

IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE MANUTENÇÃO EM UMA MICROEMPRESA DE TERRAPLANAGEM

SILVESTRIN, Bianca¹
BEZERRA, Thiago Castro²
CABRAL, Julio Cesar³
CERCONI, Claudinei⁴
SANTOS, Fábio de Sousa⁵

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo a implementação de um sistema de manutenção numa empresa familiar de terraplanagem onde será implantado um sistema de manutenção preventiva em um trator de esteira Komatsu D50a, onde que caso haver um resultado positivo será aplicado em outro maquinário existente na empresa, que são utilizados para fazer terraplanagens, readequação de estradas e curvas de níveis. Para que tal estudo seja concluído será abordado os diversos tipos de manutenção como corretiva, preditiva e preventiva e após ser feito o estudo bibliográfico e foi concluído que a manutenção preventiva vem para haver uma redução de custos na manutenção, já que, a manutenção corretiva detém um custo maior em conta de ser o “ quebra-arruma” e uma padronização nos procedimentos.

PALAVRAS-CHAVE: manutenção, máquinas pesadas, preventiva.

1 INTRODUÇÃO

Tendo como o objetivo a diminuição de custos de produção, as empresas de terraplanagem procuram cada vez mais diminuir as práticas de manutenção empregando técnicas chamadas preditivas e monitoramento dos equipamentos. A utilização dessas práticas tem uma tendência a reduzir as técnicas preventivas e

¹ Graduanda de Engenharia Mecânica no Centro Universitário Campo Real.

² Graduado em Engenharia Mecânica. Mestre em Engenharia mecânica. Professor no Centro Universitário do Campo Real.

³ Graduado em Matemática. Especialista em Matemática. Especialista em Tecnologia da Informação. Mestre em Física. Professor no Centro Universitário do Campo Real.

⁴ Graduado em Física. Mestre em Química Aplicada. Professor no Centro Universitário do Campo Real.

⁵ Graduado em Engenharia Mecânica. Mestre em Engenharia mecânica. Professor no Centro Universitário do Campo Real.

corretivas que promovem paralisação dos maquinários provocando impactos na produção.

Conforme Viana (2006) a engenharia de manutenção possui uma importância elevada, tendo como fator o desenvolvimento técnico e organizacional, essa área tem o objetivo de promover o progresso tecnológico através de aplicações de conhecimentos científicos e empíricos para solucionar dificuldades encontradas em processos e em equipamentos, buscando obter a maior produtividade e menos riscos em segurança de trabalho.

De acordo com a norma brasileira (NBR) número 5462:1994, tem-se a definição de manutenção como o conjunto de ações técnicas, administrativas e de supervisão que tem como o objetivo manter ou relocar um item em estado de que possa desempenhar sua função requerida. Resumidamente, é uma forma de manter a vida útil das máquinas e equipamento mais longas possíveis, assim, diminuindo as realizações de manutenções corretivas e as paradas na linha de produção que, além disso, há uma diminuição nos custos operacionais e de reparos. Sendo inicialmente dividida em três: manutenção corretiva, preventiva e preditiva.

Tendo em vista a utilização das máquinas de maneira mais eficiente e produtivamente possíveis, as microempresas têm investido em manutenções preventivas, esta, tem um papel importante já que é através dela que a paralisação por quebra do maquinário é evitada.

O presente trabalho terá como objetivo o estudo de caso da realização de um plano de manutenção em uma empresa familiar de pequeno porte do ramo de terraplanagem, visando padronizar procedimentos e reduzir custos nas manutenções.

2 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Independentemente do tipo e forma de aplicação, a manutenção pode ser definida como um conjunto de procedimentos realizados periodicamente em sistemas, máquinas e equipamentos.

Sobre esse assunto, Kardec (2010, p. 23) afirma que:

Garantir a confiabilidade e a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados.

