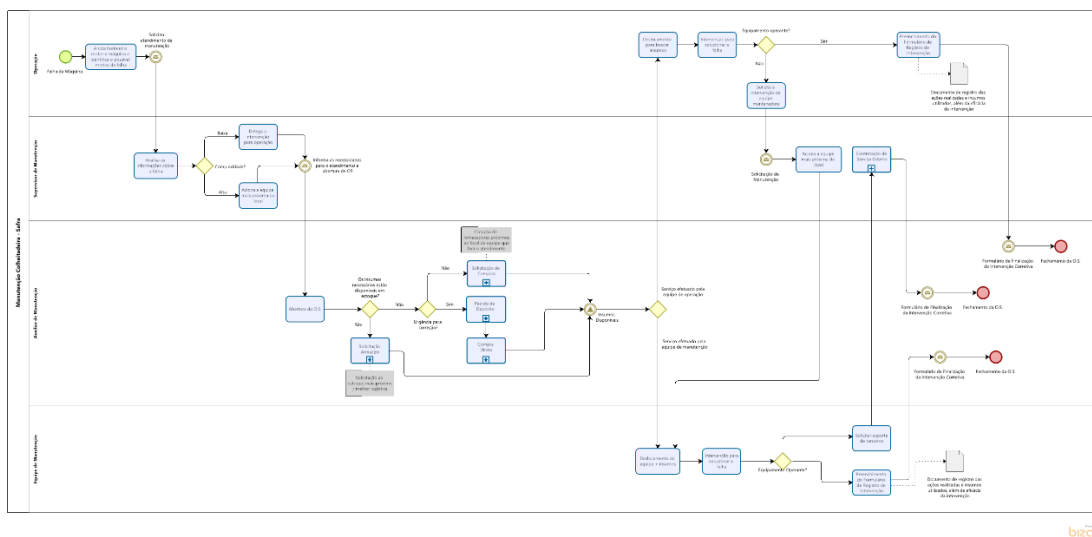
Operador	Registro de data e hora da falha; Registro de horímetro da máquina; Relata a ocorrência para o supervisor de manutenção;
Supervisor	Avalia o relato e se a intervenção será de baixa ou alta complexidade; Delega a tarefa para uma equipe de manutenção ou para a equipe de operação em campo, conforme complexidade; Avalia os insumos necessários junto à equipe; Autoriza a abertura de ordem de serviço;
Auxiliar	Realiza abertura da ordem de serviço no sistema; Providencia os insumos necessários através dos fluxos administrativos;
Mantenedores	Executa as intervenções necessárias para correção; Registra as ações e horários de início e final;
Auxiliar	Realiza fechamento da ordem de serviço com os registros.

Fonte: própria autora.

Já a figura 11 apresenta o fluxograma (disponível no apêndice B) detalhado para solicitação de manutenção corretiva em períodos de safra, com o objetivo de

estabelecer quem são os responsáveis por cada atividade e qual a ordem para serem executadas, assim garantimos que nenhuma etapa seja esquecida ou que o fluxo de informações entre os envolvidos deixe de acontecer. Além disso o foco é para que as informações de manutenção sejam registradas adequadamente, garantindo abertura e fechamento correto das OS.

Figura 11 - Fluxograma de solicitação e registro de manutenção corretiva em períodos de safra.



Fonte: Própria Autora (software disponível em: <bizagi.com/pt/plataforma/try-modeler>).

A partir da gestão correta das ordens de serviço, é possível obter dados que podem ser amplamente utilizados na confecção de indicadores. Como sugerido por Zen (2003) na seção 2.3.2 deste documento, as medições podem iniciar mais simples até que estejam devidamente implementadas e sendo acompanhadas com regularidade. Com estas métricas (horas paradas, horas de espera e horas de impedimento) consolidadas, juntamente com as horas de operação das máquinas, será possível estabelecer indicadores como MTBF, MTTR e disponibilidade da frota em determinados períodos.

5.1.2 Procedimentos Operacionais Padrão

Além de mapear os processos administrativos, como solicitações de serviço de manutenção, é preciso padronizar os procedimentos operacionais, garantindo a gestão de conhecimento e melhora dos resultados das equipes. Para estes casos, a

metodologia pode ser um pouco diferente, partindo para consulta de manuais técnicos dos equipamentos e treinamentos internos, ou ainda, realizando a contratação de empresas especializadas em manutenção de máquinas agrícolas para ministrar cursos e/ou fazer treinamentos.

