

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ELETRÔNICA
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

AFONSO HENRIQUE RIBEIRO

**ELABORAÇÃO DE PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVO EM
UMA FÁBRICA DE RAÇÕES UTILIZANDO CONCEITOS DE
MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2019

AFONSO HENRIQUE RIBEIRO

**ELABORAÇÃO DE PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVO EM
UMA FÁBRICA DE RAÇÕES UTILIZANDO CONCEITOS DE
MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Elétrica, do Departamento de Eletrônica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof.^a. Dr.^a. Marcella Scoczynski Ribeiro Martins

PONTA GROSSA

2019



TERMO DE APROVAÇÃO

ELABORAÇÃO DE PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVO EM UMA FÁBRICA DE RAÇÕES UTILIZANDO CONCEITOS DE MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

por

AFONSO HENRIQUE RIBEIRO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 03 de julho de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Engenharia Elétrica. O(A) candidato(a) foi arguido(a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof(a). Marcella Scoczynski Ribeiro Martins
Orientador(a)

Prof(a). Msc. Edison Luiz Salgado
SilvaMembro Titular

Prof(a). Dr^a. Virgínia Helena Varotto Baroncini
Membro Titular

Prof. Dr. Josmar Ivanqui
Responsável pelos TCC

Prof. Dr. Sergio Okida
Coordenador do Curso

Dedico este trabalho à meu pai e demais familiares e amigos, pelos momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família pelo apoio ao longo de toda minha trajetória acadêmica, em especial a meu pai pelo incentivo aos estudos e de ensinamentos nos momentos de dificuldade, agradeço a minha mãe pelo apoio nos desafios encontrados e em meu irmão pela ajuda e conselhos dados em minha trajetória. Agradeço também a minha namorada Letícia pela ajuda com as tarefas acadêmicas durante todo o curso, a José Maciel dos Santos pelos ensinamentos na área de manutenção industrial e pelo grande colega de trabalho que me apoia em todas as dificuldades, por fim agradeço ao demais amigos e familiares e a professora Doutora Marcella que contribuiu inúmeras vezes de forma direta e indireta pelos conhecimentos adquiridos no desenvolvimento deste trabalho.

Se eu vi mais longe, foi por estar sobre
ombros de gigantes”.
(Issac Newton)

RESUMO

RIBEIRO, Afonso Henrique. Elaboração de um plano de manutenção preventivo em uma fábrica de rações utilizando conceitos de manutenção produtiva total. 2019.59ff. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em [Engenharia Elétrica]) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.

Com a evolução dos processos industriais, aumentando da competitividade entre empresas no ramo industrial, o setor de manutenção industrial torna-se um item chave para a sobrevivência de uma empresa no mercado, assim necessitando de melhorias no seu sistema de gestão. No presente trabalho, desenvolveu-se um sistema de manutenção preventivo e de inspeção, treinamento de manutentores e indicadores de manutenção, baseado no conceito de TPM (Total Productive Maintenance), de acordo com a situação de operação de uma fábrica de rações de uma cooperativa dos Campos Gerais. Através da aplicação deste conceitos foram melhorados os indicadores de desempenho das empresas tais como, MTBF, MTTR, custos de manutenção. Os resultados obtidos permitem à empresa maior competitividade no mercado.

Palavras-chave: Manutenção. Manutenção Produtiva Total. Manutenção Planejada. Gestão de manutenção. Competitividade.

ABSTRACT

RIBEIRO, Afonso Henrique. Preventive maintenance plan development for a feed factory applying Total productive maintenance concepts. 2019.59ff. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em [Engenharia Elétrica]) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.

With the evolution of industrial processes, increasing competitiveness among companies in the industrial sector, the industrial maintenance sector becomes a key item for the company's survival in the market, thus necessitating improvements in its management system. In the present work, a system of preventive maintenance and inspection, training of maintenance and maintenance indicators was developed, based on the concept of TPM (Total Productive Maintenance), according to the operating situation of an animal food cooperative factory located in Campos Gerais. Through the application of this concepts, the performance indicators of the factory such as MTBF, MTTR and maintenance costs were improved. The results obtained allow the company to be more competitive in the market.

Keywords: Maintenance. Total Productive Maintenance. Planned Maintenance. Maintenance Management. Competitiveness.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – FLUXOGRAMA DE FABRICAÇÃO DE RAÇÕES.....	26
FIGURA 2 – LISTA DE ATIVIDADES DE INSPEÇÃO ELÉTRICA EM SILOS	39
FIGURA 3 – ROTEIRO DE ATIVIDADES DE INSPEÇÃO ELÉTRICA EM SILOS....	39
FIGURA 4 – ROTEIRO DE ATIVIDADES DE INSPEÇÃO ELÉTRICA EM SILOS....	40
FIGURA 5 – EPI’S PARA INSPEÇÃO ELÉTRICA DE SILOS.....	40
FIGURA 6 – FERRAMENTAS PARA INSPEÇÃO ELÉTRICA DE SILOS.....	41
FIGURA 7 – VALORES DE MEDIÇÃO PARA INSPEÇÃO ELÉTRICA DE SILOS ..	41
FIGURA 8 – O.S PARA INSPEÇÃO ELÉTRICA DE SILOS.....	46
GRÁFICO 1 – CUSTO DE MANUTENÇÃO ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO DO TPM	48
GRÁFICO 2 – CUSTO DE MANUTENÇÃO APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DO TPM .	49
GRÁFICO 3 – MTTR ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO DO TPM	49
GRÁFICO 4 – MTTR APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DO TPM.....	50
GRÁFICO 5 – MTBF ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO DO TPM.....	50
GRÁFICO 6 – MTBF APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DO TPM	51
GRÁFICO 7 – ÍNDICE DE PLANEJAMENTO	52
GRÁFICO 8 – EXECUÇÃO DE O.S.....	52
GRÁFICO 9 – TAXA DE OCUPAÇÃO	53

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - PREENCHIMENTO DE TAG'S DOS EQUIPAMENTOS.....	33
TABELA 2 - PREENCHIMENTO DE DADOS DOS EQUIPAMENTOS.....	35
TABELA 3 - LISTA DE ITENS DO RECEBIMENTO PRESENTE NO SISTEMA DE MANUTENÇÃO.....	36
TABELA 4 - PREENCHIMENTO DE TÍTULOS DE PADRÃO DE MANUTENÇÃO...	38

LISTA DE ABREVIATURAS

O.S.	Ordem de serviço
E.P.I's	Equipamento de proteção individual

LISTA DE SIGLAS

MTTR	Tempo Médio Entre Falhas (<i>Mean Time to Repair</i>)
MTBF	Tempo Médio entre Falhas (<i>Mean Time Between Failures</i>)
PCM	Planejamento e controle de manutenção
TPM	Manutenção Produtiva Total (<i>Total Productive Maintenance</i>)

SUMÁRIO

TERMO DE APROVAÇÃO	3
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	14
1.2 PROBLEMA.....	14
1.3 OBJETIVO GERAL.....	14
1.4 OBJETIVO ESPECÍFICO	15
1.5 METODOLOGIA	16
2 REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 CONCEITOS DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL.....	17
2.1.1 HISTÓRICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL	17
2.1.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO.....	19
2.1.3 PCM	20
2.2 INDICADORES DE MANUTENÇÃO	20
3 DESENVOLVIMENTO	24
3.1 PROGRAMA TPM	24
3.2 FLUXO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE RAÇÕES	25
3.3 COLETA DE DADOS E LOCALIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS.....	32
3.3.1 LOCALIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS	32
3.3.2 SEPARAÇÃO DE PARTES DOS EQUIPAMENTOS RELACIONADOS À MECÂNICA E ELÉTRICA.....	32
3.3.3 DESENVOLVIMENTO DE FORMULÁRIOS DE COLETA DE DADOS DOS EQUIPAMENTOS	34
3.3.4 COLETA DE DADOS DOS EQUIPAMENTOS	35
3.3.5 CRIAÇÃO DE BANCO DE DADOS COM INFORMAÇÕES COLETADAS	35
3.4 DESENVOLVIMENTO DE PADRÕES DE EXECUÇÃO DE MANUTENÇÃO	37
3.4.1 TÍTULO DO PADRÃO.....	37
3.4.2 EQUIPE RESPONSÁVEL.....	38
3.4.3 LISTA DE ATIVIDADES	38
3.4.4 ROTEIRO DE ATIVIDADES	39
3.4.5 DURAÇÃO	40
3.4.6 NORMAS DE SEGURANÇA	40
3.4.7 LISTA DE FERRAMENTAS.....	41
3.4.8 VALORES DE MEDIÇÃO BASE	41
3.5 DETERMINAÇÃO DA CRITICIDADE DOS EQUIPAMENTOS	42
3.6 DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE MANUTENÇÃO	43
3.7 PILAR DE TREINAMENTO E EDUCAÇÃO	44
3.8 PILAR DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA.....	45
3.9 PILAR DE MANUTENÇÃO PLANEJADA	46
4 RESULTADOS.....	48

5 CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS.....	55
ANEXO A.....	57

1 INTRODUÇÃO

De com Morder (1992), a manutenção, independente da área onde está sendo realizada, como por exemplo, industrial, tem como principal finalidade, garantir que um equipamento apresente condições para seu máximo desempenho, garantido assim sua total disponibilidade e confiabilidade.

Com o avanço de sistema de gestão na área de manutenção, foram desenvolvidas diversas ferramentas visando facilitar e garantir que tais condições fossem atendidas.

As atividades de manutenção são realizadas a um longo período de tempo, quando realizam atividades como de limpeza e pintura. Estas atividades buscam manter os itens de utilização em bom estado de conservação e assim garantir uma maior vida útil.

Para Viana(2002), com o avanço do setor industrial, os desafios do setor de manutenção tornaram se cada vez maior, sendo necessário além de garantir o bom funcionamento dos equipamentos, a redução de custos, redução de tempos de intervenções de equipamentos e melhoria contínua dos processos. Tornando-se um fator de competitividade no mercado.

Neste trabalho realiza-se o desenvolvimento de um planejamento de gestão de manutenção em uma fábrica de rações de uma cooperativa.

Segundo Suzuki (1994), a manutenção produtiva total ou TPM é um programa de gestão de manutenção formado por oito pilares, os quais visam aumento da disponibilidade dos equipamentos utilizados em um processo industrial, objetivando a falha zero, defeito zero, perda zero, aumento da disponibilidade e confiabilidade.