Ao longo da história, a manutenção sofreu muitas modificações até chegar aos mais sofisticados processos existentes atualmente. Com o passar dos anos, novas tecnologias foram incorporadas e processos, técnicas e procedimentos foram desenvolvidos.

Sendo divididas em quatro tipos:

a) Manutenção Corretiva: Consiste em todas as ações de manutenção realizadas após as falhas, seja potencial ou funcional.

b) Manutenção Preventiva: Consiste em todas as ações de manutenção realizadas para reduzir a probabilidade da ocorrência do potencial.

c) Manutenção Preditiva: Consiste em monitoramento e testes com a finalidade de identificar e quantificar a severidade de falhas potenciais em estágio inicial.

d) Manutenção Proativa: Consiste na otimização contínua do processo e de equipamentos através da experiência adquirida com os eventos de falha ou manutenção.

De acordo com, Ricardo e Catalani (2007) apresentam a terraplanagem sendo como uma união de serviços necessários para movimentar terras a um local em falta, tendo em vista um projeto futuro já estabelecido.

Sobre terraplanagem, Senço (1980, p. 5) afirma que:

Chama-se terraplanagem ao conjunto de operações de escavação, carga, transporte, descarga, compactação e acabamento, executadas a fim de passar-se do terreno natural para a plataforma projetada.

Segundo Ricardo e Catalani (2007), pode ser distinguida quatro operações básicas que ocorrem em sequência ou juntas: escavação, carga do material que foi escavado, transporte, descarga e espalhamento, os autores afirmam que “a escavação é o processo empregado para romper a compacidade do solo em seu estado natural, através do emprego de ferramentas cortantes, como a faca da lâmina ou dentes da caçamba de uma carregadeira, desagregando-o e tornando possível o seu manuseio”(2007, p. 24).

A carga deste material escavado é caracterizada pelo enchimento da caçamba com o material que foi escavado. O transporte é feito a movimentação da terra da área

que foi feito a escavação até o local onde ficara definitivamente, sendo transporte com carga quando o equipamento está com carga ou transporte vazio quando a máquina está vazia de material (RICARDO; CATALANI, 2007).

Para a realização dessas operações é preciso a utilização de tratores, ou unidades de tração, que são máquinas básicas de terraplanagem, onde pode receber diversos tipos de implementos, como, tratores movidos a esteiras ou rodas pneumáticas (RICARDO; CATALANI,2007).

Neste estudo será abordado sobre trator movido por esteiras mais especificamente trator de esteira. As diferenças das características dessas unidades são basicamente com a aderência do trator para com o solo, sendo que as unidades movidas a esteira recebem um maior esforço trator (maior força na barra de tração) (RICARDO; CATALANI, 2007).

Para que os tratores tenham uma perfeita funcionalidade precisam ter cuidados tomados, dentre eles é a manutenção. Sobre essa manutenção existem 3 tipos: corretiva, preventiva e preditiva. Neste caso será abordada a implementação de sistema de manutenção preventiva.

Um plano de manutenção preventiva consiste em um conjunto de atividades (tarefas), regularmente executadas com o objetivo de manter o equipamento em seu melhor estado operacional. (VIANA,2002)

2.1 Manutenção Produtiva Total

A *Total Productive Maintenance* (TPM), traduzido para o português como: manutenção produtiva total (MPT). É uma das modernas ferramentas de gestão empresarial de toda uma cadeia produtiva industrial que visa a forte redução de todos os tipos indesejados de desperdícios. Ela abrange não apenas as atividades de manutenção corretiva e preventiva no chão-de-fábrica, mas em uma série de outras ferramentas importantes de melhorias de processos técnicos e administrativos em toda a estrutura organizacional de uma empresa. A MPT envolve novos conceitos de manutenção como, manutenção autônoma e a manutenção centrada em confiabilidade (RCM).