Os manuais do equipamento costumam detalhar os procedimentos básicos para sua operação inicial, mas muitas informações podem ser utilizadas ao longo do tempo para manutenção elétrica e hidráulica, como de sistemas de lubrificação, de controle e automação, de segurança, além de montagens e desmontagens de acesso.

Os colaboradores podem realizar em momentos oportunos, a troca de experiências e conhecimento a respeito do maquinário, conduzindo como uma espécie de entrevista coletiva e desde que se tenha um crivo de eficácia das ações, um colaborador (ou time) com a competência devida poderá traduzir os relatos em documentação detalhada, confrontar com os padrões de procedimentos usuais - inclusive dos manuais disponíveis - e fazer correções para garantir a execução dentro das normas de segurança, saúde e meio ambiente.

Este trabalho de documentação dará origem à Procedimentos Operacionais Padrão (POP) que devem ser disponibilizados para toda equipe mantenedora. A supervisão deverá garantir o cumprimento dos procedimentos, estando atentos aos desvios, além de fazer revisões regulares no documento para atualizações e melhorias, sempre apresentando para as equipes todas as mudanças aplicadas.

Portanto, um POP adequado pode ser criado por alguém que tenha familiaridade com este tipo de documento, utilizando-se da colaboração dos executores da atividade e de pessoas que conhecem o procedimento e os riscos inerentes a ele, para garantir um documento que contenha:

- Uma visão geral dos riscos à segurança associados ao trabalho;
- Uma descrição do que é necessário para se preparar para o trabalho;
- Instruções claras e concisas para executar o trabalho, que possam ser entendidas por um funcionário treinado, mesmo que ele nunca tenha realizado esse trabalho antes;
- Diretrizes a serem seguidas após a conclusão do trabalho, incluindo como retornar à operação normal e quais detalhes precisam ser relatados ou registrados em arquivos;

- Uma lista de possíveis problemas que podem ocorrer, assim como as etapas de solução de problemas a serem aplicadas.

Além disso, a elaboração deste tipo de documento deve ser clara e concisa, levando em consideração as habilidades de leitura daqueles que farão uso dele, então conhecer o público alvo é essencial, observando se são familiarizados com a organização e o procedimento, se conhecem a terminologia utilizada ou se precisam de treinamento a este respeito.

Para exemplificar um modelo de Procedimento Operacional Padrão, o apêndice C mostra uma sugestão de *layout* com os itens básicos que devem estar presentes, no entanto é possível consultar diferentes modelos e optar por aquele que seja mais adequado para a organização.

5.2 PLANOS DE MANUTENÇÃO

Tendo em vista o curto período de entressafra para realizar correções importantes e efetuar manutenções preventivas, para que o planejamento seja cumprido e os resultados gerem diminuição de falhas críticas, deve ser realizado um estudo de criticidade da máquina. Este estudo permitirá reconhecer quais componentes e sistemas devem receber maior atenção das equipes mantenedoras e estabelecer rotinas de verificação conduzidas pelos próprios operadores.

5.2.1 Estudo de Criticidade

A avaliação da criticidade dos equipamentos deve ser realizada a partir de uma classificação deles sobre o ponto de vista do impacto que uma avaria causa na qualidade dos serviços prestados pela empresa. Considerando que a organização ainda não possui indicadores implementados e o registro de dados atual seja inconsistente, não será possível realizar no primeiro momento uma análise quantitativa, por isso, a sugestão é que se inicie um primeiro estudo qualitativamente, utilizando da ferramenta mais simples e adaptável para sua realidade.

Do ponto de vista da autora, a empresa poderá avaliar os impactos da falha no que tange qualidade da colheita, riscos à saúde, segurança e meio ambiente, impacto de tempo de operação e ainda oportunidade de backup. Considerando um equipamento importado e o elevado custo de reposição de peças, a empresa tem experiência para avaliar os itens que são passíveis de substituição por similares e onde peças originais são imprescindíveis, levando em conta ainda níveis de estoque e/ou facilidade de acessar os sobressalentes no mercado.