O critério de A,B e C ou curva A,B e C, baseia-se no teorema de Pareto, onde o teorema afirma que oitenta por cento dos problemas são oriundos de 20 por cento das causas. Na área de manutenção este conceito é utilizado para analisar a criticidade dos equipamentos de um processo, assim, permitindo ao planejamento juntar itens que necessitam de maior intervenções preventivas, quais são de maior impacto a disponibilidade e confiabilidade dentro do processo industrial.

1.1 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O plano de manutenção preventivo torna-se fundamental por promover crescimento dos índices de disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos em uma indústria, permitindo redução de custos, mão de obra e materiais. O presente trabalho busca desenvolver um plano de manutenção preventiva a ser aplicado em uma fábrica de rações de uma cooperativa agroindustrial, através dos conceitos presentes na metodologia TPM.

1.2 PROBLEMA

A falta de manutenção preventiva ocasiona uma série de problemas em uma planta industrial, como aumento de horas paradas para manutenção, atrasos de produção, aumento e imprevisibilidade de custos com manutenção, além do aumento do risco de acidentes de trabalho.

Equipamentos com falhas de funcionamento podem prejudicar a qualidade dos itens produzidos, comprometendo clientes e a saúde financeira de uma empresa.

A redução de horas de produção ociosa por quebras de equipamentos pode gerar aumento nos custos industriais, tornando-se cada vez menor a viabilidade de uma empresa.

1.3 OBJETIVO GERAL

Desenvolver e aplicar um plano de manutenção preventivo baseado nos conceitos do TPM.

1.3.1 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Avaliar o processo de fabricação de rações;
- Identificar os equipamentos e implementar o plano de manutenção;

- Elaborar o procedimento para execução das atividades preventivas;
- Identificar principais falhas;
- Elaborar indicadores e metas de avaliação.

1.4 JUSTIFICATIVA

Segundo GURSKI,(2008), o principal objetivo de um planejamento de manutenção é do uso de ferramentas de gestão visando garantir uma maior e melhor condição de qualidade e níveis de produção ao longo de um processos industrial. Assim, os equipamentos em melhor estado de conservação garantiram perdas de tempo de produção, gastos fora de planejamento, retrabalhos e demais desperdícios.

De acordo com Nasfic e Dorigo(2013),assim, com o desenvolvimento da gestão de manutenção, observou-se que o uso de medidas preventivas de manutenção pode reduzir os erros, tornando-se a meta principal.

Para MARQUES (2003),o programa de manutenção total ou TPM tem como objetivo proporcionar aumento da produção, e paralelamente aumentar satisfação de funcionários e local de trabalho, tornando-se ao global dentro da análise de um processo industrial.

Neste trabalho o objetivo foi de desenvolver um planejamento de manutenção em um fábrica de rações, visando a implementação de um plano de manutenção preventivo, devido necessidade de redução de custos de manutenção e aumento de disponibilidade desta fábrica.

Segundo Xenos(2004),como um dos focos do TPM é o de manutenção preventiva, o uso de ferramentas de gestão, deve-se reduzir os custos de manutenção, uma vez que o custo de manutenção corretiva causam maior impacto, devido interrupção do processo produtivo. Além de garantir uma maior disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos presente no processo industrial da fábrica de rações.

1.5 METODOLOGIA

O desenvolvimento do presente trabalho será realizado em etapas estratégicas, iniciando por pesquisas bibliográficas para o desenvolvimento da parte de planejamento pretendida e posteriormente serão realizadas visitas em campo na fábrica de ração, para conhecimento do processo de fabricação de ração e coleta de dados relevantes ao desenvolvimento do projeto.

Através das visitas ao processo será possível obter dados técnicos dos equipamentos utilizados no processo e sua forma de utilização.

Com as informações coletadas serão realizados a divisão dos equipamentos em níveis de criticidade, permitindo definir equipamentos que causam maiores avarias em casos de falhas de operação ao processo.

Com os dados dos equipamentos e seus impactos ao processo de fabricação de rações, inicia-se o desenvolvimento do plano de manutenção propriamente, com a elaboração do padrão de execução de cada atividade, responsáveis pelas rotinas preventivas de manutenção, periodicidade de realização e demais protocolos a serem seguidos.

Com o desenvolvimento do plano de manutenção inicia-se o processo de execução prática e comparação de ações realizadas no planejamento e desenvolvimento prático.

Por fim, serão desenvolvidos indicadores que possam monitorar os pontos de melhorias após as ações preventivas adotadas no processo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo são apresentados os conceitos de manutenção preventiva, preditiva e corretiva. Também é abordada a metodologia TPM, objeto deste estudo, e analisados os impactos da manutenção preventiva nos custos industriais.

2.1 CONCEITOS DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

2.1.1 HISTÓRICO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

A definição proposta por Farias(1994) manutenção industrial, busca por meio de procedimentos executados nos equipamentos de um processo industrial, garantir o funcionamento destes equipamentos, visando seu máximo desempenho.

Assim, por meio destas atividades garantir uma maior confiabilidade para que estes equipamentos possam gerir um processo industrial.

A manutenção industrial pode ser dividida em seis eras distintas ao longo do tempo.

1 – Até os anos 50

Manutenção baseada em reparar equipamentos do processos em falha que comprometiam o segmento do processo, caso contrário nenhuma ação de manutenção era realizada.

2 – Até os anos 60

Foi introduzido o conceito de manutenção preventiva, permitindo a fabricação de equipamentos que facilitassem as atividades de manutenção e maior confiabilidade aos processos.

Também foram desenvolvidas as análise de quebras dos equipamentos permitindo melhorias e redução de falhas.

3 – Até os anos 70

Surgimento da primeira geração TPM, introduzindo a análise de perda por falhas ocasionadas dos equipamentos e conceito de quebra zero.

4 – Até os anos 80

Segunda geração do TPM, com melhor foco em análise de perdas e conceito de perda zero.

5 – Até os anos 90

Introdução da terceira geração TPM, focando nos sistemas de produção e acrescentando ferramentas de análise de eficiência global dos equipamentos , acrescentando a redução de custos e defeito zero.

6 – Após os anos 2000

Iniciada quarta geração do TPM, nesta etapa os conceitos de manutenção estendem-se além da produção, atingindo todos os setores de uma indústria, as análise de perdas tornam-se globais analisando não somente máquinas, processos, produtos e pessoas.

Assim são introduzidos os oitos pilares da manutenção produtiva total

- Manutenção autônoma.
- Manutenção planejada.
- Manutenção da qualidade.
- Melhorias específicas.
- Controle inicial.
- Treinamento e educação.
- Segurança, higiene e meio ambiente.
- Áreas administrativas.

2.1.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Para Siqueira(2005), as atividades de manutenção podem ser divididas em três situações, sendo as seguintes:

- Corretiva

A manutenção corretiva ocorre quando há falha de um equipamento utilizado em um processo industrial, onde a falha ocorrida interrompe o processo.

Este tipo de manutenção é não planejada e dentre os três tipos de manutenção é o menos desejado, uma vez que o processo está interrompido. Este tipo de intervenção interrompe o processos produtivo, gerando prejuízos e altos custos de reparo.

- Preventiva

A manutenção preventiva visa realizar atividades de manutenção de baixo custo comparadas ao da manutenção corretiva, de modo a eliminar as atividades de manutenções corretivas. Sendo este tipo de manutenção planejada.

Garantindo assim, uma maior confiabilidade dos equipamentos utilizados em um processo industrial.

As atividades de manutenção preventivas devem ocorrer em intervalos de tempo controlados pelos gestores, visando máximo aproveitamento dos equipamentos e menores custos de intervenção.

- Corretiva programada

A manutenção corretiva programada encontra-se de forma intermediária entre a corretiva e a preventiva.

Estes tipos de intervenções ocorrem de forma planejada, onde são realizadas ações corretivas em um equipamento que não compromete a execução de um processo industrial.

As atividades corretivas programadas normalmente são oriundas de rotas de inspeção dos equipamentos de manutenção, podendo ser observadas pela operação ou manutentores de uma indústria.

2.1.3 PCM

O setor de planejamento e controle de manutenção ou PCM, é responsável pelo processo de planejar e programar e controlar o desempenho das atividades exercidas por uma equipe de manutenção dentro de uma planta industrial.

Cabe a este setor determinar qual a prioridade das atividades de manutenção a serem realizadas, determinar quais será a mão de obra envolvida, determinar os custos e a viabilidade das ações a serem tomadas.

Com as execuções de atividades, cabe ao PCM, levantar os indicadores de desempenho do setor de manutenção e analisar os resultados encontrados junto aos demais gestores de manutenção

2.2 INDICADORES DE MANUTENÇÃO

Para o acompanhamento do desempenho da gestão aplicada em uma equipe de manutenção, faz-se necessário o uso de indicadores de desempenho.

Com estes indicadores pode-se observar os resultados encontrados com aplicação das medidas de planejamento estabelecidas pelos gestores.

Outra finalidade dos indicadores é de apontar pontos onde possam ocorrer melhorias futuras, servindo como base para planejamentos seguintes.

Existem diversos indicadores de desempenho de manutenção, os quais possibilitam analisar diferentes pontos de vista da gestão de manutenção.

De acordo com Nakajima(1998),os principais indicadores de manutenção dentro de um processo são chamados de KPI, este termo em inglês, representa os indicadores principais de desempenho à serem analisados.

Dentre, alguns destes indicadores, podem-se destacar os seguintes.

- MTTR;

Tempo médio de reparo, este indicador visa apresentar o tempo médio de reparo da equipe de manutenção em atividade corretivas em um intervalo de tempo definido pelos gestores. Quanto melhor o valor deste indicadores, significa que o atendimento às atividades de manutenção corretivas pela equipe de manutenção

ocorre de forma mais eficiente possível, causando pequeno impacto a reparos no processo.

O cálculo do MTTR é expresso pela equação matemática

$$MTTR = \frac{\text{Total de horas de manutenção corretiva}}{\text{Número de atividades corretivas}}$$

- MTBF;

Tempo médio entre falhas, este indicadores apresenta a relação média entre ocorrência de atividades corretivas ao longo de um intervalo de tempo, quando maior o valor de MTBF melhor o desempenho da equipe de manutenção, uma vez que o intervalo entre uma intervenção corretiva e outra é longo.

$$MTBF = \frac{\text{Horas disponíveis} - \text{horas corretivas}}{\text{Número de atividades corretivas}}$$

- Disponibilidade

Este indicador determina a disponibilidade percentual ao longo de um intervalo de tempo de análise, quando maior a disponibilidade melhor é o desempenho da equipe de manutenção, uma vez que a menor taxa de horas paradas de produção por manutenção corretiva.

$$\text{Disponibilidade}(\%) = \frac{\text{Horas disponíveis} - \text{horas corretivas}}{\text{Horas disponíveis}}$$

- Índice de planejamento;

O índice de planejamento apresenta a relação de horas de planejamento de atividades preventivas a equipe de manutentores pelas horas disponíveis de mão de obra dos manutentores. Quando maior o índice de planejamento, melhor o desempenho da equipe de manutenção, uma vez que a procura por atividades preventivas e de inspeção visando a redução de manutenções corretivas futuras.

$$\text{Planejamento}(\%) = \frac{\text{Horasplanejadas}}{\text{Horasdisponíveisdemãodeobra}}$$

- Execução de Ordens de serviço;

Este indicador demonstra a relação de total de ordens de serviço executadas pela equipe de manutentores, sendo corretivas programas e preventivas, pelo número de ordens de serviço planejadas pelos gestores.