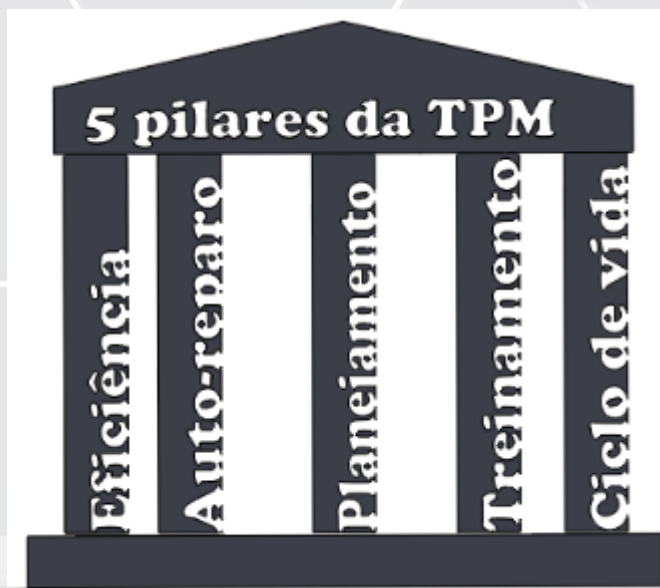
A TPM, é o conjunto de atividades que mantém o compromisso voltado para o resultado, a sua excelência se dá em atingir a máxima eficiência do sistema de

produção, maximizar o ciclo total de vida útil dos equipamentos aproveitando todos os recursos existentes buscando ter uma perda zero, é um dos conceitos mais moderno de manutenção. A TPM exige a participação de todos os elementos da cadeia operativa, desde o operador do equipamento, passando pelos elementos da manutenção e pelas chefias intermédias, chegando até aos níveis superiores de gestão.

O objetivo da TPM consiste em aumentar a eficiência da planta e do equipamento, então é utilizado a manutenção autônoma, onde os próprios operários desenvolvem rotinas de inspeção, lubrificação e limpeza dos equipamentos. Padrões de limpeza e lubrificação são utilizados em um desenvolvimento na capacidade de o operador encontrar e resolver problemas. Na implantação do TPM, deve-se ter muita atenção aos preparativos e à criação das condições necessárias para que tenha sua implantação, pois se a preparação inadequada, metodologia incorreta ou a falta de participação da alta gerência vão ser apontadas como causas de insucesso na sua implementação (Mirshawka & Olmedo, 1994).

Segundo o JIPM (2000), a TPM se apresenta em três fases: a primeira foi iniciada no Japão, onde seu foco era na produção ideal de quebra zero e possuía cinco pilares. A segunda foi em 1989, um aprimoramento da anterior, conhecida como TPM 2ª geração traduzia a visão aplicada para toda a empresa que era sustentada, a terceira que ficou conhecida como 3ª geração do TPM em 1997, que tinha como proposta a satisfação global adicionada no rendimento à redução de custos que também foi desenvolvida em oito pilares. A mentalidade e a metodologia da manutenção do sistema de produção foram estabelecidas inicialmente nos EUA que foi gradativamente sendo aprimorada no Japão.

Figura 1 - TPM 1º geração: Manutenção baseada em cinco pilares



Fonte: Adaptado de Yamaguchi (2005 p. 9)

Com base nos cinco pilares da TPM os quais construídos num programa de TPM, envolvendo toda a empresa e habilitando-a para encontrar metas, tendo como objetivo defeito zero, falhas zero, aumento da disponibilidade de equipamento e lucratividade.

Sendo assim, com a utilização da TPM é possível obter a eliminação das perdas de má qualidade ou não conformidade, tanto do produto quanto do processo ou equipamento é que com a TPM é possível obter os indicadores de desempenho de produtividade, de performance e qualidade atuais e fazer uma comparação a um referencial de excelência (*benchmarking*).

Na tabela 1, podemos observar os itens inseridos em cada um dos indicadores de desempenho levantados através da aplicação da TPM.