Esta avaliação poderá auxiliar na definição do número de peças de reposição em inventário; ajudar a priorizar atualizações e substituições futuras; e ainda fornece uma visão geral clara da estratégia de manutenção que deverá ser adotada para cada equipamento, visando otimizar a aplicação dos recursos, diminuindo os custos e tempos de paradas da operação

5.2.2 Visibilidade do Plano

Além da análise de criticidades e consulta de informações do fabricante, um plano de manutenção ideal pode se basear em estudos sobre os modos e efeitos de falha e no cálculo do tempo de vida útil de cada equipamento, garantindo que a manutenção preventiva atue nas causas e na frequência correta. Contudo, cada passo deve ser dado cuidando para que a implantação seja consolidada junto a cultura da organização antes de partir para etapas mais complexas.

Após ter listado os equipamentos quanto a sua criticidade e definido os tipos de manutenção mais adequados para cada um, é necessário montar um plano que contenha os equipamentos, atividades a serem realizadas e sua periodicidade.

Figura 12 - Exemplo de plano de manutenção preventiva dividido por equipamento.

Sistema	Sub-sistema	Item	Ações	Periodicidade				
				Diária	Semanal	Mensal	Semestral	Anual
Plataforma	Lubrificação Automática	Reservatório de óleo	Checar nível de fluido					
		Bomba de lubrificação	Verificar condições gerais					
		Correntes	Verificar condições gerais					
			Regulagem / Aperto					
		Mangueiras	Verificar condições gerais					
		Bicos dosadores	Limpar / Desobstruir					
		Escovas de lubrificação	Verificar condições gerais					
	Substituir							
	Sistema de Acionamento	Filtro de óleo	Verificar condições gerais					
			Substituir					
		Rodas Dentadas	Verificar condições gerais					
			Limpar / Desobstruir					
		Correntes	Verificar condições gerais					
			Regulagem / Aperto					
		Caixa de Transmissão	Verificar condições gerais					
			Limpar / Desobstruir					
Eixo sextavado		Verificar condições gerais						
Eixo da caixa	Verificar condições gerais							

Fonte: própria autora.

As vantagens do modelo discriminado por item, exemplificado na figura 12, é ter uma visão total dos sistemas e subsistemas da máquina, podendo estabelecer um documento geral com todas as ações preventivas da colheitadeira.

Figura 13 - Exemplo de plano de manutenção preventiva dividido por tipo de ação.

Ação	Item	Periodicidade				
		Diária	Semanal	Mensal	Semestral	Anual
Substituir	Escovas de Lubrificação					
	Filtro de Óleo					
Verificar condições gerais	Bomba de lubrificação					
	Mangueiras					
	Escovas de lubrificação					
	Filtro de óleo					
	Rodas Dentadas					
	Correntes					
	Caixa de Transmissão					
	Eixos					
Limpar / Desobstruir	Bicos Dosadores					
	Rodas Dentadas					
	Caixa de Transmissão					
Checar nível de fluido	Reservatório de óleo					
Regulagem / Aperto	Correntes					

Fonte: própria autora.

Já o modelo separado por tipo de ação, na figura 13, possibilita uma visão mais dinâmica dos serviços que se referem ao equipamento como um todo, e pode resumir ações de itens similares como eixos e correntes no exemplo.

Figura 14 - Exemplo de plano de manutenção preventiva dividido por periodicidade.

Ação	Item
Diariamente	
Verificar condições gerais	Bomba de lubrificação
Verificar condições gerais	Correntes
Limpar / Desobstruir	Bicos Dosadores
Checar nível de fluido	Reservatório de óleo
Semanalmente	
Verificar condições gerais	Mangueiras
Verificar condições gerais	Escovas de lubrificação
Verificar condições gerais	Rodas Dentadas
Limpar / Desobstruir	Rodas Dentadas
Limpar / Desobstruir	Caixa de Transmissão
Regulagem / Aperto	Correntes
Mensalmente	
Verificar condições gerais	Filtro de óleo
Verificar condições gerais	Caixa de Transmissão
Verificar condições gerais	Eixos
Semestralmente	
Substituir	Escovas de Lubrificação
Substituir	Filtro de óleo

Fonte: própria autora.

O modelo da figura 14, além de simplificar itens similares como o modelo anterior, também pode ser facilmente utilizado para construção de *checklists* diários, semanais, e etc, facilitando que nenhum trabalho seja esquecido pelo executor.

