

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DANILO AMARO DE OLIVEIRA

IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM  
MÁQUINAS FLORESTAIS *HARVESTER* NO MUNICÍPIO DE SENGÉS -PR

CURITIBA

2016

IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM MÁQUINAS FLORESTAIS *HARVESTER* NO MUNICÍPIO DE SENGÉS -PR

2016

**DANILO AMARO DE OLIVEIRA**

**IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM MÁQUINAS  
FLORESTAIS *HARVESTER* NO MUNICÍPIO DE SENGÉS -PR**

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de MBA em Gestão Florestal no curso de Pós-graduação em Gestão Florestal, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná-UFPR.

Orientador: Prof. Renato Cesar Gonçalves Robert

CURITIBA

2016

*Á minha esposa, meus pais e familiares, que foram grandes incentivadores e que sempre acreditaram na realização dos meus sonhos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por me dar força e perseverança.

Ao Curso de MBA em Gestão Florestal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, na pessoa de seu coordenador Prof. Dr. João Carlos Garzel L. da Silva, pelo apoio recebido. A todos os professores do curso, pelas contribuições e sugestões no trabalho. Aos colegas de turma, em especial ao André de Miranda, por estarem sempre prontos a ajudar nos momentos difíceis. A Juliano Carlos Zanella e Rafael Soares, O agradecimento especial ao meu orientador Prof. Dr. Renato Cesar Gonçalves Robert que sempre esteve presente no processo de elaboração deste trabalho, nos bons e maus momentos.

*“Nossa maior fraqueza está em desistir. O caminho mais certo de vencer é tentar mais uma vez.”*

*Thomas Edison*

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar falhas na manutenção mecânica e a aplicação de um correto plano de manutenção como medida de melhoria em um módulo de máquinas para colheita florestal na região de Sengés PR. O trabalho foi realizado levando em consideração o modelo de escavadeira John Deere 210 GLC adaptada para *harvesters*, sendo que através de uma gestão adequada é possível aumentar a disponibilidade mecânica das máquinas envolvidas no processo, uma vez que identificados os principais problemas através de rotinas de inspeções diárias e rotas de inspeção programadas, é possível antecipar a substituição de peças evitando paradas indesejadas, melhorando o tempo efetivo de trabalho das máquinas e assim consequentemente uma melhoria contínua nos resultados da companhia. Algumas informações sobre a máquina foram coletadas em campo e também através de pesquisas em sites referentes à manutenção de máquinas.

Palavras-Chave: Gestão, Colheita Florestal, Disponibilidade Mecânica, Manutenção.

## **ABSTRACT**

The present work has the objective of evaluating failures in mechanical maintenance and the application of a correct maintenance plan as an improvement measure in a module of forestry harvesting machines in the region of Sengés PR. The work was carried out taking into account the John Deere 210 GLC excavator model adapted for harvesters, and through proper management it is possible to increase the mechanical availability of the machines involved in the process, once the main problems are identified through inspection routines Daily and scheduled inspection routes, It is possible to anticipate the replacement of parts avoiding unwanted stops, improving the effective working time of the machines and thus a continuous improvement in the company's results. Some information about the machine was collected in the field and also through site searches for machine maintenance.

Keywords: Management, Forest Harvesting, Availability Mechanics. Maintenance.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma engenharia de manutenção.....	22
Figura 2 - Melhorias constantes nos planos de manutenção .....	26
Figura 3 - Gráfico de Temperaturas – Sengés-Pr .....	28
Figura 4 - Harvester John Deere 210 GLC com esteiras .....	29
Figura 5 - Troca de um motor de forma planejada .....	30
Figura 6 - a) esteira danificada, b) coroa com engrenagem danifica.....	31
Figura 7 - Planilha da rota de inspeção.....	32
Figura 8 - Ferramentas para detecção de problemas .....	33
Figura 9 - Almoxarifado de peças.....	34
Figura 10 - Peças e mangueiras no estoque.....	35



## LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

ABRAF - Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas

DM - Disponibilidade Mecânica

MCC - Manutenção Centrada na Confiabilidade ou (*RCM, Reliability-Centered Maintenance*)

MPT- Manutenção Produtiva Total

MRP - Material *Requirement Planning*

PCM - Planejamento e Controle da Manutenção

TPM - Manutenção Produtiva Total

TQM - Total ou Total Quality Management

UFPR - Universidade Federal do Paraná

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>14</b>
3.1 TIPOS DE MANUTENÇÕES MECÂNICAS .....	14
3.1.1 Manutenção corretiva.....	14
3.1.1.1 Manutenção corretiva planejada .....	15
3.1.1.2 Manutenção corretiva não planejada .....	15
3.1.2 Manutenção preventiva.....	16
3.1.3 Manutenção preditiva .....	17
3.1.4 Manutenção detectiva .....	18
3.2 A QUALIDADE NA MANUTENÇÃO .....	18
3.2.1 Fator humano na manutenção .....	18
3.2.2 Instrumentos de trabalho .....	19
3.2.3 Planejamento: Gestão da Manutenção .....	20
3.3 ELIMINAR FALHAS, PARADAS NÃO PLANEJADAS, COM BUSCA CONTINUA DA CAUSA RAIZ .....	22
3.3.1 Causas da Falha .....	22
3.3.2 Modelo de Ocorrência das Falhas .....	23
3.3.3 Análises de falhas .....	24
3.4 MELHORIAS CONSTANTES DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO E DAS INSPEÇÕES .....	25
3.5 ESTIMAR E PLANEJAR O CONSUMO DE PEÇAS .....	27
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>28</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>30</b>
5.1 PROGRAMA DE MANUTENÇÃO NA EMPRESA.....	30

5.1.1 Manutenção corretiva planejada na empresa .....	30
5.1.2 Manutenção corretiva não planejada .....	31
5.1.3 Manutenção preventiva.....	31
5.1.4 Manutenção preditiva .....	33
5.1.5 Estimar e planejar o consumo de peças .....	34
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo a ABRAF 2013, em seu anuário estatístico, o Brasil possui 6,7 milhões de hectares de florestas plantadas que fornecem mais de 271,5 milhões de metros cúbicos de madeira em tora por ano para os diversos setores consumidores, sendo números grandiosos que mostram a relevância do setor florestal no país. Os números também são significativos quanto a quantidade de máquinas florestais necessárias para a colheita deste volume de madeira, onde no Brasil tem hoje mais de 1 milhão de unidades, Ainda segundo ABRAF estes dados nos mostram a dimensão do setor florestal e a sua dependência de pessoal qualificado para realizar e manter as manutenções necessárias para que se consiga uma boa disponibilidade mecânica destas máquinas.