Tabela 1 - Itens inseridos em indicadores de desempenho na aplicação do TPM

TPM/ INDICADORES PARA BECHMARK	
P(Produção)	1. Produtividade de mão de obra
	2. Produtividade de equipamentos
	3. Produtividade com valor agregado
	4. Rendimento da produção

	5. Índice de operação da planta.
	6. Otimização de mão de obra
C (custo)	1.Redução de horas de manutenção
	2. Redução de custos com manutenção.
	3. Redução de custos com itens de insumos.
	4. Economia da energia(ar comp., água, vapor e outros)
S(Segurança, higiene e meio ambiente)	1. Redução de paradas por acidente
	2. Redução do número de acidente
	3. Eliminação de poluição e poluentes(óleo, materiais sintéticos e outros)
	4. Otimização no atendimento as exigências de proteção ambiental
Q (Qualidade)	1. Redução de defeitos no processo
	2. Redução de reclamações de clientes
	3. Redução no índice de rejeição(defeitos)
	4. Redução de contra medidas para eliminação de defeitos de qualidade
	5. Redução de retrabalho
D(Entrega/pontualidade)	1. Redução de atrasos na entrega
	2. Redução de inventários de insumos e produtos
	3. Redução no índice de movimentação
	4. Redução no estoque de peças de reposição
M(Moral, capacidade, motivação, comprometimento)	1. Aumento de sugestões de melhorias
	2. Melhoria na frequência em grupos autônomos
	3. Aumento de lição ponto-a-ponto(LPP)

4. Incremento de anomalias detectadas

Fonte: Adaptado de Yamaguchi (2005)

A existência destes valores e os conhecimentos obtidos dos resultados da empresa permitirão que gestores através da aplicação do ciclo “PDCA”, maximizem a disponibilidade do equipamento para a produção e aumentem a capacidade produtiva das instalações das ações que são necessárias para obtê-los com o menor custo possível.

De maneira geral, primeiro de tudo, o principal objetivo da implementação da Manutenção Centrada na Confiabilidade em uma organização é o de aumentar a disponibilidade dos equipamentos e, conseqüentemente, otimizar a produtividade.

A Manutenção Centrada na Confiabilidade gera ganhos significativos em outras áreas da companhia. Quando se extrapola a análise dos resultados após a implementação da metodologia, é possível notar, a médio e longo prazo, maior confiabilidade, segurança, melhoria na qualidade dos produtos, ausência de danos ao meio ambiente e maior custo eficaz (quando assegura-se, por meio de práticas acertadas de manutenção, que o capital investido tenha o melhor retorno). A Manutenção Centrada em Confiabilidade se resume basicamente em quatro tipos de manutenção, que quando combinados, resultam em uma estratégia global de manutenção.

A norma internacional SAE JA1011 define um conjunto de critérios necessários para que uma estratégia de manutenção possa ser chamada de RCM. Esta regulamentação orienta que sete perguntas sejam respondidas para a implementação da metodologia:

- 1- Quais são as funções e padrões de desempenho do equipamento no contexto atual da operação?
- 2- Como o ativo pode falhar ao cumprir essas funções?
- 3- O que pode causar cada uma dessas falhas?
- 4- O que acontece quando ocorre cada uma dessas falhas?
- 5- Quais são as possíveis conseqüências de cada uma dessas falhas?
- 6- O que pode ser feito para detectar ou evitar a ocorrência dessas falhas?
- 7- O que pode ser feito se não houver uma medida preventiva para essas ocorrências?