É possível notar no exemplo que um plano de ações preventivas pode contar com itens de verificação recorrente, incluindo a manutenção autônoma (manutenção realizada pelo operador da máquina). A organização pode, se desejar, construir documentações e cronogramas individuais para planos autônomos e preventivos, no fim das contas é o alinhamento entre setores de manutenção e operação o que definirá o sucesso da estratégia adotada.

5.2.3 Controle de Entressafra

Com os cronogramas de prevenção em mente, a gestão da manutenção poderá estabelecer os itens e serviços mais complexos à serem trabalhados nos períodos de entressafra, para tanto, entra em ação um cronograma de disponibilidade das máquinas em oficina, levando em conta datas de colheita, períodos de logística entre campo e garagem, número de equipes disponíveis para atuar e estrutura.

A cada safra as máquinas podem atuar para diferentes clientes e períodos de colheita, portanto a figura 15 mostra informações que devem ser administradas pela operação, para que a manutenção faça sua programação de maneira eficaz e atenda todas as 64 colhedoras.

Tabela 3 - Informações disponibilizadas pela operação.

Informação	Descrição
Garagem/Oficina	Localidade onde a colhedora passará por manutenção
Máquina	Código de identificação da colhedora
Fim de Safra	Data prevista para finalizar a operação
Início de Safra	Data prevista para iniciar nova safra
Entressafra	Cálculo de dias entre fim e início de safras
Logística Chegada	Dias previstos para que a colhedora viaje até o local da manutenção
Chegada	Data em que a máquina deve chegar na garagem
Lavação	Data em que a máquina deve ser lavada
Tempo disponível	Contagem de dias entre a lavação e a data de entrega ideal
Logística Saída	Dias previstos para que a colhedora viaje até o campo
Entrega Ideal	Data de início da colheita menos o tempo de logística de saída

Fonte: própria autora.

Embora a programação varie a cada entressafra, a manutenção deve organizar previamente um cronograma, atualizá-lo e reporta-lo regularmente para a direção, demonstrando com detalhes quaisquer dificuldades em manter o planejamento e alinhando ações para solucionar impedimentos.

A manutenção pode ainda, utilizar a entressafra para gerar indicadores de desempenho, que poderão servir de parâmetro para mudanças de estratégia nos planos de manutenção, contratação de profissionais, qualificações entre outras decisões, a figura 16 sugere algumas medições simples.

Tabela 4 - Indicadores de desempenho da manutenção entressafra.

Indicador	Descrição
Tempo de Espera	Tempo de máquina na oficina aguardando atuação da manutenção, por indisponibilidade da equipe ou de estrutura
Tempo de Parada	Tempo para execução dos serviços de manutenção, sem considerar impedimentos
Tempo de Impedimento	Tempo em que a manutenção não pode atuar devido à ação de outros setores, como atrasos na colheita, no tempo de logística e lavação, processos de compras, entre outros

Fonte: própria autora.

Sugere-se que ao finalizar cada ciclo de entressafra, a manutenção apresente aos setores envolvidos um *overview* dos resultados obtidos e desafios enfrentados,

baseando-se justamente nos indicadores citados. Desta forma, a organização pode se ajustar frequentemente em prol de diminuir os gargalos e melhorar os resultados.

6 CONCLUSÃO

O trabalho teve como premissa o direcionamento de ações e ferramentas primordiais de gestão da manutenção para atualizar a empresa quanto aos métodos disponíveis e viáveis para sua realidade atual. Para tanto, a vivência empresarial e a consulta de materiais acadêmicos foram complementares para entendimento de quais ferramentas seriam possíveis e mais adequadas no início da caminhada rumo à uma gestão da manutenção de qualidade.

Os resultados são, então, apresentados do ponto de vista das maiores dificuldades que a empresa encontra e que podem ser resolvidas de maneira mais simples, como o mapeamento de procedimentos para melhorar a atuação e comunicação do time, esclarecendo os fluxos de informação e seu registro, para que no futuro se tenha novas oportunidades de estudo, ou a padronização das atividades, de modo que os mantenedores atuem com independência, mas sem deixar de garantir a qualidade do serviço.