Baseado no princípio em que toda máquina ou equipamento no decorrer do seu tempo de uso está sujeito a um processo de depreciação durante o trabalho podendo ser por desgaste, deterioração, erros de operação, incidentes e até acidentes, inevitavelmente faz-se necessário nesse intervalo de tempo algumas intervenções de reparos, troca de peças e componentes, lubrificação e inspeções, todas essas intervenções é o que se chama de manutenção. Conforme CYRINO (2015) Pode-se concluir então que o objetivo principal da manutenção é garantir o bom funcionamento de uma máquina e/ou equipamento e dessa forma manter seu rendimento e seu estado o mais próximo possível do original.

Ao longo do tempo as máquinas florestais têm evoluído tecnologicamente e o setor de manutenção mecânica tem a necessidade de acompanhar estas mudanças. Mudanças também podem ser observadas no número e na variedade das instalações produtivas, com projetos cada vez mais complexos, com exigências de conhecimento técnico em níveis cada vez maiores, o que demanda uma atualização constante dos profissionais da área de manutenção. Uma tendência é que a área de manutenção mecânica em máquinas florestais nestas empresas passem a ser considerada estratégica para os resultados dos custos de colheita florestal das mesmas. Com a manutenção preventiva é possível antecipar-se e evitar falhas que poderiam ocasionar paradas imprevistas dos equipamentos ou falhas

mais importantes nas máquinas que poderiam resultar em maiores custos de manutenção.

De acordo com KARDEC & NASCIF (2009, p. 11):

“a atividade de manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas, principalmente, é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, evitar a falha do equipamento e reduzir os riscos de uma parada de produção não planejada”

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo do trabalho é apresentar a implantação de um sistema efetivo de manutenção preventiva, que busca melhorias significativas na disponibilidade mecânica, e conseqüentemente na produção de um determinado Módulo de Máquinas para Colheita Florestal no município de Sengés, Paraná.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Apresentar um breve levantamento bibliográfico sobre manutenção mecânica
- b) Apresentar como implantar um sistema efetivo de manutenção preventiva, eliminando falhas e paradas não planejadas;

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 TIPOS DE MANUTENÇÕES MECÂNICAS

A manutenção mecânica quando entendida e aplicada da forma técnica, de acordo com CYRINO (2005) é dividida basicamente em quatro tipos sendo;

- a) Manutenção Corretiva que é dividida em planejada e não planejada, que ainda pode ser de emergência ou não;
- b) Manutenção Preventiva;
- c) Manutenção Preditiva;
- d) Manutenção Detectiva.

Estes quatro tipos de manutenções definem como elas são realizadas, ou seja, realizada antes do problema acontecer ou ainda detectar um problema que pode vir a ocorrer no futuro. CYRINO (2005) em seu artigo também afirma que as manutenções Preventiva, Preditiva e Detectiva são as que têm melhor resultado para as empresas que diminuem ou até evitam quebras e custos maiores. A manutenção corretiva é a que deve ser evitada ao máximo pois neste caso a máquina parou para somente então a equipe de manutenção vir a identificar qual foi a causa e o conserto necessário, que neste caso na maioria das vezes poderia ser evitada ou ser trocado uma peça que evitaria a quebra de outras, resultando em perdas de produtividade e custos com peças.

##### 3.1.1 Manutenção corretiva

É a forma mais simples e mais primitiva de manutenção. De acordo com SLACK *et al.* (2002, p. 625) significa deixar as instalações continuarem a operar até que quebrem. Trabalho de manutenção é realizado somente após a quebra do equipamento ter ocorrido Apesar de esta definição apontar para uma manutenção simplesmente entregue ao acaso, essa abordagem ainda se subdivide em duas

categorias: planejada e não-planejada

#### 3.1.1.1 Manutenção corretiva planejada

XAVIER (2014) afirma que a Manutenção corretiva planejada é muitas vezes, decorrente de uma preditiva, e por isso mesmo, a equipe de manutenção pode se precaver e prever futuras intervenções corretivas em equipamentos e maquinários em geral. No caso da manutenção corretiva planejada ou previsível, a correção de uma falha acontece em função de um acompanhamento preditivo, detectivo, ou até pela tomada de decisão por parte dos gestores de aplicar medidas de manutenção somente após a falha. XAVIER (2014) também afirma que esse tipo de manutenção é feita de forma planejada e, em decorrência disso, tudo que é feito de maneira planejada torna-se mais seguro, mais barato e mais rápido.

#### 3.1.1.2 Manutenção corretiva não planejada

Segundo WILLIANS, 1994 *apud* CASTELLA, 2001 a manutenção corretiva não planejada é a correção da falha de maneira aleatória, onde não há tempo para a preparação do serviço. Normalmente implica em altos custos, pois a quebra inesperada provoca perdas de operação, perda de qualidade do produto e elevados custos indiretos de operação.

WILLIANS, 1994 *apud* CASTELLA, 2001 ainda afirmam que esse tipo de manutenção é caracterizado pela atuação das equipes de manutenção em fatos que já ocorreram, sejam estes fatos desempenhos inferiores ao almejado ou uma falha. Não há tempo para a preparação de componentes e nem de planejar o serviço, isto é, manutenção corretiva não planejada é a correção da falha de modo aleatório a fim de evitar outras consequências. Do ponto de vista do custo de manutenção, esse tipo tem custo menor do que prevenir falhas nos equipamentos. Porém, pode causar grandes perdas por interrupção da produção. OTANI & MACHADO, 2008 definem que manutenção corretiva não-planejada é a correção da falha ou do desempenho

abaixo do esperado e é realizada sempre após a ocorrência do fato, sem acompanhamento ou planejamento anterior, aleatoriamente. Implica em altos custos e baixa confiabilidade de produção, já que gera ociosidade e danos maiores aos equipamentos, muitas vezes irreversíveis.

### 3.1.2 Manutenção preventiva

Patton Jr., (1983), afirma que a manutenção preventiva é um dos tipos de manutenção mais importantes dentro de uma planta florestal e que requer esforços de planejamento e treinamento das equipes especializadas, sempre com o intuito de manter os equipamentos na mais extrema disponibilidade, com base em procedimentos de confiabilidade. Patton Jr., (1983) também afirma que seja em ações isoladas ou em grandes paradas, o ideal é que a manutenção preventiva seja uma das maiores prioridades dos gestores nas empresas de base florestal ao realizar o escopo de trabalho, o que ainda é uma realidade um pouco distante do que acontece atualmente em muitas organizações. Patton Jr., (1983) ainda afirma que a manutenção preventiva é realizada de maneira a reduzir ou evitar a falha ou a queda no desempenho do equipamento, obedecendo a um plano de manutenção preventiva previamente elaborada, baseado em intervalos definidos de tempo, isso é, manutenção baseada no tempo.