Pode-se gerir um ativo na condição de mantê-lo operando conforme a necessidade do processo produtivo ou modificá-lo para que o mesmo venha atender a uma exigência deste mesmo processo. Estas duas situações possíveis fazem com que tenhamos a necessidade de atingirmos um nível de controle de tal maneira que possamos atuar de uma forma mais produtiva. Para que tenhamos o domínio sobre os ativos e as instalações, temos que atingir uma condição de conhecimento amplo dos ativos, nos aspectos operacionais e nos aspectos técnicos relacionados ao comportamento durante o período a ser estudado, para que possamos criar um ambiente favorável ao atendimento desta necessidade anterior, estaremos implementando uma metodologia de trabalho que está relacionada com as práticas de manutenção, que é chamada de Manutenção Baseada na Confiabilidade (MBC), consiste em uma sequência de estudos técnicos e operacionais, que tem como o principal objetivo definir de uma maneira estruturada e rastreável a melhor estratégia das atividades de manutenção para todos os ativos relacionados com o processo produtivo.

Desta maneira, define-se os ativos nas quais estarão sendo tratados neste contexto da confiabilidade seja pela sua importância no processo produtivo, ou seja, pela sua complexidade operacional, pelo seu histórico de custos associados ao desempenho, ou seja, por qualquer motivo que a empresa identificar como sendo importante a ponto de utilizarmos esta metodologia. Depois de definir o ativo alvo desta técnica, iniciamos o estudo com a definição dos modos de falha funcionais:

- a) os modos de falhas: A manutenção é realmente gerenciada ao nível individual de cada modo de falha, que irão depender da situação específica para cada ativo analisado.
- b) Definição de falha: A “Falha” pode ser definida com a cessação da função requerida de um ativo ou a incapacidade de satisfazer a um padrão de desempenho definido.
- c) A definição e a sequência do “*Downtime*”: O tempo de paralisação “*Downtime*” no contexto da metodologia MBC, significa o tempo total que o ativo estaria fora de serviço, em função de uma determinada falha.
- d) Equipe de trabalho MBC: Para que possamos desenvolver os estudos abordando todos os aspectos que envolvem os ativos dos processos operacionais estaremos utilizando uma equipe multifuncional, composta por profissionais das diversas áreas relacionadas com os processos produtivos: operador, eletricista, mecânico, supervisor

de operação, supervisor de manutenção, inspetor técnico, instrumentista, supervisor de segurança do trabalho, facilitador do projeto de confiabilidade (MBC), etc.

e) as características exclusivas do MBC:

- Preservação da Função do Sistema (Confiabilidade).
- Identificação das falhas funcionais e dos modos de falhas dominantes.
- Identificação dos tipos de atividades de Manutenção potencialmente adequados através de um diagrama de decisão.
- Seleção de tarefas aplicáveis e eficazes.

f) Etapas do projeto MBC:

- Conhecimento das linhas de processo e levantamento dos ativos de cada linha, para a definição dos “Sistemas”.
- Estudo detalhado das funções desempenhadas pelos sistemas, e a identificação das correspondentes falhas funcionais.

Para cada falha funcional acima, é realizada uma FMECA (Análise Crítica de Modos e Efeitos de Falhas), esta análise é um filtro para selecionar apenas os modos de falhas dos ativos a serem escalados para a manutenção preventiva.

g) Definição de sistema: É uma coleção de itens de uma planta, os quais são interdependentes de alguma forma. A característica chave de um sistema é que a maioria de seus itens é mecanicamente ou eletricamente interconectada e a falha de um destes itens afetará diretamente a performance mecânica ou elétrica do sistema como um todo.

h) Definição de ativo: Ativo é uma parte distinta de um “Sistema”. Normalmente o menor conjunto que podemos ter do ponto de vista operacional, por exemplo, quando nos referimos a uma bomba como um ativo, significa que é normalmente encontrado sobre a base da bomba.

i) os obstáculos na implementação MBC:

- Infraestrutura inadequada para novas tarefas de manutenção preventiva.
- não aceitação pelo pessoal da planta.
- Falta de tempo para colocar em prática as ações necessárias.
- Separação entre a Operação e a Manutenção
- Falta de recursos para novas tarefas de manutenção preditiva (humanos e materiais).

j) principais benefícios do MBC:

- fornece bases racionais para o Plano de Manutenção.
- Redução dos custos de Manutenção Preventiva.
- Aumento da disponibilidade da instalação.
- é uma base sistemática para o processo de melhoria contínua.