Apresentou-se ainda, a possibilidade de executar uma avaliação de criticidade dos componentes principais da colheitadeira, utilizando-se de ferramentas construídas para adaptação e de fácil compreensão, além da criação de cronogramas de trabalho, algo que deve contribuir não somente com diminuição de tempo e custos de manutenção, mas que pode servir de incentivo aos colaboradores, garantindo maior visibilidade e comprometimento dos setores na conservação dos ativos.

Ademais, muito se encontra na literatura a respeito da manutenção industrial e sua gestão, contudo, quando partimos para a gestão de frotas e manutenção de veículos agrícolas, se tornam escassos os métodos. Além disto, durante o desenvolvimento deste trabalho, a autora deixou a empresa nele citada, perdendo o contato e a possibilidade de aplicar os estudos aqui contidos. Ainda assim, a execução do projeto contribuiu para os conhecimentos gerais de manutenção, aplicáveis em qualquer ambiente de trabalho de engenharia. Trabalhos futuros poderão aperfeiçoar as sugestões aqui apresentadas, aplicá-las e verificar sua aderência e eficácia nesta ou em empresas similares.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 5462**: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT. 1994. 37 p.

BARAN, Leandro Roberto *et al.* Métodos E Ferramentas Aplicados Na Análise De Criticidade Em Sistemas Industriais. **III Congresso Brasileiro De Engenharia De Produção**, 4 dez. 2013. Disponível Em: <Http://Anteriores.Aprepro.Org.Br/Conbrepro/2013/Anais/Artigos/Gestaoproducao/20>. Pdf. Acesso em: 3 out. 2021.

BARAN, Leandro Roberto. **Proposta de um modelo multicritério para determinação da criticidade na gestão da manutenção industrial**. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

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

BRANCO FILHO, Gil. **Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2000.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica**. 4. ed. São Paulo: Mc Graw Hill, 1996.

COSTA, Fabio Brindeiro da; MELO, Gabriel Viana de; SANTOS, Eng. Leon Denis Rodrigues dos. Estudo Para Implantação De Um Sistema De Planejamento E Controle De Manutenção. **Revista Interface Tecnológica**, Manaus, ano 2020.

FARAH, ARTHUR ALVES. **Implantação De Um Sistema De Planejamento E Controle Da Manutenção Em Uma Indústria De Produtos Químicos**. Orientador: Prof. Dr. Alexandre Zuquete Guarato. 2017. 93 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/19963>. Acesso em: 3 fev. 2021.

FIGUEIREDO, Danielle L. **Indicadores de Performance: Um Enfoque na Gestão da Manutenção**. *In*: I Simpósio de Engenharia de Produção (SIENPRO). Catalão, 2017. Disponível em: <<https://sienpro.catalao.ufg.br/p/21450-anais-do-i-sienpro-2017-issn-2594-410x>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

FOGLIATTO, Flávio S.; RIBEIRO, José L.D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1999.

HELMANN, KURTT S. **Uma Sistemática Para Determinação Da Criticidade De Equipamentos Em Processos Industriais Baseada Na Abordagem Multicritério**. 95f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2010.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica**. 2 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica**. 3 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

LIMA, Byanca Porto et al. Análise para implementação de um sistema de gestão da manutenção em uma empresa de locação de equipamentos para construção civil. **Cadernos UniFOA Especial Eng. Produção**, Volta Redonda, n. 2, p. 15-39, ago. 2015.

MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N. **Manutenção - Combate aos Custos na Não Eficácia - A vez do Brasil**. São Paulo: McGraw-Hill Ltda. 1993.

MOBLEY, K.; HIGGINS, L. R. Wikoff, **Maintenance Engineering Handbook**, New York Editora, 7ª Edição, Nova Iorque, 2008.

NETO, João Cirilo da Silva; DE LIMA, A. M. Gonçalves. Implantação do Controle de Manutenção. **Revista Club de Manutenimento**, n. 10, 2002. Disponível em: <http://www.mantenimentomundial.com/notas/11controle.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2021.

PEREIRA, Mário Jorge. **Engenharia de manutenção: teoria e manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.

RICHARDSON, R. J.; **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

SIQUEIRA, Y. P. D. S. **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implantação**. 1ª (Reimpressão). ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

SMITH, A. M.; HINCHCLIFFE, G. R. **RCM: gateway to world class maintenance**. 2ª. ed. Burlington: Elsevier Butterworth–Heinemann, v. 1, 2004.