Moubray (1997) também afirma que qualquer ativo físico solicitado para realizar uma determinada função estará sujeito a uma variedade de esforços. Estes esforços gerarão fadiga e isto causará a deterioração deste ativo físico reduzindo sua resistência à fadiga. Esta resistência reduzirá-se até um ponto no qual o ativo físico pode não ter mais o desempenho desejado, em outras palavras, ele pode vir a falhar.



### 3.1.3 Manutenção preditiva

CYRINO (2015) afirma que a Manutenção preditiva também é conhecida como manutenção sob condição ou manutenção com base no estado do equipamento. É baseada na tentativa de definir o estado futuro de um equipamento ou sistema, por meio dos dados coletados ao longo do tempo por uma instrumentação específica, verificando e analisando a tendência de variáveis do equipamento. Esses dados coletados, por meio de medições em campo como temperatura, vibração, análise físico-química de óleos, ensaios por ultrassom, termografia, não permitem um diagnóstico preciso; portanto, trabalha-se no contexto de uma avaliação probabilística.

CYRINO (2015) ainda afirma que esse tipo de manutenção caracteriza-se pela previsibilidade da deterioração do equipamento, prevenindo falhas por meio do monitoramento dos parâmetros principais, com o equipamento em funcionamento. A manutenção preditiva é a execução da manutenção no momento adequado, segundo CYRINO (2015), antes que o equipamento apresente falha, e tem a finalidade de evitar a falha funcional ou evitar as consequências desta, onde os objetivos da manutenção preditiva podem ser evidenciados conforme a seguir:

- a) Determinar antecipadamente a necessidade de serviços de manutenção numa peça ou componente específico de uma máquina ou equipamento;
- b) Eliminar desmontagens desnecessárias para inspeção;
- c) Aumentar o tempo de disponibilidade das máquinas e equipamentos;
- d) Reduzir as intervenções de corretiva;
- e) Impedir o aumento dos danos;
- f) Aproveitar a vida útil total dos componentes e de um equipamento;
- g) Aumentar o grau de confiabilidade das máquinas e equipamentos.

ALMEIDA (2000, p. 4) ainda destaca a diferença mais substancial entre a manutenção corretiva e a preditiva:

“(...) Talvez a diferença mais importante entre manutenção reativa e preditiva seja a capacidade de se programar o reparo quando ele terá o menor impacto sobre a produção. O tempo de produção perdido como

resultado de manutenção reativa é substancial e raramente pode ser recuperado. A maioria das plantas industriais, durante períodos de produção de pico, operam 24 horas por dia. Portanto, o tempo perdido de produção não pode ser recuperado.”

#### 3.1.4 Manutenção detectiva

Manutenção detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção ou comando buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. Segundo Araújo e Santos (2008), manutenção detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não-perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção (ex.: o botão de lâmpadas de sinalização e alarmes em painéis). A identificação de falhas ocultas é primordial para garantir a confiabilidade. Em sistemas complexos, essas ações só devem ser levadas a efeito por pessoal da área de manutenção, com treinamento e habilitação para tal, assessorado pelo pessoal de operação. Segundo Pinto (2001) *apud* Castella (2001) na década de 1990 o termo manutenção detectiva começou a ser utilizado. É um tipo de manutenção efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis às equipes de operação e manutenção. Essa é a política adotada quando o processo possui subconjuntos nos quais é praticamente impossível detectar falhas antes que elas ocorram, buscando eliminar falhas ocultas por meio de testes periódicos no sistema.

### 3.2 A QUALIDADE NA MANUTENÇÃO

#### 3.2.1 Fator humano na manutenção

Pinto e Xavier (1998), afirmam que o desenvolvimento da manutenção mecânica acompanhou a evolução do setor técnico-industrial, no fim do século

XIX.O aumento da mecanização teve como consequência o aumento da demanda de reparos, inicialmente, essa atividade tinha como finalidade somente de pequenos reparos. Ao decorrer das décadas as indústrias começaram a estabelecer parâmetros mínimos de produção, e, acompanhada delas, a necessidade da criação de equipes especializadas em solucionar problemas das máquinas no menor espaço de tempo e reduzir as ocorrências. Um profissional de manutenção qualificado e bem equipado é fundamental para que uma empresa consiga atingir seus objetivos, obter qualidade nos seus produtos e ter prestígio no mercado. Além disso, o sucesso ou fracasso de uma empresa depende do trabalho de equipe de seus colaboradores em qualquer atividade. Na manutenção este fator é mais do que crítico, tanto internamente entre seus membros, quanto entre o seu relacionamento com a área de operação. Conseguir que a manutenção e a operação formem uma verdadeira equipe na busca de soluções constitui um desafio para as empresas que procuram a excelência empresarial.

Kardec & Nascif (2009, p.72) ainda citam um modo de organizar a manutenção como sendo a tendência de formação de equipes multifuncionais para realização de pronto atendimento. Essa forma já é aplicada em algumas brasileiras de alta competitividade e com excelentes resultados. Em relação ao fator subordinação, Kardec & Nascif (2009, p.70) afirmam que, varia de acordo com o tamanho da empresa, Nas empresas pequenas, por exemplo, as funções técnicas de manutenção, engenharia, inspeção e serviços gerais estão geralmente reunidas. Na maioria das empresas, no entanto, a tendência predominante dos últimos 20 anos, foi a consolidação da manutenção em nível gerencial, estando o gerente de manutenção ligado ao primeiro escalão gerencial.

### 3.2.2 Instrumentos de trabalho

REIS (2013), afirma que os custos na manutenção são: mão de obra, instrumentos e ferramentas, material para reparos, entre outros. Um instrumento de qualidade é um grande aliado do profissional da manutenção, facilitando e agilizando o trabalho do mesmo. Um erro grande e comum cometido pelas empresas é que

elas buscam o melhor preço ao invés do melhor custo. Uma ferramenta ou material de reparo de menor preço pode dificultar o trabalho do profissional de manutenção, causando assim uma parada produção. Como o custo do instrumento é infinitamente menor que a hora da produção, é preferível investimentos direcionados a ferramentas de qualidade.

### 3.2.3 Planejamento: Gestão da Manutenção

Com objetivo de agilizar o atendimento à operação, otimizar a utilização de recursos humanos e materiais, além de disseminar conhecimento técnico, teórico e prático é importante se adotar um sistema para medir, capacitar e melhorar continuamente o nível de conhecimento das equipes responsáveis por gerir os ativos florestais. Cyrino (2015) afirma que baseado no princípio em que toda máquina ou equipamento no decorrer do seu tempo de uso está sujeito a um processo de desgaste, deterioração, inevitavelmente faz-se necessário nesse intervalo de tempo algumas intervenções de reparos, troca de peças e componentes, lubrificação e inspeções. Todas essas intervenções é o que chamamos de manutenção. Para implantação de algo em uma organização, como o da Gestão da Manutenção, a empresa, no entanto, pode ter um caminho longo e sinuoso a trilhar, atendo-se e respondendo questões como:

- a) O que leva a empresa a implantar a Gestão de Manutenção? Por que a Gestão da Manutenção é importante para empresa?
- b) O serviço de manutenção pode ser feito por um setor da própria empresa ou é melhor a contratação de serviço terceirizado?
- c) Quais os serviços que se devem buscar na empresa terceirizada? Dentre outras questões.