Quando maior o percentual deste indicadores, melhor o desempenho da equipe de manutenção, uma vez que as atividades programadas estão sendo maioritariamente executadas.

$$\text{Execução O.S}(\%) = \frac{\text{O. S executadas}}{\text{O. s programadas}}$$

- Taxa de ocupação de mão de obra;

A finalidade deste indicador a relação de horas executadas em atividades programadas para a equipe de manutentores pelo número de horas disponíveis de mão de obra.

Quando maior o valor da taxa de ocupação, melhor o desempenho da equipe de manutenção, uma vez que as equipes de manutenção executam planejadas em suas horas disponíveis.

$$\text{Taxa ocupação}(\%) = \frac{\text{Horasprogramadastotais}}{\text{Horasdisponíveisdemãodeobra}}$$

- Apropriação de horas trabalhadas;

Este indicador monitora a relação entre horas planejadas e horas executadas pelos manutentores.

Este indicador busca analisar a eficiência do planejamento de atividades pelo tempo de execução real.

$$\text{Apropriação(\%)} = \frac{\text{Horasdeexecução}}{\text{Horasplanejadas}}$$

- Custo de manutenção

Este indicador determina a relação de custo de manutenção em um intervalo de tempo a ser analisado pelos gestores, quando menor o custo de manutenção menor são seus impactos nos custos industriais ou totais, possibilitando aumento da rentabilidade de uma indústria.

3 DESENVOLVIMENTO

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada neste trabalho e de que maneira ela foi implementada. Durante o desenvolvimento do trabalho foi estudado a situação de uma fábrica de rações de uma cooperativa, na qual foi buscado desenvolver um plano de manutenção preventiva, visando a redução de paradas de manutenção corretivas, análise de falhas de manutenção e redução de custos de manutenção.

Para o desenvolvimento do plano de manutenção foram determinados os seguintes itens:

- Programa TPM;
- Determinação fluxo de processo da fábrica de rações;
- Coleta de dados e localização de equipamentos;
- Desenvolvimento de padrões de execução de manutenção;
- Determinação da criticidade dos equipamentos;
- Desenvolvimento plano de manutenção;
- Pilar manutenção autônoma;
- Pilar treinamento e educação.
- Pilar manutenção planejada;

3.1 PROGRAMA TPM

O programa TPM é focado em oito pilares, onde cada pilar apresenta um objetivo específico, no estudo apresentado foram considerados como foco os seguintes pilares, devido a complexidade de implementação e os objetivos considerados como alvos principais:

- Manutenção autônoma;
- Manutenção planejada;
- Treinamento e educação;

Os demais pilares podem ser desenvolvidos futuramente, uma vez que para o desenvolvimento do programa TPM, alguns pilares necessitam da geração de dados de controle e análise de resultados de manutenção, como estes dados não eram levantados, torna-se mais interessante iniciar a elaboração dos pilares alvos do estudo inicial.

3.2 FLUXO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE RAÇÕES

Para o desenvolvimento do plano manutenção programada TPM é necessário a compreensão do processo de fabricação de rações, uma vez que a ideia do estudo é a implementação neste ramo industrial. O estudo levará em conta o processo de fábrica de rações para animais bovinos e suínos, focado na produção de rações peletizadas e fareladas.

O processo de fabricação de rações pode ser dividido em alguns itens chaves, conforme a figura 1:

- Recebimento de matéria-prima;
- Dosagem de macro-nutrientes;
- Dosagem de micro-nutrientes;
- Moagem;
- Mistura;
- Peletização;
- Resfriamento;
- Trituração;
- Expedição à granel;
- Ensaque;

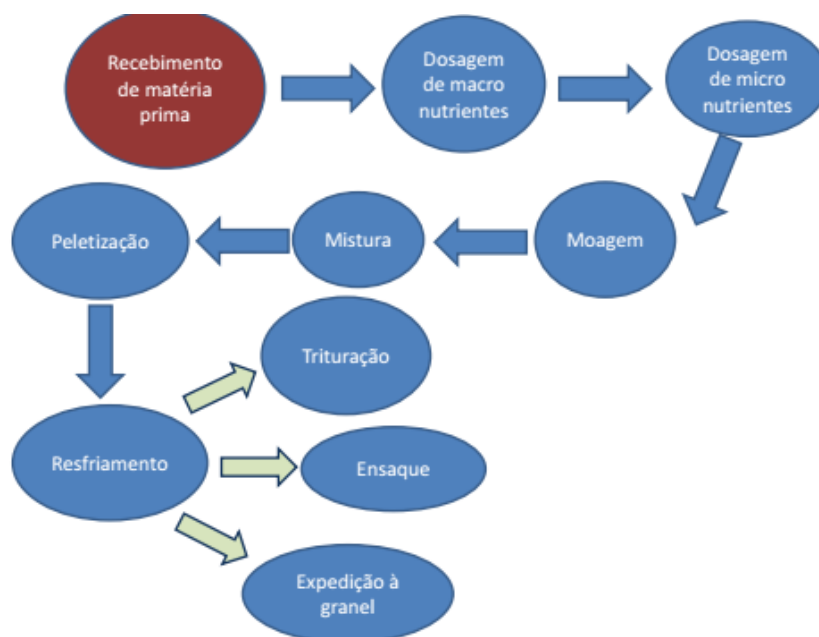


Figura 1 - Fluxograma de fabricação de rações

Recebimento de matéria prima

O processo de recebimento de matéria-prima é feito por meio de tombadores, os quais têm por finalidade realizar de forma rápida o descarregamento de caminhões que entregam a matéria prima. Em seguida, por meio de transportadores de corrente e elevadores de canecas, estas matérias prima já descarregadas são levadas até os silos de recebimento de matérias prima. A finalidade destes silos é de garantir a qualidade da matéria prima até o processo de fabricação de rações e a capacidade de geração de estoques.

Dosagem de macro nutrientes

Nesta etapa do processo as matérias primas já armazenadas nos silos de recebimento são transportadas também, por meio de transportadores de correntes e elevadores de carga, para balanças de fluxo, as quais são constituídas por grelhas dosadoras, que por meio de transdutores de posição realizam o controle de abertura e fechamento das grelhas de dosagem. Por meio de células de carga presentes nas balanças as matérias primas selecionadas são pesadas, esta etapa é de extrema criticidade uma vez que a precisão de medição nas balanças afeta diretamente a

qualidade da ração a ser produzida, além de que as falhas das grelhas de dosagem podem gerar a contaminação cruzada de matéria prima.¹

Dosagem de micro nutrientes

A dosagem de micro nutrientes é feita de forma separada, uma vez que sua porcentagem de adição é pequena em comparação aos macro nutrientes, o que torna necessário um maior controle de dosagem, pois são matérias prima de elevado custo e sua falha de dosagem acarreta perda total de produção de rações.

O processo de dosagem de micro nutrientes é feito por linhas de transporte pneumático, os quais são constituídos por sopradores de ar e tubos pneumáticos, uma vez que a matéria é transportada para dentro do processo, as balanças de menor capacidade e maior precisão realizam a dosagem de cada micro nutriente necessário para fabricação da ração. O princípio de funcionamento de dosagem das balanças de micro nutrientes é similar as de macro nutrientes.

Moagem

Finalizado todo o processo de dosagem de macro e micro nutrientes é iniciado o processo de moagem da matéria prima, o processo de moagem tem por objetivo garantir que cada pellet de ração apresente o máximo de variedade de macro e micro nutrientes presentes, garantido a máxima absorção de nutrientes aos animais.

O processo de moagem é feito por meio de moinhos martelo, estes equipamentos são constituídos por duas etapas, sendo a primeira a parte de

1

Contaminação cruzada é quando ocorre a **transferência de contaminantes biológicos**, como microrganismos patogênicos, entre alimentos, superfícies e materiais de produção.

alimentação, onde um alimentador é responsável por inserir matéria prima a ser moída e a segunda o próprio moinho martelo, onde uma série de martelos são acionados por meio de um conjunto de motor elétrico, fazendo com que as matérias prima colidam com os martelos, em seguida o material moído é passado por um conjunto de peneiras, garantido que o material foi moído na medida granular desejada, quando menor foi a granularidade escolhida maior será a taxa de absorção da ração produzida.

Mistura

Em seguida, toda matéria que é moído por meio dos moinhos martelo e transportado para dentro de misturador de sólidos e líquidos, o misturador pode ser constituído por meio de helicoides ou por pás misturadoras, seu volume ou capacidade é medida em litros, sendo definido em porcentagem a capacidade de mistura de um misturador, quando maior for sua capacidade de mistura significa que a mistura produzida neste processo é mais homogênea possível, garantido que a ração produzida tenha a maior concentração de todos os ingredientes utilizados em sua formulação.

O funcionamento do misturador é de simples entendimento, através de um conjunto de motores elétricos as pás ou helicoides fazem a misturada de todo produto colocado dentro do misturador, nesta etapa do processo, também são realizados a adição de líquidos como melação de cana e gorduras, a finalidade da adição destes ingredientes facilitará o processo de peletização, além de facilitar a alimentação e digestão animal.

Peletização

A ração já misturada e com líquidos acrescentados é transportada por meio de elevadores de canecas e transportadores de corrente até as peletizadoras. O processo de peletização é um dos pontos mais críticos no processo de fabricação de rações, uma vez que a falha do processo acarreta perda de produção e agravantes severos na qualidade da ração produzida. O processo de peletização pode ser dividido em três partes. A primeira etapa é constituída por alimentadores tipo rosca sem fim, os quais são acionados por conjunto de motores elétricos, a finalidade

deste alimentadores é de transportar o produto a ser peletizado de forma mais linear e precisa possível. A segunda etapa do processo é feita por um conjunto de condicionadores, os quais também são do tipo rosca sem fim acionados por motores elétricos, estes condicionares também recebem vapor em alta pressão e temperatura oriundo de uma caldeira, o principal objetivo do condicionar é elevar a temperatura do produto a ser peletizado e elevar sem níveis de umidade, este processo garante que a ração será peletizada com mais facilidade e garante pellets com maior durabilidade. A última etapa é o processo de peletização, onde o produto que já recebeu umidade e temperatura passa por um conjunto de matriz e rolos, os quais têm a finalidade de dar o formato de pellet a ração e comprimir a matéria de forma mais compacta possível. O principal foco neste processo é garantir que os rolos fiquem com menor distância entres a matriz, garantindo a ração produzida com maior compactação possível, os rolos são ajustados por meio de pistões hidráulicos, já a matriz utilizada tem por objetivo definir o tamanho do pellet que será produzido, o qual é definido pela espessura do furos da matriz.