SOUZA, J. B. **Alinhamento Das Estratégias Do Planejamento E Controle Da Manutenção (PCM) Com As Finalidades E Funções Do Planejamento E Controle Da Produção (PCP): Uma Abordagem Analítica**. Orientador: Prof. Dr. Rui Francisco Martins Marçal. 2008. 169 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Ponta Grossa, 2008. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3625>. Acesso em: 20 abr. 2021.

TAVARES, Lourival A. **Administração Moderna da Manutenção**. 2 ed. Rio de Janeiro: Novo Polo Publicações, 1999.

TELES, Jhonata. **Bíblia do RCM: O guia completo e definitivo da manutenção centrada na confiabilidade na indústria 4.0**. Brasília: Engeteles, 2019.

TELES, Jhonata. **Planejamento e Controle de Manutenção Descomplicado: Uma Metodologia Passo a Passo para Implantação do PCM**. Brasília: Engeteles, 2019.

TENG, SHENG-HSIEN & HO, SHIN-YANN. Failure mode and effects analysis: An integrated approach for product design and process control. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 13, n. 5, p.8 – 26, 2000.

THOMAIDIS, THOMAS V.; PISTIKOPOULOS, STRATOS. Criticality Analysis of Process Systems. Reliability and Maintainability, **2004 Annual Symposium - RAMS**, vol., no., pp.451,458, 26-29 Jan. 2004.

TROMBETA, Alessandro. 50 Tons para a Manutenção Classe Mundial. *In: Manutenção.Net. Manutenção.Net Artigos*. [S.l.]. 26 jun. 2017. Disponível em: <https://manutencao.net/artigo/50-tons-para-a-manutencao-classe-mundial/#.XtkRxzpKhPY>. Acesso em: 29 mai. 2021.

VAN HORENBEEK, Adriaan; PINTELON, Liliane; MUCHIRI, Peter. Maintenance optimization models and criteria. **International Journal of System Assurance Engineering and Management**, v. 1, n. 3, p. 189-200, 2010.

VASCONCELOS, E. M. **Complexidade e pesquisa interdisciplinar: epistemologia e metodologia operativa**. Petrópolis: Vozes, 2002.

VIANA, H. R. **Planejamento e Controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

XAVIER, Júlio Nascif. **Indicadores de Manutenção**. Disponível em: <http://www.univasf.edu.br/~castro.silva/disciplinas/MAN/indicadores_manutencao.pdf>. Acesso em 12 jun. 2021.

XAVIER, Júlio Nascif. Manutenção Classe Mundial. **Congresso Brasileiro de Manutenção**, Salvador, ed. 3, ano 2000. Dezembro de 2000. Disponível em: scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:OC0TlykCSJwJ:scholar.google.com/&hl=pt-BR&as_sdt=0,5. Acesso em: 24 mai. 2021.

XENOS, Harilaus Georgius. **Gerenciando a manutenção produtiva: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.

ZEN, Milton A. Galvão. **Fator Humano na Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

ZEN, Milton A. Galvão. Indicadores de Manutenção. **Revista INFOMAGZEN**, São Paulo, ed. 1, n. 10, p. 1-4, 25 nov. 2003. Mensal. Disponível em: <http://www.magzen.eng.br/>. Acesso em: 21 jun. 2021.