Para organizar esse conjunto de informações é preciso, primeiramente, cadastrar os equipamentos, estruturando tudo o que pertence à organização. Depois disso, iniciar e organizar a manutenção torna-se tarefa fácil, e mais do que isso, eficaz. Quando já se tem o tipo de manutenção escolhido, o perfil e quantidade de

profissionais envolvidos e área física, é o momento de se pensar nos tipos de materiais necessários para esse grupo poder trabalhar adequadamente:

- a) O que se tem em mente?
- b) Quais materiais são considerados fundamentais para realizar o trabalho com segurança? Por quê?

Cyrino (2015) também afirma que com as respostas dessas perguntas, têm-se subsídios para seguir em frente com a proposta, atentando para: Qual o custo da infra-estrutura e como deve ser composta, alguns detalhes considerados importantes para compor a infra-estrutura da equipe de manutenção, como:

- a) Ferramentas necessárias para técnicos de cada área de atuação desenvolver suas atividades.
- b) Equipamentos essenciais para usar em bancadas de manutenção, de acordo com cada área de atuação.
- c) Documentação técnica.
- d) Telefone, central de recados, bip, celular, computador, rede de internet, etc.
- e) Escritório, suprimentos operacionais (canetas, envelopes, papéis, móveis e utensílios, etc.).
- f) Infra-estrutura predial para manutenção.
- g) Treinamentos, sempre que possível e necessário.

Cyrino (2015) ainda afirma que é importante e necessário conhecer os custos de implantação e manutenção do grupo, devem-se enquadrar os materiais em itens de custo fixo e de custo variável. Após todas essas etapas, finalmente chegou a hora de se colocar todas as ideias, estudos e resultados no papel e passar à ação propriamente dita. Depois do estudo detalhado de sua organização, suas condições e seu conjunto de equipamentos instalados, já se pode estabelecer a implantação do Sistema de Manutenção, passando para a tão esperada Gestão da Manutenção. Independentemente do tipo de manutenção empregada pela organização, todas, sem exceção, para se dizer de sucesso, tem um processo instalado. Na figura 01 a seguir temos um fluxograma de um modelo de gestão de manutenção:

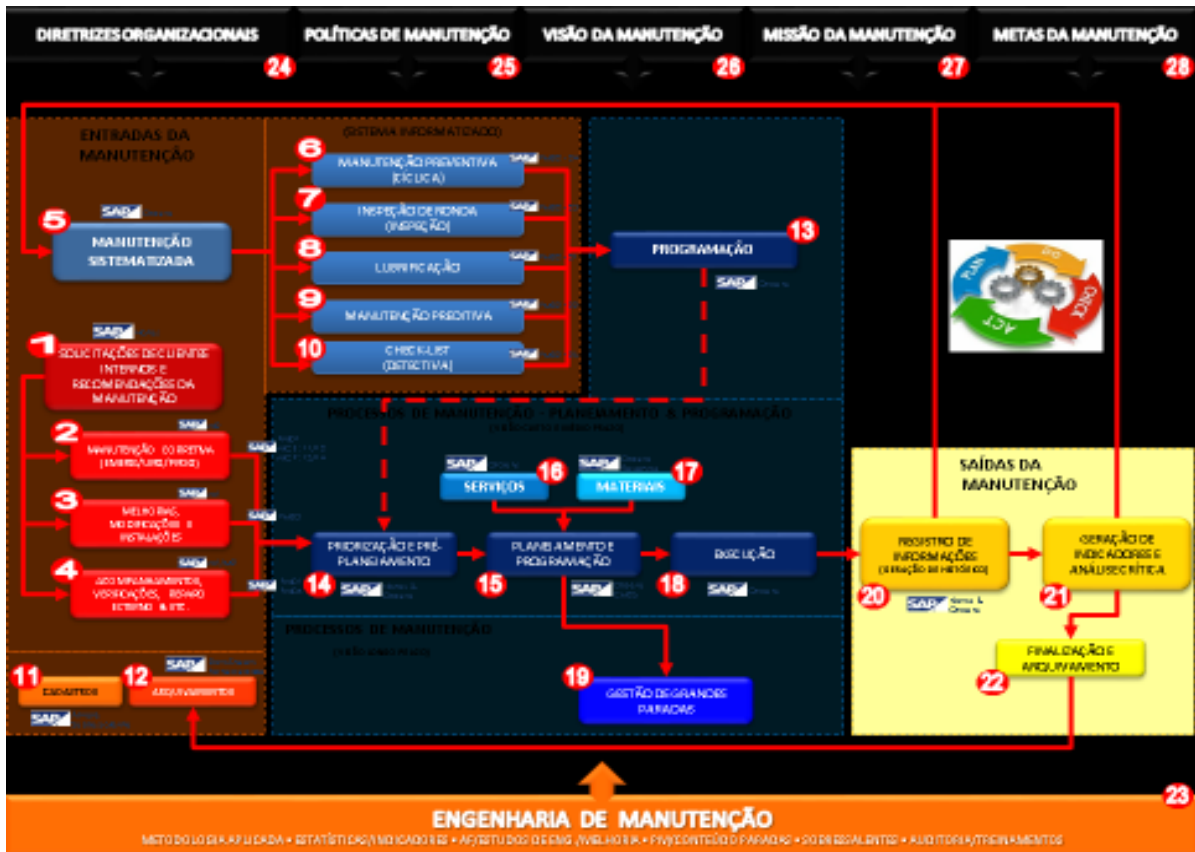


Figura 1-Fluxograma engenharia de manutenção

Fonte: SANTOS (2015)

Segundo Souza (2008) o planejamento estratégico da manutenção é um conjunto de tarefas em equipe que tem como propósito assegurar o progresso do seu nível tecnológico e administrativo, a continuidade na sua gestão com eficiência de seus processos, a adequação contínua de sua estratégia, capacitação e estrutura, alinhando-se sempre com as metas e objetivos da produção.