O acionamento da matriz é feito por um conjunto de motores elétricos, o qual fazem com que a matriz gire dentro da peletizadora e o produto o qual é inserido pelo conjunto de alimentadores e condicionadores seja pressionado pelos rolos contra a matriz fazendo com o produto passe pelos furos da matriz tornando-se um pellet de ração.

Resfriamento

O produto ao ser peletizado, apresenta alta temperatura e umidade, ou seja, o pellet encontra-se frágil e úmido para que possa ser transportado ou ensacado. Para isso, o pellet precisa ser resfriado por meio de um resfriador de ração. Existem dois tipos de resfriadores de ração, os de tipo vertical ou horizontal, onde o primeiro a ração é resfriada com uso de exaustores e grelhas onde o pellet é colocado, os exaustores retiram o ar quente e ar frio é o ar a temperatura ambiente é inserido por meio de entradas de ar próximo as grelhas, realizando a troca de calor. Na segunda forma, o pellet passa por uma esteira tipo grelha onde também existem entrada de ar, entretanto neste processo é possibilitado que o pellet resfrie mais rapidamente, a desvantagem deste processo se dá pelo fato que os resfriadores são maiores e

necessite além do conjunto de motores elétricos para exaustão de um conjunto de motores para transporte do resfriamento.

O processo de resfriamento, garante que a ração estará seca e com máxima durabilidade no fim do processo, o resfriamento é um dos pontos mais críticos no processo de qualidade da ração, no caso de falha do processo a ração produzida terá que ser totalmente reprocessada ou até mesmo perda da produção.

Trituração

Existem dois tipos de ração usadas para alimentação de suínos e bovinos, a triturada ou farelada e a peletizada, o processo de trituração serve para produção de ração farelada.

Caso o objetivo seja de produção peletizada o processo de trituração não ocorre, ou seja, o produto é desviado não passando pela etapa de trituração.

Já nos casos onde o objetivo é de produção de ração farelada, é necessário o uso do triturador. A ração triturada geralmente é utilizada para alimentação de bovinos e suínos em desenvolvimento, uma vez que pellets não são bem aceitos por filhotes no período inicial de crescimento.

Os trituradores são acionados por meio de motores elétricos, os quais movimentam um conjunto de facas que farelam o pellet de ração, quando mais tempo o pellet permanece neste processo menor será os farelos de ração produzidos.

Após o processo de trituramentos a ração farelada é transportada por meio de alimentadores ou de transportadores de corrente para as etapas seguintes do processo.

Expedição a granel

As etapas apresentadas a seguir apresentam como a produção (rações já produzidas) é transportada da fábrica de rações.

O primeiro tipo é feito por expedição a granel. O processo é feito em quatro etapas. A primeira etapa consiste em transportar por meio de elevadores de canecas

e transportadores de corrente a ração em forma de pellet ou farelada para silos de produção acabada. Neste processo é importante verificar se a ração já está resfriada e seca, uma vez que a silagem do produto úmido e quente pode fazer com que a ração mofe dentro do silo causando perda total de produção, além da verificação de misturas de ração diferentes, ocasionando necessidade de reprocesso, pois uma vez misturada dentro de um mesmo silo por rações diferentes é impossível sua separação para o processo de expedição a granel ou ensaque.

A segunda etapa é feita por meio de balanças móveis, as quais tem por finalidade coletar a ração dentro dos silos de produção acabada, pesá-los e transportá-los para os silos de carregamento. As balanças móveis têm o mesmo princípio de funcionamento das balanças de macro nutrientes com a diferença que apresentam um sistema de movimentação, o qual é feito por um conjunto de motores elétricos em cada uma das quatro rodas da balança, no processo também é utilizado sensores a laser para o processo de controle de posição das balanças móveis.

A terceira parte do processo é a de silagem do produto dentro de silos de transporte. Estes silos têm por finalidade armazenar a produção separada e com o pesagem ideal, o qual é dosado pelas balanças móveis, para que sejam descarregadas nos caminhões de coleta de ração.

A última etapa do processo os caminhões são posicionados abaixo do silo de transporte da ração a qual deve ser carregado, e por meio de gavetas pneumáticas a ração é descarregada dentro do caminhão já com o peso exato, pronta para ser transportada e descarregada ao cliente final. Nesta etapa ocorre a última conferência da qualidade da ração, após este processo é definido se a ração passa ou não por todas os critérios de qualidade.

Ensaque

Outra forma de comercialização da ração é por meio de ração ensacada em menor quantidade, para atender a clientes com menores demandas. O processo de ensaque é feito de forma paralela ao de expedição a granel, ao invés da ração ser transportada e descarregada em um caminhão, o produto é transportado para silos de ensaque.

O processo de ensaque é feito de forma automática, onde é necessário que somente os operadores realizem o controle de sacos de ração e coleta e organização do estoque.

Nesta etapa a ração é colocada em sacos e pesada por meio de esteiras e costuradeiras; caso esteja com o peso desejado, a mesma é transportada por esteiras e costurado o saco. Assim, finalizando o processo de fabricação de rações.

3.3 COLETA DE DADOS E LOCALIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Para início do desenvolvimento do plano de manutenção preventivo, foi necessário a coleta de diversas informações pertinentes como:

- Localização de equipamentos;
- Separação de partes do equipamentos relacionadas a área mecânica e elétrica;
- Desenvolvimento de formulários de coleta de dados dos equipamentos;
- Coleta de dados dos equipamentos;
- Criação de banco de dados com informações coletadas;

3.3.1 LOCALIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

O processo de localização dos equipamentos ocorreu de duas formas a primeira delas física, onde foram divididos os equipamentos por etapas do processo de fabricação de rações pela seguinte ordem:

- Recebimento de matéria-prima;
- Dosagem de macro-nutrientes;
- Dosagem de micro-nutrientes;
- Moagem;
- Mistura;
- Peletização;
- Resfriamento;
- Trituração;

- Expedição à granel;
- Ensaque.

Foram adotados estes critérios pelo *software* que será utilizado para o controle de manutenção, a fim de permitir a separação dos equipamentos por etapas de processo, visando facilitar sua busca e coleta de informações.

Em seguida, por meio de visitas em campo, foram realizados os levantamentos de todas as tag's dos equipamentos, na fábrica de rações onde o estudo foi realizado. O tagueamento do maquinário é feito por meio de adesivos, onde os equipamentos recebem abreviação de letras e números.

Tabela 1 - Preenchimento de tag's dos equipamentos

Planilha de controle de TAG's		
Local	Equipamento	Tag
Recebimento	Elevador de canecas	EC-R101
	Elevador de canecas	ECR-102
	Elevador de canecas	ECR-103
	Transportador de correntes	TR-R101
	Transportador de correntes	TR-R102
	Transportador de correntes	TROR103
	Silo metálico	SLR-104
	Silo metálico	SLR-103
	Silo metálico	SLR-105

A mesma tag presente no equipamento físico está presente no sistema de automação da fábrica, o que busca facilitar o controle de ocorrências de manutenção e facilitar a localização dos equipamentos.

Todo este processo foi auxiliado pela equipe de manutenção, contando com o auxílio dos mecânicos e eletricitistas da área de manutenção da fábrica de rações.

3.3.2 SEPARAÇÃO DE PARTES DOS EQUIPAMENTOS RELACIONADOS ÀS MECÂNICA E ELÉTRICA

Após serem realizados e inseridos a coleta de localizações dos equipamentos na área no sistema de manutenção, iniciou-se o processo de coleta de dados

específicos de cada equipamento. Esta parte do processo foi realizada com toda a equipe de manutenção da fábrica de rações.

Visando facilitar a coleta de informações e utilizar o conhecimento específico de cada área de manutenção, além de permitir melhor inserção de dados no sistema de manutenção, foram divididos a busca de dados de cada equipamento por partes mecânicas e elétricas, permitindo que as informações apresentassem maior confiabilidade, uma vez que a equipe de manutenção elétrica já possuía conhecimento prévio de toda parte elétrica dos equipamentos e o mesmo válido para equipe mecânica.

3.3.3 DESENVOLVIMENTO DE FORMULÁRIOS DE COLETA DE DADOS DOS EQUIPAMENTOS

Após definida a estratégia de busca de coleta de dados de cada equipamentos por meio de divisão entre parte elétrica e mecânica, iniciou-se o processo de criação de formulários de coleta de dados.

Foram desenvolvidos formulários baseados em cada tipo de equipamento, os quais avisam sido levantados nas etapas de localização dos equipamentos.

Os formulários para cada tipo de equipamento foram divididos em partes mecânicas e elétricas, uma vez que a coleta de dados foi realizada exclusivamente pelos mecânicos e eletricitas da área de manutenção da fábrica de rações.

Com a elaboração dos formulários a coleta e a busca de dados tornam-se simplificadas, uma vez que são coletadas somente as informações necessárias para o sistema de manutenção adotado, além de padronizar o levantamento de dados coletados pela equipe de manutentores.

Tabela 2 - Preenchimento de dados dos equipamentos

Coleta de dados de equipamentos							
Local	Equipamento	Tag	Motor elétrico	Sensores	Rolamentos	Mancais	Chaparia
Recebimento	Elevador de canecas	EC-R101	X	X	X	X	
	Elevador de canecas	ECR-102	X	X	X	X	
	Elevador de canecas	ECR-103	X	X	X	X	
	Transportador de correntes	TR-R101	X	X	X	X	
	Transportador de correntes	TR-R102	X	X	X	X	
	Transportador de correntes	TROR103	X	X	X	X	
	Silo metálico	SLR-104		X			X
	Silo metálico	SLR-103		X			X
	Silo metálico	SLR-105		X			X

3.3.4 COLETA DE DADOS DOS EQUIPAMENTOS

Com os formulários desenvolvidos, foram realizadas algumas reuniões acompanhadas por coordenadores e supervisores da área de manutenção, a fim de treinar e capacitar as equipes de manutenção elétrica e mecânica sobre a finalidade dos formulários.