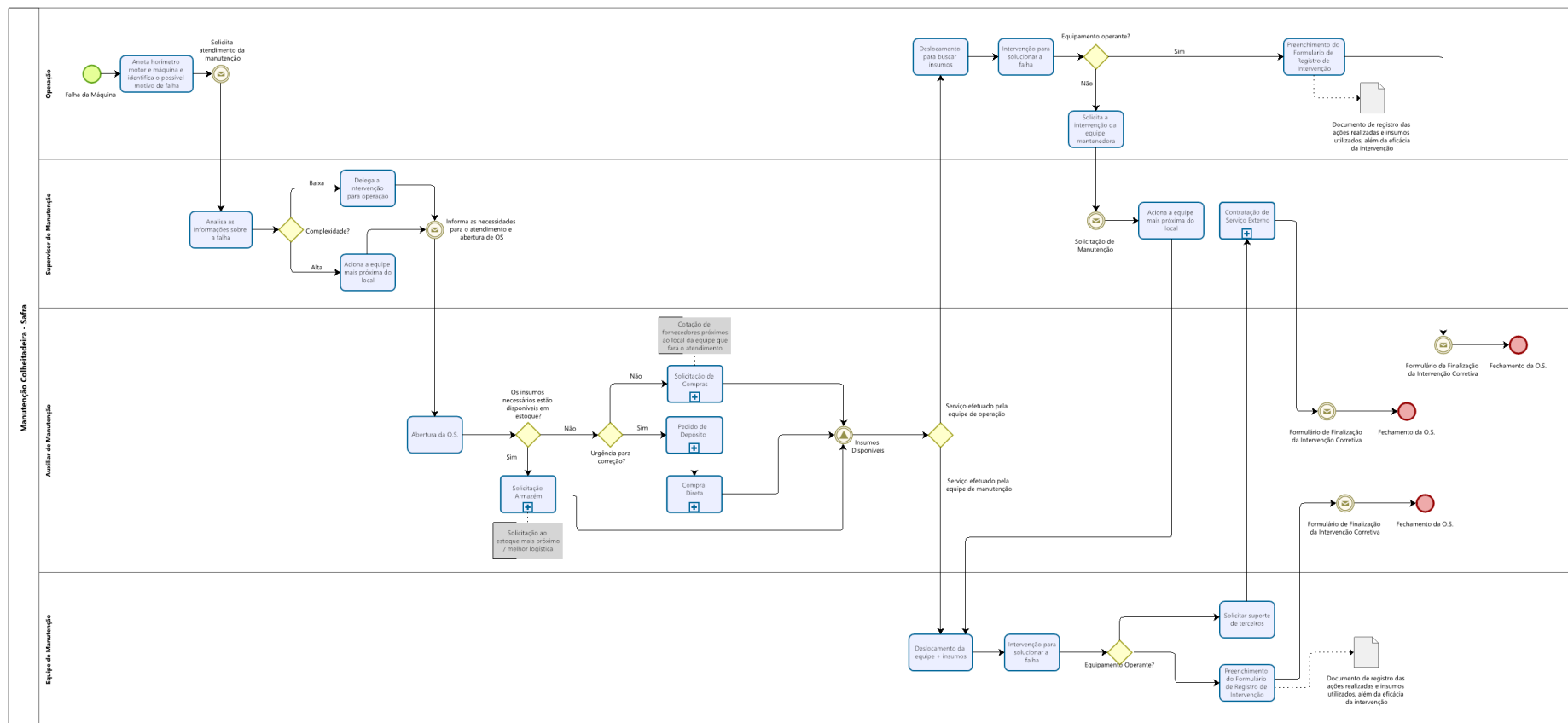
APÊNDICE A

Conjunto	Subconjunto	Componente
Estrutura		Chassi Frontal (Cabine, Garganta e Elevador de espigas)
		Chassi Central (Sistema Mecânico e Hidráulico)
		Chassi Traseiro (Caçamba)
		Cambão para Reboque (Inferior da Máquina)
		Para-choque
		Caixa de Ferramentas (Lateral - Chassi Traseiro)
Cabine	Estrutura Interna	Banco
		Volante
		Buzina
		Cinto de Segurança
		Quebra-sol
	Estrutura Externa	Pedais
		Extintor de Incêndio
		Escadas
		Patamares
		Compressor de Ar
Plataforma	Sistema de Lubrificação Automática	Bola de Incêndio
		Reservatório de óleo
		Bomba de lubrificação
		Corrente acionadora
		Mangueiras
		Bicos dosadores
		Escovas de lubrificação
	Sistema de Acionamento	Mancais e Rolamentos
		Rodas dentadas
		Correntes
		Caixa de Transmissão
		Eixo sextavado
		Eixo da caixa
		Caixa de Transmissão
	Unidades de Linha	Embreagem
		Rolamentos do tensor
		Correias recolhedoras
Acionadores de correias		
Torpedos (aletas e fresas)		
Eixo dos torpedos		
Buchas e Arruelas		
Facões		
Helicoide / Caracol	Eixo	
	Acoplamentos	
Garganta	Elementos de Fixação	Travas, pinos, parafusos de união e castanhas
	Eixo superior/motriz	Eixo