### 3.3 ELIMINAR FALHAS, PARADAS NÃO PLANEJADAS, COM BUSCA CONTINUA DA CAUSA RAIZ

#### 3.3.1 Causas da Falha

Cyrino (2015) afirma que as causas das falhas são diversas e podem se apresentar isolada ou simultaneamente. Essas causas podem ser agrupadas em três grandes categorias:

- a) Falta e resistência: proveniente de uma deficiência de projeto, especificação inadequada do material, deficiência na fabricação ou Montagem.
- b) Uso inadequado: exposição do equipamento a esforços e condições de uso acima da resistência especificada em projeto.
- c) Manutenção inadequada: inadequação ou ausência de ações de manutenção para evitar a deterioração.

Resumindo, as falhas acontecem geralmente por fatores tais como: erros de fabricação, de montagem, de operação ou de manutenção, lubrificação ou refrigeração inadequada, sujeira, objetos estranhos, folgas, vazamentos, deformações, trincas, condições ambientais desfavoráveis, vibração, oscilação de pressão, de temperatura e de tensão, torque incorreto, oxidação, corrosão, obstrução de dutos e também por colisões.

### 3.3.2 Modelo de Ocorrência das Falhas

Pelos conceitos da Engenharia de Confiabilidade, as frequências de ocorrência das falhas em um equipamento podem ser classificadas em decrescente, constante ou aleatória e crescente, e estão em geral associadas ao estágio do ciclo de vida do equipamento. As falhas de frequência decrescente são associadas ao início da vida do equipamento e normalmente são causadas por problemas de projeto, de fabricação e de instalação ou erro na operação por falta de treinamento inicial. Esse período de vida do equipamento em que as falhas são decrescentes e prematuras é denominado período de mortalidade infantil ou vida inicial.

As falhas de frequência constante ou aleatória são associadas ao que se costuma denominar vida normal ou fase de estabilidade do equipamento. Em geral a frequência dessas falhas é menor quando comparada às falhas de frequência

crescente ou decrescente e estão associadas à aplicação de esforços acidentais, erros de manutenção e operação e que não tendem a variar à medida que o equipamento envelhece. As falhas de frequência crescente são associadas ao período de instabilidade inerente ao fim da vida útil do equipamento onde o mesmo entra em degeneração por fadiga e desgaste.

### 3.3.3 Análises de falhas

Segundo Ferreira (2009), medidas como limpeza e inspeção dos equipamentos, conhecimento e obediência das condições de uso previstas em projeto, recuperação das degenerações, correções das deficiências provenientes do projeto ou fabricação e maior capacitação técnica dos usuários e mantenedores, são ações básicas para a eliminação das falhas e não podem ser negligenciadas. Porém tão importante quanto as ações para eliminação das falhas ocorridas, é o estudo detalhado de suas causas e a utilização dos resultados desse estudo como uma ferramenta poderosa para evitar sua re-ocorrência. Outra maneira simples, rápida e eficaz de se avaliar com profundidade a causa de uma falha é o Método dos Cinco Porquês. Nesse método após a ocorrência da falha, o pessoal de Manutenção em conjunto com Engenharia e com o usuário do equipamento, inicia uma série de questionamentos sobre o porquê de a falha ter ocorrido. Em geral até o quinto questionamento sequencial efetuado pelo grupo, já se pode identificar a causa raiz da falha.

Ferreira (2009) também afirma uma vez analisadas as causas das falhas, seja pelos métodos aqui apresentados ou por quaisquer outros tidos como mais adequados pelas empresas, para que realmente as falhas sejam erradicadas deve-se estabelecer um plano que contenha contramedidas para as causas das falhas, as justificativas para cada contramedida, os responsáveis e áreas, além da data prevista e os recursos necessários para a sua implementação, essa metodologia dá-se o nome de Plano de Ação 5W2H onde o W e H provêm dos termos em inglês *What, Why, Who, Where, When, How e How Much* cujas traduções são



respectivamente O que, Por que, Quem, Onde, Quando, Como e Quanto Custa. É notável que em especial nas máquinas, escavadeiras 210 GLC adaptadas para harvesters, existem um consumo expressivo de mangueiras hidráulicas, isso devido ao ressecamento das mangueiras originais e também a substituição de mangueiras de má qualidade, no caso em específico nesta fase das análises recomenda-se uma tratativa especial para o caso.

Ferreira (2009), ainda firma que a análise de falhas é uma forma de gestão de equipamentos produtivos, tendo como características a abordagem do completo ciclo de vida das máquinas, que começa pelas etapas de pesquisa e desenvolvimento, projeto e design; passa pela fase de compra, construção e instalação; inclui a operação e a manutenção e termina com a desativação e descarte do equipamento.

### 3.4 MELHORIAS CONSTANTES DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO E DAS INSPEÇÕES

Segundo Kardec & Nascif (2009), atualmente existem várias ferramentas disponíveis e adotadas na manutenção de máquinas e equipamentos, entre elas, estão as duas mais comumente utilizadas, a Manutenção Produtiva Total (TPM) e Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC). A Manutenção Produtiva Total (MPT) ou *Total Productive maintenance* (TPM) surgiu no Japão no período da Segunda Guerra Mundial, onde as empresas até naquele momento eram famosas pela fabricação de produtos de baixa qualidade e arruinadas pela destruição da guerra, a partir desse período eles buscaram a excelência da qualidade para reverter o cenário em que estavam inseridos. A relação sinérgica entre todas as funções organizacionais para a melhoria contínua da eficiência operacional, segurança e qualidade do produto, sendo esses uns dos princípios dessa ferramenta. Um dos ideais desse método é que os operadores participem de manutenção preventiva, auxiliando os mecânicos nos consertos quando o equipamento está fora de operação, vindo a trabalhar juntos no equipamento e no

processo de melhoria do grupo de atividades. Na melhoria contínua alguns itens devem ser analisados como, por exemplo, da ilustração abaixo:



**Figura 2** - Melhorias constantes nos planos de manutenção

**Fonte:** SANTOS (2015).

Kardec & Nascif (2009) também afirmam que a Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) ou *Reliability-Centered Maintenance* (RCM) originou-se na política de manutenção no setor de transporte aéreo nas décadas de 60 e 70. Um dos argumentos desse método é que não existe uma forte correlação entre idade e taxa de falhas, além de provar que a manutenção baseada em tempo era uma das premissas falsas para a maioria dos equipamentos. Tem como objetivo em definir a abordagem mais efetiva na manutenção que vise aumentar a operacionalidade dos equipamentos, melhorar a segurança e reduzir custos. São obtidos esses resultados a partir da manutenção baseada na probabilidade de falhas dos equipamentos e identificar os custos mais efetivos, ou seja, estabelecer ações ótimas de manutenção que sejam desenvolvidas em base na condição tempo ou ciclo de operação e na operação até a falha dos equipamentos. Para obter esses resultados é realizado um processo contínuo de análise de dados do desempenho operacional do sistema, que sejam utilizados para a melhoria do projeto e de manutenções futuras.