Após serem treinados sobre como deveriam ser feitas as coletas de dados, foram definidos os prazos de entrega dos formulários.

A coleta de dados ocorreu por etapas iguais as apresentadas na divisão de localizações. A final de cada prazo os manutentores deveriam entregar os dados coletados de cada equipamento referente a cada localização.

3.3.5 CRIAÇÃO DE BANCO DE DADOS COM INFORMAÇÕES COLETADAS

Ao final do processo de coleta de dados feitas pelos manutentores, deu-se entrada na parte final da coleta de informação e localização. Todos os dados coletados foram colocados no sistema de manutenção.

Assim, o sistema de manutenção já apresentava a divisão dos equipamentos por meio de localização e itens mecânicos e elétricos, dando a base necessária para desenvolvimento do plano de manutenção.

Tabela 3 - Lista de itens do recebimento presente no sistema de manutenção

Localização	Equipamento
Recebimento matéria prima	EC-R101
	EC-R102
	EC-R103
	EC-R105
	SL-R101
	SLR-102
	SL-R102
	SLR-103
	SL-R103
	SLR-104
	SL-R104
	SLR-105
	SL-R105
	SLR-106
	SL-R106
	SLR-107
	SL-R107
	SLR-108
	SL-R108
	SLR-109
	SL-R109
	SLR-110
	SL-R110
	SLR-111
	SL-R111
	SLR-112
	SL-R112
	SLR-113
	TR-R101
	TR-R102
	TR-R103
	TR-R104
	TR-R105
TR-R106	
TR-R107	
TR-R108	
TR-R109	

3.4 DESENVOLVIMENTO DE PADRÕES DE EXECUÇÃO DE MANUTENÇÃO

Com o levantamento de todos os dados e localizações dos equipamentos, se faz necessário o desenvolvimento de padrões de execução de manutenção.

Os padrões de manutenção são espécies de roteiro de manutenção específicos de cada equipamento, com o objetivo de desenvolver listas de atividades a serem feitas em um intervalos de tempo de manutenção preventiva ou de inspeção.

Outra finalidade do padrão de manutenção é desenvolver o tempo médio para execução de cada atividade a ser feita durante uma inspeção ou manutenção preventiva.

O modelo utilizado para o desenvolvimento do padrão de manutenção já vem desenvolvido pelo sistema de manutenção utilizado pela fábrica de rações.

O modelo de padrão de manutenção é dividido nos seguintes tópicos:

- Título do padrão;
- Equipe responsável;
- Lista de atividades;
- Roteiro de atividades;
- Duração;
- Normas de segurança;
- Lista de ferramentas;
- Valores de medição base;

3.4.1 TÍTULO DO PADRÃO

O título do padrão de execução deve descrever a atividade que será realizada em um equipamento, além de descrever a modalidade de manutenção que realizara a tarefa.

Cada padrão de manutenção deve conter um título específico, além de facilitar a descrição de atividades aos manutentores, permite maior facilidade de

controle de programação aos responsáveis por gerar as ordens de serviço preventivas futuramente.

Tabela 4 - Preenchimento de títulos de padrão de manutenção

Título de padrão de manutenção			
Modalidade	Equipamento	Tipo	Título do padrão
Elétrica	Elevador de canecas	Inspeção	Inspeção elétrica em elevador de canecas
Elétrica	Elevador de canecas	Preventiva	Preventiva em motor elétrico
Mecânica	Elevador de canecas	Inspeção	Inspeção mecânica em elevador de canecas
Mecânica	Elevador de canecas	Preventiva	Preventiva mecânica em elevador de canecas
Mecânica	Elevador de canecas	Preventiva	Lubrificação de rolamento em elevador de canecas
Elétrica	Silo	Inspeção	Inspeção elétrica em sensores de silo
Mecânica	Silo	Inspeção	Inspeção mecânica em chaparia de silo

3.4.2 EQUIPE RESPONSÁVEL

A descrição da equipe responsável é de extrema importância, nesta etapa ficará definido se a atividade é de responsabilidade mecânica ou elétrica. Nesta etapa o sistema de manutenção também permite determinar o responsável pela criação do padrão de execução de manutenção.

Também é possível monitorar ações de modificação de qualquer etapa do padrão, além de todas as atividades de alteração realizadas.

3.4.3 LISTA DE ATIVIDADES

A lista de atividades de um padrão de execução de manutenção tem como finalidade listar os tópicos principais a serem realizados na execução da atividade de manutenção preventiva ou inspeção proposta pelo padrão.

Com o treinamento dos manutentores, a lista de atividades serve como uma espécie de lista de checagens, permitindo que o manutentor faça a atividade de manutenção preventiva de forma mais rápida e padronizada.

001	VERIFICAR ESTRUTURA DE SUPORTE DO SENSOR
002	REALIZAR TESTE DE ACIONAMENTO DO SENSOR
003	VERIFICAR CONEXÕES DE ALIMENTAÇÃO DO SENSOR E CAIXA DE CONEXÃO
004	VERIFICAR CABEAMENTO E ANORMALIDADES

Figura 2 - Lista de atividades de inspeção elétrica em silos

3.4.4 ROTEIRO DE ATIVIDADES

A lista de atividades de um padrão de execução de manutenção tem como finalidade listar os tópicos principais a serem realizados na execução da atividade de manutenção preventiva ou inspeção proposta pelo padrão.

No roteiro de atividades a uma descrição mais detalhada da lista de atividades, a ideia do roteiro de execução é de apresentar uma explicação detalhada de cada item da lista de atividades.

O principal objetivo é de auxiliar os manutentores no decorrer das atividades além de permitir um controle de etapas e melhorar análises de manutenção preventivas e inspeções dos equipamentos.

Roteiro de Execução
TAREFA 001
INSPECIONAR ESTRUTURA DE SUPORTE DO SENSOR
a) Verificar fixação de estrutura de suporte;
b) Reapertar estrutura de suporte;
TAREFA 002
TESTE DE ACIONAMENTO DE SENSOR
a) Junto com operação realizar testes de acionamento do sensor;
b) Verificar se a pulso do sensor no supervisório;
TAREFA 003
VERIFICAR CONEXÕES
a) Com aparelho multi-testes verificar a tensão de pulso e alimentação do sensor (24VDC);
b) Inspeccionar conexões e estado de conservação de caixas de conexão;
TAREFA 004
VERIFICAR CABEAMENTOS E ANORMALIDADES
a) Inspeccionar ressecamento de cabos e desgastes;
b) Verificar demais anormalidades;
c) Em caso de anormalidades informar supervisão de manutenção e PCM;

Figura 3 - Roteiro de atividades de inspeção elétrica em silos

3.4.5 DURAÇÃO

Nesta etapa o planejador de manutenção tem a responsabilidade de definir os tempos de duração de execução de cada etapa da lista de atividades. Para o desenvolvimento inicial deste projeto, os tempos de manutenção foram baseados nas experiências práticas dos manutentores. Com o desenvolvimento e aplicação das atividades preventivas faz-se necessário ajuste destes tempos de duração buscando otimizar a duração prevista comparada a duração real.

001	VERIFICAR ESTRUTURA DE SUPORTE DO SENSOR	00:05
002	REALIZAR TESTE DE ACIONAMENTO DO SENSOR	00:05
003	VERIFICAR CONEXÕES DE ALIMENTAÇÃO DO SENSOR E CAIXA DE CONEXÃO	00:10
004	VERIFICAR CABEAMENTO E ANORMALIDADES	00:10

Figura 4 - Duração de itens de inspeção elétrica em silos

3.4.6 NORMAS DE SEGURANÇA

Com intuito de garantir a segurança dos manutentores as normas de segurança descrevem medidas de segurança determinadas pelo setor de segurança do trabalho descritas pela cooperativa da fábrica de rações.

Nesta seção são definidos os EPI's a serem usadas nas atividades e demais ações de segurança a serem tomadas.

LISTA DE EPI'S ATIVIDADE
a)Capacete
b)Bota de segurança
c)Óculos de segurança
d)Cinto trava quedas
e)Luvas de proteção
f)Abertura de permissão de trabalho em altura pelo supervisor de área

Figura 5 - EPI's para inspeção elétrica de silos

3.4.7 LISTA DE FERRAMENTAS

Neste tópico são apresentadas as ferramentas necessárias para a realização de manutenção prevista no padrão de execução. A lista de ferramentas visa otimizar a atividade preventiva a ser realizada.

Outro tópico de extrema importância no controle de estoque de materiais, uma vez que atividades preventivas que envolvem a troca de peças e uso de ferramentas de desgastes permite ao setor de estoque tenha um controle exato das peças que serão utilizadas em manutenção preventivas futuras.

LISTA DE FERRAMENTAS
a) Multímetro
b) Chave de borne isolada
c) Chave de fenda
d) limpa contatos

Figura 6 - Ferramentas para inspeção elétrica de silos

3.4.8 VALORES DE MEDIÇÃO BASE

Por fim, são colocadas em cada padrão valores base de medição, o objetivo é colocar valores de medição de base, permitindo que as inspeções preventivas possam monitorar variações de parâmetros que possam prejudicar o funcionamento de um equipamento.

Os valores de medição buscam garantir que todo equipamento se encontre dentro de um padrão de confiabilidade, uma vez que as inspeções devem verificar possível falhas futuras de um equipamento.

VALORES DE MEDIÇÃO BASE
a) SENSOR - TENSÃO 22-24VDC
b) SENSOR - ACIONADO 24VDC SILO CHEIO
c) SENSOR - NÃO ACIONADO 0 VDC SILO NÃO CHEIO

Figura 7 - Valores de medição para inspeção elétrica de silos

3.5 DETERMINAÇÃO DA CRITICIDADE DOS EQUIPAMENTOS

Para determinação da criticidade de manutenção dos equipamentos encontrados dentro do processo de fabricação de rações utilizou-se o critério A,B e C. Onde o processo iniciou-se após toda a etapa de desenvolvimento dos padrões de execução.

O Objetivo desta etapa é de determinar o qual crítico um equipamento é para o processo dentro de alguns parâmetros, onde os níveis dividem-se em A, B e C.

- A – Equipamento de alto índice de criticidade;
- B – Equipamento de nível médio de criticidade;
- C – Equipamento de mínimo índice de criticidade;

Para o desenvolvimento do critério A, B e C forma levados em conta os seguintes tópicos. Os itens foram baseados nas necessidade de cada um dos setores de fábrica, tais como:

- Produção;
- Qualidade;
- Manutenção;
- Segurança do trabalho;
- Custos industriais;

Permitindo assim, que a equipe de manutenção conseguisse garantir maior confiabilidade a todas as etapas do processo de ambos os setores da fábrica de rações.