2.1.1 Manutenção Centrada na Confiabilidade

A Manutenção Centrada na Confiabilidade (RCM) em tempos de competitividade acirrada no mundo corporativo, é cada dia mais comum que empresas pertencentes aos mais diversos setores persigam incessantemente a inovação. Afinal, é, primeiro de tudo, preciso destacar-se enquanto estar à frente assim quando o assunto é aplicação de tecnologias. Dentro deste contexto, manter a produtividade alta exige que o tipo de manutenção dos ativos seja cuidadosamente escolhido e aplicado.

Manutenção Centrada na Confiabilidade pode ser definida como uma política de manutenção estruturada para selecionar as atividades de manutenção necessárias para manter a disponibilidade e confiabilidade de qualquer processo produtivo, de modo que se reduza ao máximo possível o *Life Cycle Cost* (LCC) que é o Custo do Ciclo de Vida do Ativo que pode se resumir como a soma de todos os custos com o ativo desde a sua especificação, projeto, instalação, comissionamento, operação e manutenção até a sua desinstalação e descarte.

Ao garantir a confiabilidade e disponibilidade de itens considerados críticos para a produção de uma empresa, certamente, a RCM surge como uma excelente estratégia de gestão de ativos dentro de uma companhia. Por outro lado, da mesma forma, por ser uma metodologia que envolve custos relativamente altos e por nem todos os equipamentos serem críticos em relação à manutenção, utilizar outras técnicas, como o TPM (Manutenção Produtiva Total), assim, em complemento à RCM, pode ser uma alternativa viável e igualmente eficiente.

Segundo Kardec (2010), confiabilidade é a capacidade de um determinado item desempenhar sua função requerida sob condições específicas durante um intervalo de tempo, sendo medido na função onde confiabilidade em relação ao tempo:

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (1)$$

Onde:

$R(t)$ = confiabilidade em qualquer tempo t .

e = base dos logaritmos ($e = 2,718$).

λ = taxa de falhas.

T = tempo.

2.2 Manutenção Baseada na Confiabilidade

A *reliability based maintenance* (RBM), traduzido para o português como: manutenção baseada na confiabilidade, consiste em uma sequência de estudos técnicos e operacionais, que tem o principal objetivo de, podermos definir de uma maneira estruturada e como a melhor estratégia das atividades de manutenção para todos os ativos relacionados com o processo produtivo.

Pode ser entendida como um método que modela dados de falhas a uma distribuição específica. Uma das possibilidades oferecidas é identificar se a falha é um evento prematuro, randômico ou ocasionado por desgaste. Função risco decrescente aponta para eventos prematuros, constante aponta para eventos randômicos e decrescente aponta para falhas por desgastes. A viabilização deste tipo de análise depende de um histórico confiável de dados de intervenções de manutenção (GROSH, 1989).

Tendo como suas características a maximização da eficiência global das máquinas, através da eliminação das falhas, defeitos, desperdícios e obstáculos à produção; participação e integração de todos os departamentos envolvidos, como o planejamento, a produção e a manutenção, envolvimento e participação de todos desde a direção de topo até aos operacionais, colaboração através de atividades voluntárias desenvolvidas em pequenos grupos, para além da criação de um ambiente propício para a condução dessas atividades; busca permanente de economias para proporcionar lucros e a manutenção espontânea pode ser executada pelo próprio operador.

3 METODOLOGIA

Buscou-se desenvolver um plano de manutenção preventiva para o trator de esteira Komatsu D50a para acompanhar as atividades realizadas nessa máquina e

futuramente para a outra da empresa. Esse maquinário até antes do estudo não havia uma manutenção planejada, apenas a manutenção quebra-arruma ou manutenção corretiva, que ocasionalmente é a mais cara. Um dos principais motivos da empresa adotar esse sistema é pela consideração de ser uma empresa familiar de pequeno porte, mas tendo em vista um futuro crescimento no patrimônio precisou-se ser adotado um plano de manutenção que não existia visando uma redução nos custos de manutenção.