Kardec & Nascif (2009) ainda afirmam que a manutenção é uma atividade muito importante, pois ela deve garantir a disponibilidade dos equipamentos e instalações com confiabilidade, segurança e custos adequados. Deve-se entender cada tipo de manutenção e aplicar o mais adequado para cada cenário, sendo o fator de otimização da atividade e de lucro para o empreendimento. Hoje os profissionais buscam por especialização para realizar a melhor manutenção possível das máquinas para que não ocorram as indesejadas paradas. Um exemplo de curso direcionado a este assunto é o Curso de Aperfeiçoamento Técnico em Gestão de Manutenção de Máquinas Florestais.

### 3.5 ESTIMAR E PLANEJAR O CONSUMO DE PEÇAS

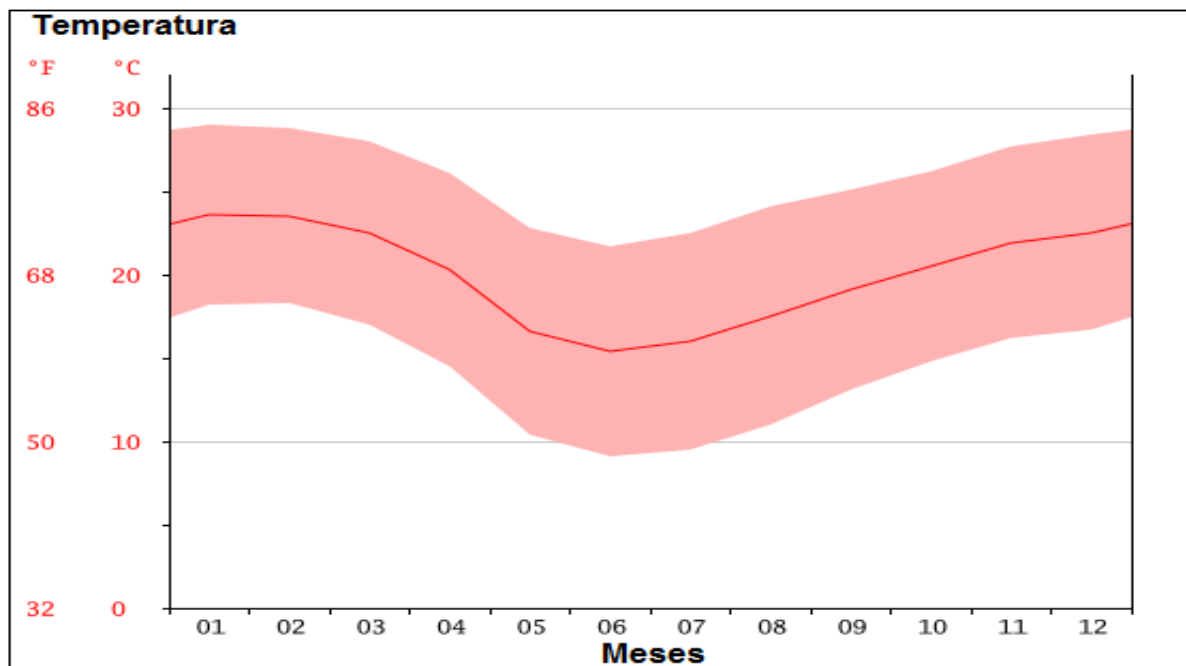
Lopes, Souza e Moraes (2006) destacam que o almoxarifado é o local responsável pelo recebimento, armazenagem, expedição e distribuição dos materiais. Pode ser um local coberto ou não, com condições climáticas controláveis ou não, com alto nível de segurança ou não, tudo dependendo do tipo de material a ser acondicionado e das normas necessárias para o correto acondicionamento, localização e movimentação.

O planejamento desenvolve suas atividades em todos os tipos de manutenção, sendo que nos serviços de manutenção preventiva e nos projetos há uma maior possibilidade de se realizar uma previsão mais confiável e também há um tempo maior para o setor de compras fazer o seu planejamento de compras. Já a manutenção corretiva é um inconveniente em todos os sentidos, pois além ser provocar distúrbios na produção, é um tipo de evento que dificulta a sua previsão, pois teremos de levar em consideração aspectos como confiabilidade e disponibilidade de equipamentos e sistemas.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do trabalho, os dados foram obtidos através revisão bibliográfica, coleta e análise de dados de campo. A área geográfica do estudo abrange a região norte do estado do Paraná, município de Sengés-Pr, uma das principais regiões do setor florestal do estado. As informações do embasamento teórico do trabalho foram desenvolvidas a partir da realização de pesquisa bibliográfica e através de sites relacionados com o setor e ainda coleta de dados de campo. Foram obtidos alguns dados reais da manutenção das escavadeiras *John Deere 210 GLC*, adaptadas para *harvester*.

A área de estudo situa-se na Região Sul do Brasil, no município de Sengés – PR, com relevo caracterizado como ondulado a declivoso com declividade máxima de até 60%, altitudes entre 600 a 900m. De acordo com PT-CLIMATE, 2016, o município de Sengés-Pr tem um clima quente e temperado com uma pluviosidade significativa ao longo do ano, com média anual de 1242mm. O clima é classificado como Cfa segundo a Köppen e Geiger, com temperatura média de 19.9°C.



**Figura 3** – Gráfico de Temperaturas – Sengés-Pr

**Fonte:** <http://pt.climate-data.org/location/43700>

A máquina em estudo foi o *Harvester* John Deere 210 GLC com esteiras como podemos ver na figura 02 a seguir. De acordo com dados da John Deere, esta máquina é equipada com motor *PowerTech*™ de seis cilindros de 6,8L com potência de 159 HP. O sistema hidráulico, o torque de oscilação e a força da barra de tração ajudam a aumentar a produção. Também equipada com o sistema de gerenciamento *Powerwise*™ III que equilibra perfeitamente o desempenho do motor e o fluxo hidráulico para operação previsível. A potência oferece dosagem suave e equilibrada para operação normal. Esta máquina também possui o modo economia que limita a velocidade máxima e ajuda a economizar combustível. Esta possui ainda a marcha lenta automática reduz a velocidade do motor quando o sistema hidráulico não estiver em uso.