		Mancais e rolamentos
		Rodas dentadas
	Eixo inferior / movido	Eixo
		Mancais e rolamentos
	Esteira	Esteira
		Tensor / Esticador
		Chapas
	Estrutura	Chassi
		Guia da esteira
		Eixo
	Eixo superior / motriz	Mancais e rolamentos
		Motor e acoplamento / transmissão
	Eixo inferior / movido	Eixo
		Mancais e rolamentos
Elevador	Esteira	Esteira
		Tensor / Esticador
		Chapas
		Chassi
		Tampas
	Estrutura	Corrente de sustentação
		Cabo de deslocamento
		Defletores de espigas
		Palhetas
	Exaustor	Placas de desgaste
		Estrutura
		Chapas e Cinta
Limpeza		Rolos Despalhadores
		Chapa de fixação dos mancais
	Saca Palha	Mancais e Rolamentos
		Engrenagens
		Eixo e rasgo de chaveta
		Caçamba (2 Elevação + 2 Basculamento)
		Articulação/Direção (2)
		Garganta (2)
	Pistões de Acionamento	Elevador (1)
		Plataforma (2)
		Bica do exaustor (1)
		Anti tombamento (1)
Hidráulica		Eixo propulsor
		Bomba/Motor Plataforma
	PTO (<i>Power Take-Off</i>)	Bomba/Motor Exaustor
		Bomba/Motor Tração
		Bomba/Motor Carga
	Arrefecimento	Radiador Hidráulico
		Diferencial
	Rodagem	Redutores de Roda
		Caixa de Transmissão

		Reservatório de óleo
		Mangueiras e conexões
	Estrutura	Suporte do Radiador Hidráulico
		Suporte do Reservatório de óleo
		Comandos, <i>manifolds</i> e válvulas
		Motor
	Motor	Polias, tensores e correia
		Lubrificantes e Filtros (Ar, óleo, combustível)
		Tanque de Combustível
	Estrutura	Suporte e Proteção do Motor
		Suporte do Radiador do Motor
Mecânica		Radiador / Inter cooler
	Arrefecimento / Reversão	União rotativa de reversão
		Hélice / Aletas
		Mancais e Rolamentos
		Rodas
	Rodagem	Pneus
		Sistema de freios
		Faróis de Direção
	Luzes de Trabalho	Faróis de Caçamba
		Faróis de Elevador
		Câmera de ré
		Câmera de caçamba
		Setas
	Luzes de Sinalização	Luz de Freio
		Luz de Ré
Elétrica		Sirene (giroflex)
		Motor de Partida
		Alternador 12V (correia de acionamento)
		Chave geral
		Bobinas e Baterias
		Chicotes elétricos
		Sensores de Rotação
		Comandos e Acionamentos
		Torre
		Perfis
		Bicas
Caçamba		Pinos e Bases de fixação
		Trava de segurança
		Escada

APÊNDICE B



APÊNDICE C

LOGO DA EMPRESA	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO	POP Nº	000
		PÁGINA	1/N
		REVISÃO	01
NOME DA ATIVIDADE/PROCEDIMENTO			
CONTROLE DE REVISÃO			
ELABORAÇÃO:	ASSINATURA DO AUTOR	/	/
REVISÃO:	ASSINATURA DO REVISOR	/	/
INFORMAÇÕES GERAIS			
ATIVIDADE:			
EXECUTANTE:			
RESULTADOS ESPERADOS			
1 - Garantir o funcionamento de um componente;			
2 - Avaliar o desgaste de um componente;			
3 - Manter as condições de operação de um sistema;			
MATERIAIS NECESSÁRIOS			
1 - Peças e Sobressalentes;			
2 - Ferramentas e Equipamentos de apoio;			
3 - Equipamentos de Proteção Coletiva e/ou Individual (EPC e EPI);			
RISCOS			
1 - Riscos à saúde;			
2 - Riscos ao meio ambiente;			
3 - Riscos ao equipamento;			
PROCEDIMENTO			
1 - Detalhar as etapas;			
2 - Preparação de EPC;			
3 - Calçamento de EPI;			
4 - Desmontagens;			
5 - Substituições e reparos;			
5.1 - Adicionar sub tópicos conforme a complexidade das etapas;			
6 - Checagens de funcionamento;			
7 - Montagens.			
PÓS PROCEDIMENTO			
1 - Preenchimento de formulários ou checklists;			
2 - Informar alguém ou setor sobre a finalização do procedimento;			
OUTRAS OBSERVAÇÕES			