Para o desenvolvimento desse trabalho foi necessário a criação de um questionário para obter conhecimento de como estava o processo de manutenção na empresa, questionário respondido pelos dois colaboradores onde podemos analisar as respostas e conseqüentemente criar o plano de manutenção.

Após os colaboradores da empresa responderem o questionário foi observado que nenhum dos maquinários que recebiam manutenção era gerado um relatório da quebra, sendo assim uma necessidade da criação de um plano de manutenção.

Para a criação do plano de manutenção os colaboradores observavam e auxiliaram na coleta das informações, voltando-se para a implantação do plano de manutenção preventiva para o trator de esteira Komatsu D50a, focaremos em um maquinário para acompanhar como será a evolução do sistema, caso for positiva será aplicada no outro maquinário.

Foi criado um check list para os maquinários onde as informações eram coletadas após o início dos trabalhos diários de cada operador, para poder ser concluído este estudo da implantação do plano de manutenção que é possível observar nas figuras 03, 04, 05 e 06 onde que acabou sendo encontrado algumas não conformidades em relação ao plano proposto, como a empresa é familiar e os operadores tem uma certa autonomia na execução das manutenções e estão acostumados com uma certa forma de trabalho.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Um dos maiores problemas encontrados com terraplanagem está relacionado com manutenção, muitas das vezes quando não há um certo cuidado com os componentes da máquina há quebras, a manutenção corretiva dessas máquinas tem um valor alto.

Seguindo a metodologia de abordagem aos colaboradores da empresa diagnosticou-se os seguintes pontos:

Tabela 3 – Questionário

Colaborador	Questão	Resposta
Colaborador 01	Como é feita a manutenção? Há algum plano de manutenção?	“A manutenção é feita quando há a quebra da peça e não existe um plano de manutenção”
Colaborador 02	Como é feita a manutenção? Há algum plano de manutenção?	“Manutenção é feita quando alguma peça quebra”.

Fonte: Autor, 2020

Após os colaboradores responderem o questionário e uma reunião com o proprietário, onde que foi proposto o plano de manutenção para o trator de esteira Komatsu D50a, que é nosso objeto de estudo.

Figura 2- Tratores de esteira Komatsu D50a



Fonte: Autor, 2020.

Tabela 3- Plano de manutenção

Manutenção de rotina	Legenda	Diária (D) : todo dia
Komatsu D50a		Semanal (S): 1x

	por semana
Mês de execução: Setembro de 2020	Mensal (M): 1x por mês
Tarefa(Verificar)	Frequência
Tensionamento das esteiras de tração	D
Nível de óleo do motor	D
Nível de óleo da transmissão	D
Nível de óleo do sistema hidráulico	D
Nível da água do radiador	D
Filtro de ar	D
Nível de óleo dos comandos finais	S
Nível de água das baterias	D
Níveis de óleo dos roletes/roda guia	D
Estado e tensão do alternador	S
Bordas e cantos da lamina	M
Funcionamento de fusíveis e disjuntores	S
Pressão da tampa da vedação do radiador	D
Estado do eixo de articulação	D
Ruídos anormais no sistema de transmissão e conversor de torque	D
Estado dos pinos de esteiras	D
Estado da mola tensora	D
Passo do elo	S
Diâmetro externo do rolete inferior	S
Nível do desgaste das sapatas	M
Folga da roda guia	S
Folga da esteira central	S
Estado da iluminação externa	D
Fixação de cabos elétricos da bateria	M
Fixação, funcionamento do motor de partida e do alternador	M
Estado e fixação da embreagem viscosa motor diesel	M