**Figura 4** – Harvester John Deere 210 GLC com esteiras

**Fonte:** Autor, 2016

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 PROGRAMA DE MANUTENÇÃO NA EMPRESA

#### 5.1.1 Manutenção corretiva planejada na empresa

Neste caso, tem-se uma falha ou condição anormal de operação de um equipamento e a correção depende de decisão gerencial, em função de acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até a quebra. Esse tipo de manutenção possibilita o planejamento dos recursos necessários para a intervenção de manutenção, uma vez que a falha é esperada, conforme podemos ver na figura 5 a seguir, podemos ver um motor que será substituído de forma planejada:



**Figura 5** - Troca de um motor de forma planejada

**Fonte:** Autor, 2016

### 5.1.2 Manutenção corretiva não planejada

A manutenção corretiva não planejada na empresa ainda acontece com certa frequência pois, a pouco tempo a manutenção estava sendo realizado por uma empresa terceirizada e atualmente ainda está sendo alinhado um sistema efetivo de manutenção. Na figura 2 a seguir podemos ver uma esteira e uma coroa de um guincho sendo substituída por desgaste excessivo e quebra inesperada.



**Figura 6** - a) esteira danificada, b) coroa com engrenagem danifica

**FONTE:** Autor, 2016

### 5.1.3 Manutenção preventiva

A empresa realiza manutenção preventiva, utilizando dados estatísticos de arquivos ou históricos disponíveis, onde procura-se determinar o tempo provável em que ocorrerá a falha, pois se sabe que esta poderá ocorrer, mas não se pode determinar exatamente quando. Pode-se, ainda, reduzir a probabilidade de falhas pelo fato de a manutenção ser programada com antecedência, sendo o ônus desta paralisação substancialmente baixo.

A manutenção preventiva é considerada como o ponto de apoio das atividades de manutenção, envolvendo tarefas sistemáticas tais como: as inspeções,

substituição de peças e reformas. Na tabela 01(figura 07) a seguir, vemos um modelo de Rotas de Inspeção utilizado na empresa, importante ferramenta para a inspeção de máquinas para a programação da manutenção preventiva:

ROTA DE INSPEÇÃO - MANUTENÇÃO						
HARVESTER ESCAVADEIRA 210 GLC /CABEÇOTE WARATHA 616C						
<b>PARTICIPANTES:</b>						
<b>MÓDULO:</b> MECANIZADO			<b>TURNO:</b>		<b>MÁQUINA:</b> Escavadeira 210 glc HV 01	
<b>DATA:</b>						
CABEÇOTE						
COMPONENTES	O K	NÃO OK		TEMPO P/REPARO	CRITICIDADE (N)Normal (U)Urgente	CÓDIGOS (PEÇAS DE REPARO)
Faca fixa, L.DIR.L.ESQ..						
Cilindro faca e rolo						
Suporte motor do rolo						
Motor do rolo						
Capa do motor do rolo						
Linck do cabeçote						
Conjunto de corte						
Sensor do motor da serra						
Mangueiras do 1º e 2º estagio						
Retorno dreno 1º e 2º estagio						
Red Can e elétricos comando						
Comando cabeçote (vazamentos)						
Mangueiras do comando						
Cilindro do tilt e sabre						
Sensores do diâmetro, comprimento						
Sensor de posição						
Chassis						
Tampa conjunto de corte						
Tampas do Capô						
Lubrificação geral						
Verificar pressões do cabeçote						
Verificar folgas cabeçote						
Reapertar parafusos faca fixa						
Verificar folga bielas das facas						
Lubrificação geral do cabeçote						
Conferir bicos graxeiros						
Reaperto geral do cabeçote						
Verificação de vazamentos						
Verificar rotação do motor da serra						
Verificar situação das mangueiras						
Verificar válvulas do cabeçote						
Verificação de alarmes do monitor do cabeçote						
Rotação dos rolos de tração						
Verificar pressão da bomba de lubrificação						

**Figura 7 - Planilha da rota de inspeção**

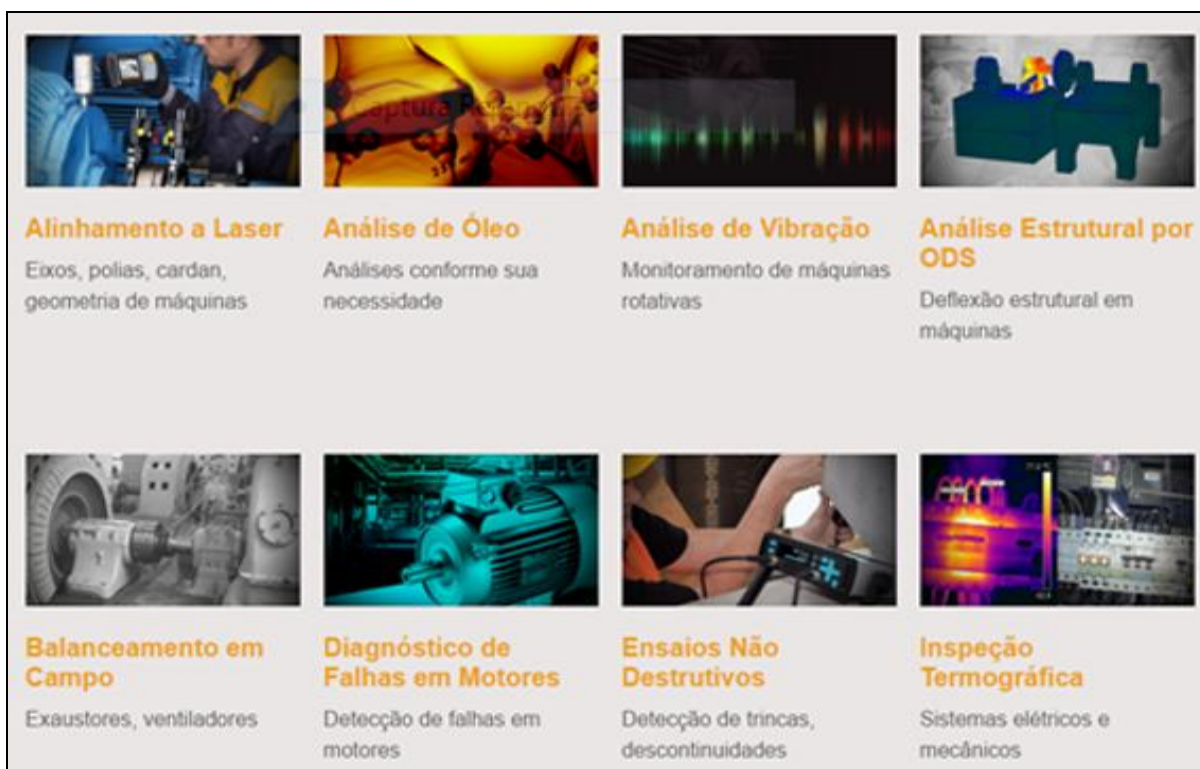
Fonte: **Autor, 2016**



Esta rota de inspeção é voltada para antecipar que a falha ocorra, através de manutenções em intervalos de tempo pré-definidos. Após realizada esta inspeção, são identificados as manutenções necessárias, codificado as peças e solicitado a compra. Assim quem todas as peças estão em disponíveis, é agendado a parada da máquina para realizar os consertos e substituições de peças necessários.