Toda a etapa de desenvolvimento de dos critérios, contou com a participação de membros de cada um dos setores listados anteriormente, por meio de reuniões. O intuito destas reuniões buscou analisar de forma precisa as necessidades de cada setor e os pontos que deveriam ser inclusos ou não durante as atividades de manutenção preventivas e rotas de inspeções.

3.6 DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE MANUTENÇÃO

Com o desenvolvimento dos padrões de manutenção preventivas e inspeções e determinação da criticidade dos equipamentos deu-se início da última etapa de desenvolvimento da parte de planejamento de manutenção.

A função dos planos de manutenção é de determinar a periodicidade e quais os tipos de atividades preventivas e inspeções de manutenção devem ocorrer em cada equipamento e os responsáveis pelas atividades.

Basicamente nesta etapa, é realizada a conexão de cada um dos tópicos desenvolvidos anteriormente. Onde foram determinadas os equipamentos utilizados no processo, suas localização, as etapas de atividade preventivas e inspeções de manutenção a serem realizadas e sua criticidade, a qual serve como base para determinação dos intervalos entre as atividades preventivas.

Para o desenvolvimento dos intervalos de manutenção, foram utilizadas os níveis de criticidade levantados na etapa de critério A, B e C, além do catálogo de manutenção preventiva dos fornecedores dos equipamentos e peças utilizadas.

Os equipamentos com maior criticidade devem apresentar tempos de intervenções preventivas e rotas de inspeções mais curtas. Já equipamentos com menor criticidade devem sofrer intervalos de manutenção preventiva e inspeções mais longas, em alguns casos, sendo realizadas somente inspeções, permitindo otimizar a mão de obra e custos de manutenção.

Os planos de manutenção são divididos ao longo de um intervalo de 52 semanas, este intervalo permite que ao longo de um ano todos os equipamentos do processo de maior a menor criticidade sejam contemplados por atividades preventivas de manutenção.

Os planos de manutenção também permitem que sejam realizados nivelamentos das atividades, visando otimizar o tempo disponível dos manutenedores de modo a atender todas as atividades previstas. O Processo de nivelamento foi realizado por meio do software de manutenção utilizado pelo setor de manutenção da fábrica de rações.

O nivelamento foi dividido em duas etapas.

- Modalidade: Onde divide-se nas duas modalidades de manutenção previstas no plano de manutenção, sendo mecânica e elétrica.
- Turno: Onde divide-se nos três turnos de manutentores presentes durante o processo produtivo da fábrica de rações.

3.7 PILAR DE TREINAMENTO E EDUCAÇÃO

Para implementação do pilar de treinamento e educação, foram realizadas reuniões de capacitação dos manutentores que seriam responsáveis pelas execuções das atividades de manutenção preventivas e de inspeção.

As reuniões foram realizadas mensalmente, a partir da evolução alcançada ao longo do desenvolvimento dos planos de manutenção previstos e explicados nas etapas anteriores do desenvolvimento deste projeto.

Para a implementação deste pilar, foi necessária a participação de todos os colaboradores do setor de manutenção, desde a alta gerência até os colaboradores de chão de fábrica.

Durante as reuniões e o processo de treinamento, os manutentores responsáveis foram treinados e qualificados para execução das atividades preventivas e de inspeção de modo a garantir inclusão e participação das atividades de rotina preventiva de manutenção, melhoria contínua de processo e de equipamentos e impedia a deterioração dos equipamentos utilizados no processo.

Foram realizados testes e simulações de atividades as quais seriam realizadas e vivenciadas pelos manutentores e treinamento de como deveriam ser executadas e relatadas as execuções das atividades do plano de manutenção.

A partir do momento em que o plano de manutenção foi colocado em prática as atividades do plano de manutenção passam a ser denominadas de ordens de serviço.

As ordens de serviço, nada mais são que os planos de manutenção previstos para ser executado dentro de um prazo determinado pelo planejamento, entregues aos manutentores para realização.

Por meio das ordens de serviço, ficam registradas no software de manutenção da fábrica de rações, as atividades preventivas e inspeções executadas por cada um dos manutentores responsáveis.

3.8 PILAR DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

Com os manutentores devidamente capacitados e treinados para realização das atividades propostas no projeto da início ao pilar de manutenção autônoma.

A partir do momento em que o plano de manutenção foi colocado em prática as atividades do plano de manutenção passam a ser denominadas de ordens de serviço.

As ordens de serviço, nada mais são que os plano de manutenção previstos para ser executado dentro de um prazo determinado pelo planejamento, entregues ao manutentores para realização.

Por meio das ordens de serviço, ficam registradas no software de manutenção da fábrica de rações, as atividades preventivas e inspeções executadas por cada um dos manutentores responsáveis.

Título:	INSPEÇÃO ELÉTRICA EM SILOS	Tipo de OS:	PREVENTIVA
Localização:	FR.EX.S1. . .	Equipamento:	
	BB 00,01,02 - SILO PRÉ ENSAQUE	Serviço:	INSPECIONAR
	EXPEDIÇÃO	Modalidade:	ELÉTRICA
	FÁBRICA DE RAÇÕES	Causa:	PLANO DE MANUTENÇÃO
		Efeito:	INEXISTENTE
Criticidade:	BAIXA	Planejador:	AFONSO
E.P.:	EPCM - EQUIPE PCM	Projeto:	
E.E.:	EMT4 - E. MANUTENÇÃO - TURNO 1	Padrão:	FR:00087
CCA:	5120 - EXPEDIÇÃO BARRACÃO ENSACADO	Referência:	
CCE:	5124 - MANUTENÇÃO FÁBRICA DE RAÇÃO	Observações:	
		OS Historiada:	NÃO

Programação

	Data de Início	Semana	Hora Inicial	Duração HH	Responsável	Data de Término	Hora de Término	Dur. Decimal
Previsto	25/03/19	13/19	06:00	00:30		25/03/19	06:30	0,50
Real				0,00				0,00

Parada:

Tipo	Localização	Início	Término	Assinatura
	-	-	

Roteiro de Execução

TAREFA 001

INSPECIONAR ESTRUTURA DE SUPORTE DO SENSOR

- Verificar fixação de estrutura de suporte;
- Reapertar estrutura de suporte;

TAREFA 002

TESTE DE ACIONAMENTO DE SENSOR

- Junto com operação realizar testes de acionamento do sensor;
- Verificar se a pulso do sensor no supervisório;

TAREFA 003

VERIFICAR CONEXÕES

- Com aparelho multi-testes verificar a tensão de pulso e alimentação do sensor (24VDC);
- Inspeccionar conexões e estado de conservação de caixas de conexão;

TAREFA 004

VERIFICAR CABEAMENTOS E ANORMALIDADES

- Inspeccionar ressecamento de cabos e desgastes;
- Verificar demais anormalidades;
- Em caso de anormalidades informar supervisão de manutenção e PCM;

Figura 8 - O.S para inspeção elétrica de silos

3.9 PILAR DE MANUTENÇÃO PLANEJADA

Na última etapa da implementação dos três pilares do sistema TPM, foi realizada a inserção da manutenção planejada.

O sistema de gestão de manutenção da fábrica de rações já contava com alguns indicadores de desempenho de manutenção, os quais eram.

- Custos de manutenção;
- MTTR;
- MTBF;

Com a implementação do pilar de manutenção planejada foram inseridos alguns indicadores.

4 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos provenientes da utilização das ferramentas necessárias para a realização de manutenção prevista no padrão de execução. A lista de ferramentas visa otimizar a atividade preventiva a ser realizada.

A seguir são apresentados os gráficos referentes aos indicadores adotados antes da implementação do TPM. Onde o acompanhamento dos indicadores era realizado mensalmente. Para análise deste projeto, foram levados em conta somente indicadores do intervalo dos meses do ano de 2018-2019.

Houve também a redução dos custos de manutenção, uma vez que os custos de manutenção corretivas são altos comparados ao de manutenção preventiva, pois os custos de reparo e revisões são inferiores a compra de um conjunto de peças novas para substituição de um equipamento quebrado, como se observa nos Gráficos 1 e 2.