Estado e fixação das correias do motor diesel	M
Estado e vazamentos no escapador do motor diesel	M
Vazamento em redutores, caixa de engrenagens e reservatórios em geral	S
Folga dos rolamentos de rodas dianteiras e embuchamento das mangas do eixo.	S
Folga nas juntas universais, luva deslizante e mancal da transmissão.	S

Fonte: Autor, 2020

Após a elaboração do plano de manutenção onde foi entregue para cada colaborador o check list para dar andamento no estudo, foram analisados dados que são importantes para manter a vida útil do equipamento, sendo coletados em um período de 15 dias.

Após o check list respondido observamos que há conformidade e não conformidades com o plano proposto, entre as não conformidades temos: o tensionamento das esteiras, nível da água da bateria, óleo do sistema hidráulico e óleo dos roletes e roda guia, estado dos pinos e mola tensora, fixação de cabos das baterias, fixação e estado da correia do motor diesel.

Um dos motivos para este resultado foi a forma de trabalho que os colaboradores adotaram:

- Tensionamento da esteira: feito somente se estiver frouxa;
- Nível do óleo dos roletes: cada 15 dias;
- Nível do óleo do sistema hidráulico: a cada três dias;
- Nível da água da bateria: uma vez na semana;
- Estado dos pinos e mola tensora: uma vez ao mês;
- Fixação dos cabos da bateria: diariamente;
- Estado e fixação dos cabos das correias do motor diesel: diariamente;

As conformidades foram as atividades que condizem com o plano proposto sendo elas já realizadas anteriormente a proposta do estudo ou durante os 15 dias de

análises, os colaboradores tiveram uma grande aceitação do plano pois assim é uma forma de padronizar os procedimentos que serão realizados por eles.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O seguinte trabalho desenvolvido foi um estudo de caso sobre a comparação dos tipos de manutenção aplicadas, mostrando suas funções com o foco principal na implantação de um sistema de manutenção em máquinas pesadas, no caso tratores de esteira da marca Komatsu modelo D50a, visando um sistema de manutenção que obtivesse um baixo custo para padronizar e diminuir gastos além de diminuir falhas que acabam sendo inesperadas.

Através de diversos autores e de métodos de manutenção, observou-se a implementação da manutenção preventiva, o plano adotado necessita de uma organização e aplicação das planilhas que servirão para controlar a manutenção de rotina e as programadas.

Após a aplicação do plano foi observado que houve uma grande contribuição dos colaboradores para que de fato fosse implementado, onde vimos que a maior parte das respostas foi conformidade assim, comprovando que o plano de manutenção funcionaria nesta empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.

YAMAGUCHI, C. T. **TPM – MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL**. Minas Gerais. ICAP-Instituto de Consultoria e Aperfeiçoamento Profissional. 2005.

MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N. L. **TPM à Moda Brasileira**. São Paulo. Makron Books, 1994.

DL GROSH, W. **A primer of realibity theory**. 1989. 373p.

RICARDO, Hélio de Souza; CATALANI, Guilherme. **Manual Prático de Escavação: Terra plenagem e Escavação de Rocha**. 3. ed. São Paulo: Pini, 2007

SENÇO, Wlastermiler de. **Terraplenagem**. São Paulo: Grêmio Politécnico, 1980

ABRAM, Isaac; ROCHA, Aroldo Vieira. **Manual Prático de Terraplenagem**. Salvador: ABEOR, 2000.

KARDEC, Alan; ARCURI, Rogério; CABRAL, Nelson. **Gestão Estratégica e Avaliação de Desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark – ABRAMAN, 2002.

SAE Internacional, “**Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes**”, **SAE JA1011**, Warrendale, PA, USA, 1999.

JIPM – Japan Institute Plant of Maintenance – Apostila IMC – **Curso de Facilitadores TPM** – São Paulo – IMC Internacional – 2000

VIANA, H. R. G. **PCM: planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.