#### 5.1.4 Manutenção preditiva

A manutenção preditiva tem por objetivo identificar possíveis falhas que podem ocorrer, podendo também ser identificadas na rota de inspeção ou com a utilização de um serviço especializado como podemos ver na figura 3 a seguir. Alguns exemplos das ferramentas para manutenção preditivas citadas acima são; Alinhamento a Laser, Análise de Óleo, Análise de Vibração, Análise Estrutural por ODS, Balanceamento em Campo; Diagnóstico de Falhas em Motores, Ensaio não Destrutivos e Inspeção Termográfica.



**Figura 8** - Ferramentas para detecção de problemas

**FONTE:** MGSTECNOLOGIA (2010).

### 5.1.5 Estimar e planejar o consumo de peças

Uma das formas que a empresa utiliza para previsão da manutenção corretiva é se utilizar de estudos de confiabilidade para poder estabelecer a probabilidade de quando uma máquina irá apresentar um tipo de falha, mas este tipo de método requer uma qualidade e quantidade de informação que muitas vezes é difícil coletar e manter. Outra forma é realizar um monitoramento dos equipamentos com o objetivo de tentar prever o momento da falha do equipamento e tentar atuar de forma preditiva, assim montado um estoque de peças que tem histórico de quebras frequentes conforme podemos ver um exemplo na figura 7 abaixo:



**Figura 9** - Almojarifado de peças

**FONTE:** SANTOS (2015).

Algumas peças de reposição requerem tempos muito longos de aquisição. Os modelos ativos são os que se esperam os melhores resultados, logo é adequado que todos os itens que possibilitem programação estejam enquadrados no modelo de estoque ativo, conforme estabelece o padrão da empresa. Já os itens de uso habitual na empresa podem tanto se enquadrar com eficiência nos itens ativos, quanto nos itens reativos, com pouca diferença de resultados. Entretanto a empresa

mantém um grupo de planejamento dedicado a realizar a programação dos serviços, o que possibilita a utilização do modelo ativo que, para um bom resultado para a organização. Abaixo alguns exemplos de estoque de peças e mangueiras hidráulicas estocados na empresa:



**Figura 10** - Peças e mangueiras no estoque

**FONTE:** AUTOR, 2016

Um bom planejamento é a melhor forma de eliminar os erros decorrentes de tratamentos estatísticos de demandas. O planejamento das necessidades de peças de reposição e a manutenção dos parâmetros de suprimentos dos materiais podem permitir que a ferramenta MRP seja uma boa opção na busca da máxima eficiência dos níveis de estoque.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES**

A partir dos dados apresentados no presente estudo, podemos demonstrar que uma equipe eficaz traçando e planejando as manutenções a serem executadas, resulta em um melhor desempenho das máquinas e equipamentos, obtendo ainda uma redução nos gastos com manutenção corretiva e preventiva e colocando os equipamentos em funcionamento por um período de tempo maior.

O Módulo de Máquinas referido no estudo, ao utilizar o programa de manutenção adequado espera-se uma diminuição do custo por ciclo da máquina e por consequência, uma expectativa de que haja um acréscimo na produção e na vida útil das máquinas e equipamentos.

Estudos e pesquisas futuras podem explorar de forma mais específicas e em maior profundidade muitos aspectos aqui levantados e estudados procurando divulgar maiores detalhes, por exemplo, sobre os parâmetros para implantação do sistema de manutenção.

|

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. T. **Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade**. 2000. Disponível em: <<http://www.mtaev.com.br/download/mnt1.pdf>>. Acesso em 16/07/2016.

ARAÚJO, Igor Mateus de; SANTOS, Crisluci Karina Souza. **Manutenção elétrica industrial**. Disponível em: <<http://www.dee.ufrn.br/~joao/apostila/cap03.htm>>. Acesso em: 16/07/2016.

ABRAF,2013. **Manutenção de Máquinas Florestais: Uma Avaliação**. Disponível em: <[Http://www.mecanicagl.com.br/site/business-career/manutencao-de-maquinas-florestais-uma-avaliacao//>](http://www.mecanicagl.com.br/site/business-career/manutencao-de-maquinas-florestais-uma-avaliacao/). Acesso em 17/05/2016.

CYRINO, L. **Conceitos e aplicação da manutenção preditiva**. 2015. Disponível em: <[http://manutencaoemfoco.com.br/conceitos-e-aplicacao-da-manutencao-preditiva//>](http://manutencaoemfoco.com.br/conceitos-e-aplicacao-da-manutencao-preditiva/). Acesso em 17/05/2016.

CYRINO, L. **Manutenção Preventiva e seu planejamento**. 2015. Disponível em: <<http://manutencaoemfoco.com.br/manutencao-preventiva-e-seu-planejamento>>. Acesso em 16/05/2016.

FERREIRA, L. L. **Implementação da Central de Ativos para melhor desempenho do setor de manutenção: um estudo de caso Votorantim Metais**. 2009. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009. 384 p.

LOPES, A. S., SOUZA, E. R., MORAES, M. L.; **Gestão Estratégica de Recursos Materiais: um enfoque prático**. Rio de Janeiro, Ed. Fundo de Cultura, 2006.

MOUBRAY, 1997, **Como é a Manutenção para a Athena**. 2001. Disponível em: <<http://athena-automacao.com.br/home.html?>>. Acesso em 14/05/2016.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial**. Revista Gestão Industrial. Vol.4, n.2, 2008.

PATTON JR, **Qualidade da mão de obra na manutenção** Disponível em:<1983 [http://wwwp.feb.unesp.br/jcandido/manutencao/Grupo\\_5.pdf](http://wwwp.feb.unesp.br/jcandido/manutencao/Grupo_5.pdf)>. Acesso em 14/05/2016.

PINTO, et al. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

**CLIMA DE SENGÉS-PR**; 2016. Disponível em: <http://pt.climate-data.org/location/43700/>. Acesso em 17/05/2016.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002. 703 p.

SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Uma abordagem Analítica**. 2008. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa.

WILLIAMS, 1994 apud CASTELLA, 2001. **Como é a Manutenção para a Athena**. 2001. Disponível em:<2001<http://athena-automacao.com.br/home.html>>. Acesso em 14/05/2016.

WILLIAMS, J.H. et al. **Condition-based Maintenance and Machine Diagnostics**. Londres: Chapman & Hall, 1994.

XAVIER, J. N. **Manutenção: tipos e tendências**. 2014. Disponível em: <<http://engeman.com.br/pt-br/artigos-tecnicos/manutencao-tipos-e-tendencias/print/>>. Acesso em 17/05/2016.