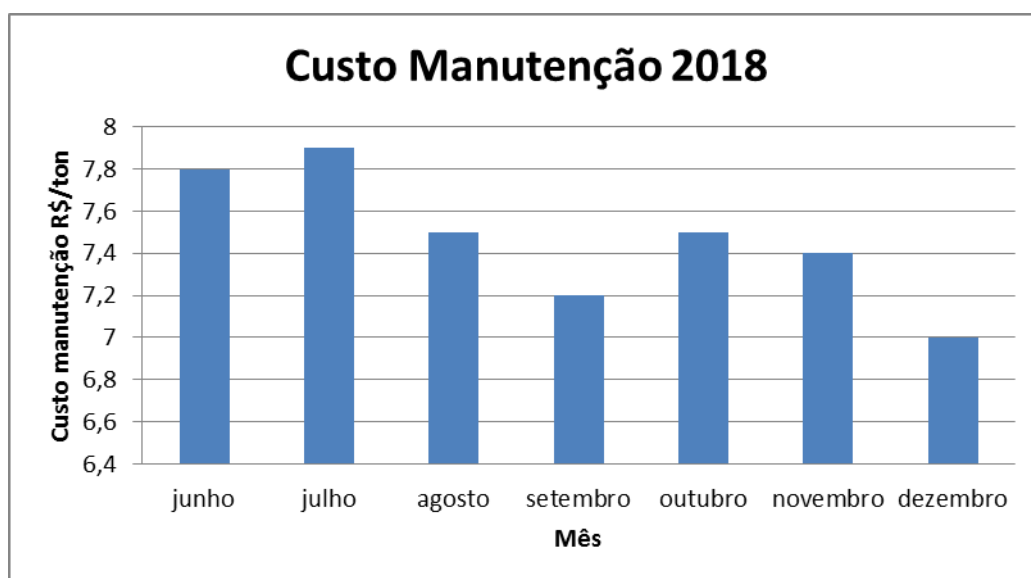


Gráfico 1 - Custo de manutenção antes da implementação do TPM

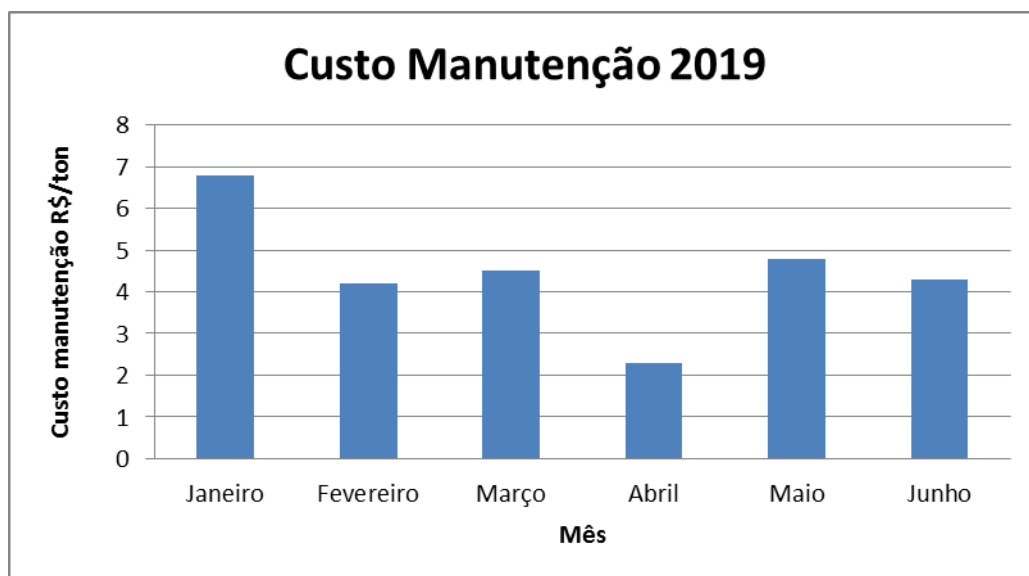


Gráfico 2 - Custo de manutenção após a implementação do TPM

Levando em conta o treinamento e capacitação da equipe de manutentores para realização das atividades de manutenção e maior conhecimento do funcionamento dos equipamentos utilizados no processo, houve uma redução significativa do MTTR, mesmo ocorrendo atividades de manutenção corretivas, as equipes foram capazes de realizar correção em tempos inferiores ao realizados anteriormente. Como consequência, a disponibilidade apresentou aumento em comparação aos valores iniciais, uma vez que as intervenções corretivas foram minimizadas e as atividades corretivas puderam ser realizadas em menor tempo de execução previsto, conforme apresentado nos Gráficos 3 e 4.

MTTR 2018

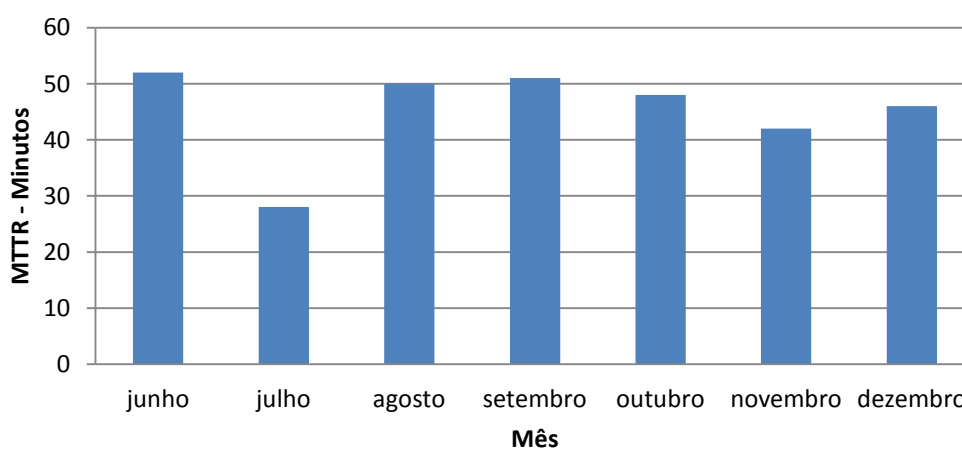


Gráfico 3 - MTTR antes da implementação do TPM

MTTR 2019

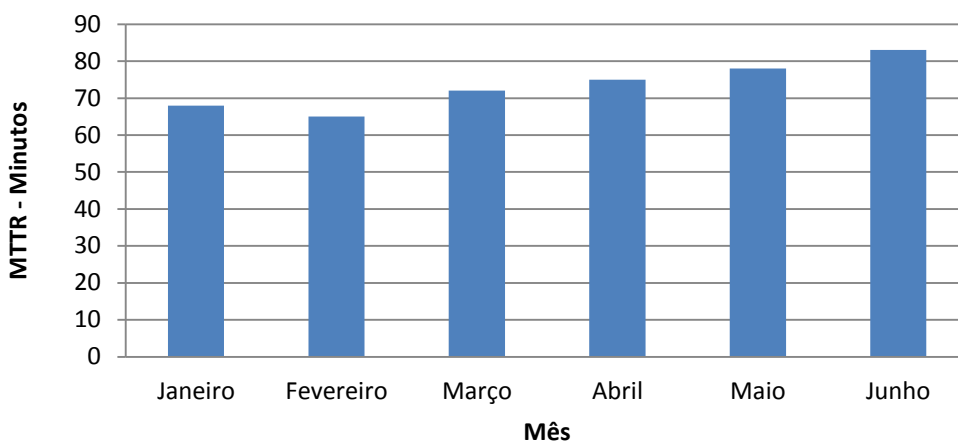


Gráfico 4 - MTTR após a implementação do TPM

Com redução do tempo de manutenção corretiva e redução do número de intervalos pela antecipação oriunda das atividades preventivas e de inspeção, houve aumento significativo do MTBF, de acordo com os Gráficos 5 e 6.

MTBF 2018

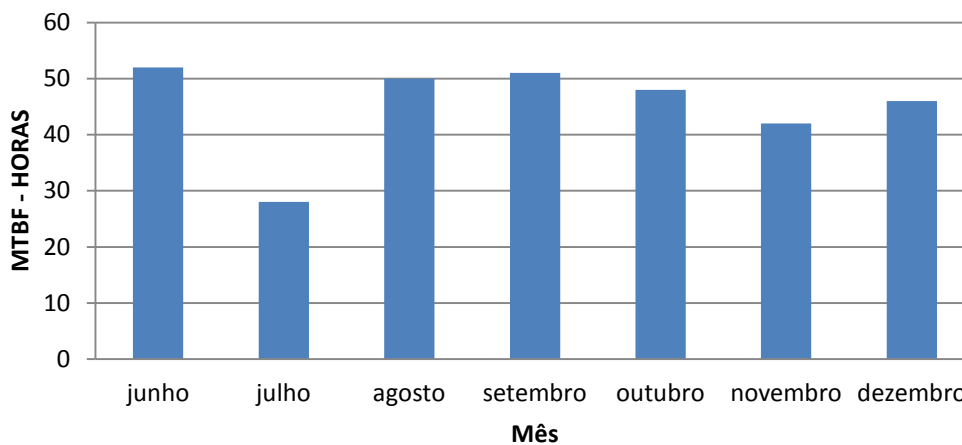


Gráfico 5 - MTBF antes da implementação do TPM

MTBF 2019

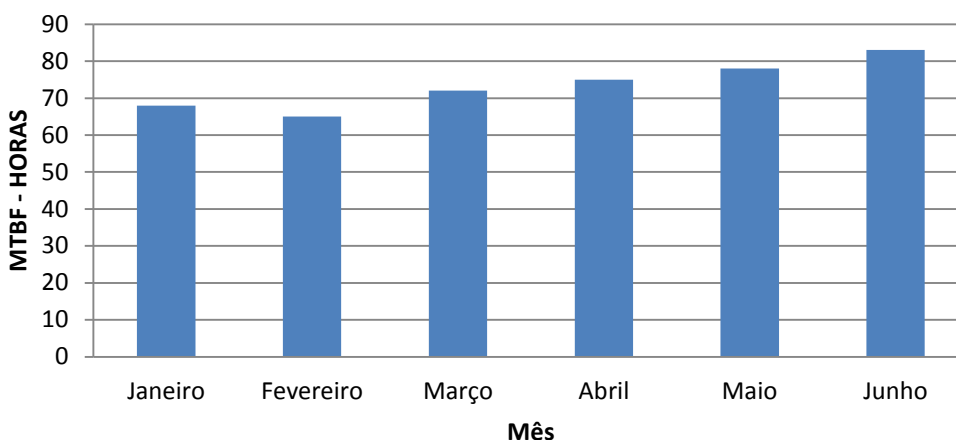


Gráfico 6 - MTBF após a implementação do TPM

Após o processo de implementação do TPM foram acrescentados mais indicadores de manutenção, tais como:

- Índice de planejamento;
- Execução de O.S;
- Taxa de ocupação;
- Apropriação de horas;

Estes indicadores foram colocados somente após a aplicação do plano de manutenção, uma vez que os mesmos, são referentes a execução de atividades de preventivas e da inspeção dos equipamentos do processo.

Com a aplicação dos conceitos de TPM, pode-se notar a redução dos tempos de manutenção corretivas da fábrica de rações, uma vez que com a execução de atividades de manutenção preventivas e inspeções, possibilitou-se aos manutentores realizar a correção da falha do equipamento antes que a mesma ocorresse.

Através do desenvolvimento do planejamento de manutenção puderam ser criados indicadores de medição de desempenho, podendo compreender a relação das atividades planejadas e execução por parte da equipe de manutentores. Assim, com o índice de planejamento, pode-se observar que com o crescente aumento de horas de atividade preventivas e de inspeção, houve redução de horas corretivas, seguido pela execução de O.S (Gráficos 7 e 8).

Planejamento 2019

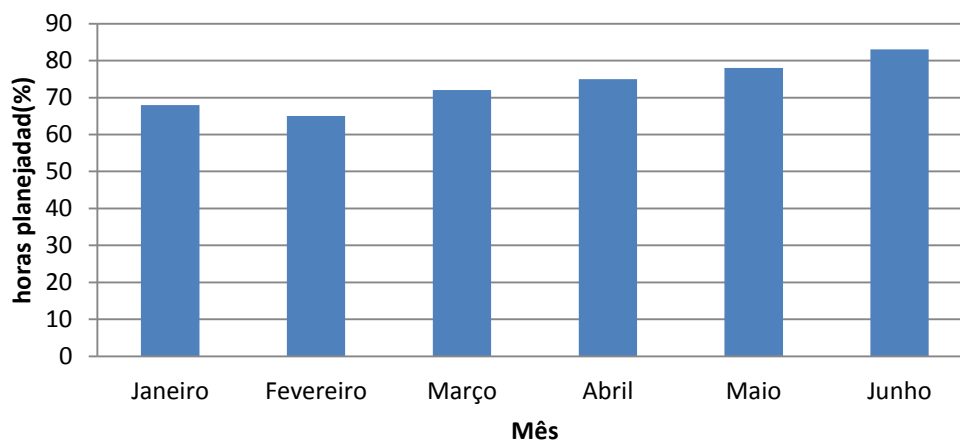


Gráfico 7 - Índice de planejamento

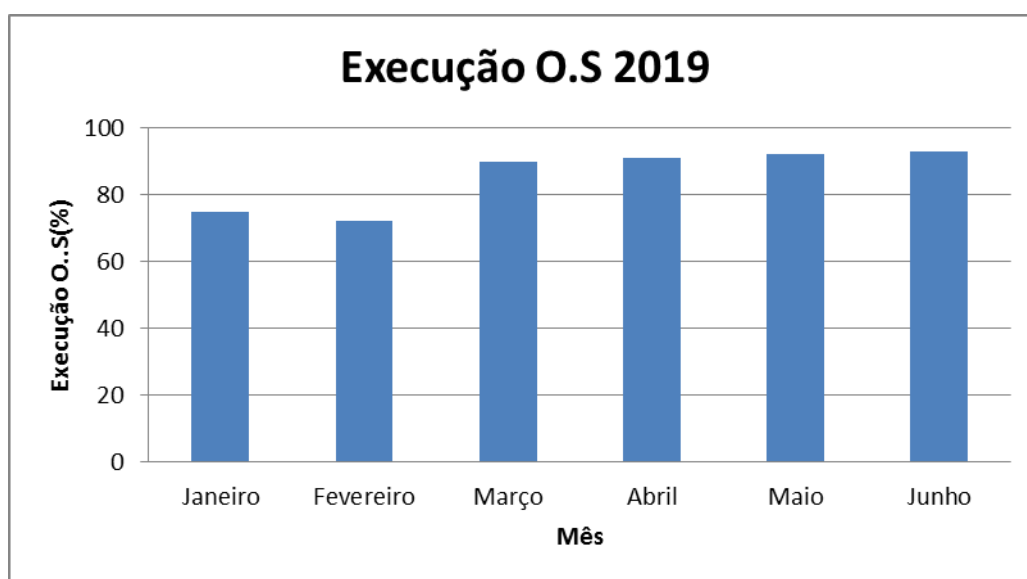


Gráfico 8 - Execução de O.S

Houve também o aumento da taxa de ocupação de horas, uma vez que o tempo ocioso da equipe de mantenedores foi reduzido com o aumento de horas de atividades planejadas, de acordo com o Gráfico 9.

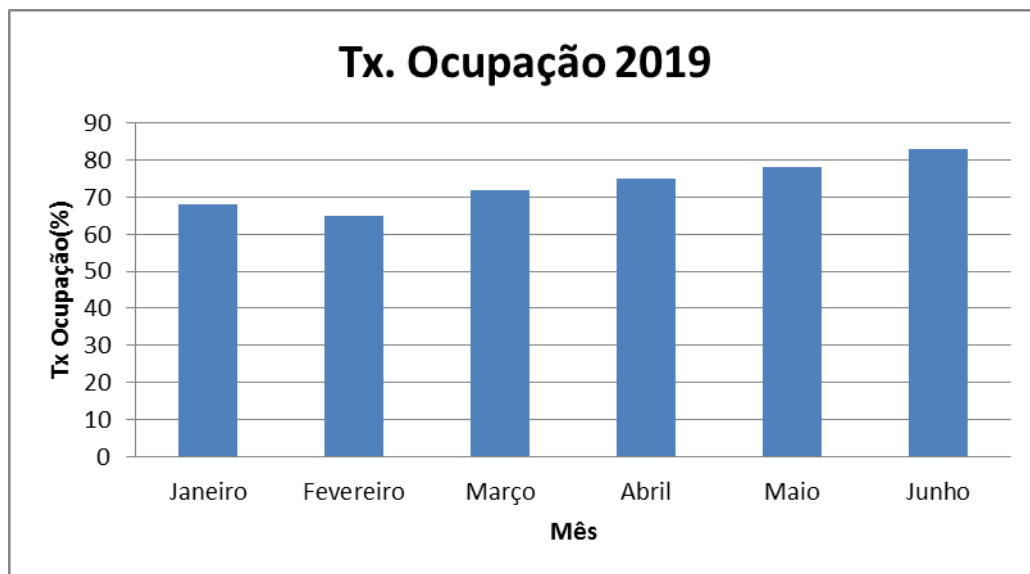


Gráfico 9 - Taxa de ocupação

5 CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento desde projeto pode-se compreender melhor a importância da implementação do sistema de gestão de manutenção TPM, mesmo com a aplicação de somente três dos oito pilares presentes no conceito, é possível observar o comprometimento de todos os setores na busca pela eliminação de falhas, quebras e perdas.

Durante as etapas de desenvolvimento foram focadas a implementação de três pilares do sistema TPM, sendo o de treinamento e educação, manutenção autônoma e manutenção planejada. Pode-se observar que dentre os oito pilares estes podem ser de mais fácil adaptação por parte da empresa, devido menor tempo para execução e menores custos de implementação.

Na etapa de elaboração do plano de manutenção preventivo e de inspeções da fábrica de rações, foram observadas inúmeras dificuldades, como a falta de dados dos equipamentos, uma vez que os mesmos só recebiam intervenções de manutenção em atividades corretivas, muitas destas sem registros e sem análise de falhas. A falta de indicadores de planejamento de manutenção também prejudicavam as ações a serem tomadas pelas equipe de manutenção, sem planejamento prévio e análise de criticidade dos equipamentos, muitas ações tomadas antes da implementação da metodologia TPM eram realizadas de modo intuitivo, muitas vezes apresentando resultados insatisfatórios.

Ao serem realizadas aplicadas as ferramentas de gestão pode-se observar quais equipamentos apresentavam maiores falhas e eram mais críticos ao funcionamento da fábrica de rações, permitindo ao setor de planejamento realizar atividades que solucionassem a causa raiz das falhas destes equipamentos, aumento da disponibilidade da fábrica de rações para produção e redução de horas corretivas.

REFERÊNCIAS

- FARIA, J. G. A. **Administração de Manutenção**. São Paulo: Edgard Blucher, 1994.
- GURSKI, Carlos Alberto; RODRIGUES, Marcelo. **Planejando Estrategicamente a Manutenção**. Rio de Janeiro, Out 2008.
- MARQUES, F.T.M et al. **Sistemas de Controle de Manutenção**. Itajubá: UNIFEI, 2003.
- MOTTER, Osir. **Manutenção Industrial: O Poder Oculto na Empresa**. São Paulo: Hemus, 1992.
- NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.
- NASCIF, Júlio; DORIGO, Luiz Carlos. **Manutenção Orientada Para Resultados**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.
- SIQUEIRA, Iony Patriota de. **Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implementação**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.
- SUZUKI, Tokutaro. **TPM in Process Industries**. Portland: Productivity Press, 1994.
- VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.
- XENOS, Harilaus Georgius. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Minas Gerais: Indg Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

ANEXO A - Direitos autorais - Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998. Disposições preliminares



Presidência da República
Casa Civil
Subchefia para Assuntos Jurídicos

LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998.

Mensagem de veto

Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Título I

Disposições Preliminares

Art. 1º Esta Lei regula os direitos autorais, entendendo-se sob esta denominação os direitos de autor e os que lhes são conexos.

Art. 2º Os estrangeiros domiciliados no exterior gozarão da proteção assegurada nos acordos, convenções e tratados em vigor no Brasil.

Parágrafo único. Aplica-se o disposto nesta Lei aos nacionais ou pessoas domiciliadas em país que assegure aos brasileiros ou pessoas domiciliadas no Brasil a reciprocidade na proteção aos direitos autorais ou equivalentes.

Art. 3º Os direitos autorais reputam-se, para os efeitos legais, bens móveis.

Art. 4º Interpretam-se restritivamente os negócios jurídicos sobre os direitos autorais.

Art. 5º Para os efeitos desta Lei, considera-se:

I - publicação - o oferecimento de obra literária, artística ou científica ao conhecimento do público, com o consentimento do autor, ou de qualquer outro titular de direito de autor, por qualquer forma ou processo;

II - transmissão ou emissão - a difusão de sons ou de sons e imagens, por meio de ondas radioelétricas; sinais de satélite; fio, cabo ou outro condutor; meios óticos ou qualquer outro processo eletromagnético;

III - retransmissão - a emissão simultânea da transmissão de uma empresa por outra;

IV - distribuição - a colocação à disposição do público do original ou cópia de obras literárias, artísticas ou científicas, interpretações ou execuções fixadas e fonogramas, mediante a venda, locação ou qualquer outra forma de transferência de propriedade ou posse;

V - comunicação ao público - ato mediante o qual a obra é colocada ao alcance do público, por qualquer meio ou procedimento e que não consista na distribuição de exemplares;

VI - reprodução - a cópia de um ou vários exemplares de uma obra literária, artística ou científica ou de um fonograma, de qualquer forma tangível, incluindo qualquer armazenamento permanente ou temporário por meios eletrônicos ou qualquer outro meio de fixação que venha a ser desenvolvido;

VII - contrafação - a reprodução não autorizada;

VIII - obra:

a) em coautoria - quando é criada em comum, por dois ou mais autores;

b) anônima - quando não se indica o nome do autor, por sua vontade ou por ser desconhecido;

c) pseudônima - quando o autor se oculta sob nome suposto;

d) inédita - a que não haja sido objeto de publicação;

e) póstuma - a que se publique após a morte do autor;

f) originária - a criação primigênia;

g) derivada - a que, constituindo criação intelectual nova, resulta da transformação de obra originária;

h) coletiva - a criada por iniciativa, organização e responsabilidade de uma pessoa física ou jurídica, que a publica sob seu nome ou marca e que é constituída pela participação de diferentes autores, cujas contribuições se fundem numa criação autônoma;

i) audiovisual - a que resulta da fixação de imagens com ou sem som, que tenha a finalidade de criar, por meio de sua reprodução, a impressão de movimento, independentemente dos processos de sua captação, do suporte usado inicial ou posteriormente para fixá-lo, bem como dos meios utilizados para sua veiculação;

IX - fonograma - toda fixação de sons de uma execução ou interpretação ou de outros sons, ou de uma representação de sons que não seja uma fixação incluída em uma obra audiovisual;

X - editor - a pessoa física ou jurídica à qual se atribui o direito exclusivo de reprodução da obra e o dever de divulgá-la, nos limites previstos no contrato de edição;

XI - produtor - a pessoa física ou jurídica que toma a iniciativa e tem a responsabilidade econômica da primeira fixação do fonograma ou da obra audiovisual, qualquer que seja a natureza do suporte utilizado;

XII - radiodifusão - a transmissão sem fio, inclusive por satélites, de sons ou imagens e sons ou das representações desses, para recepção ao público e a transmissão de sinais codificados, quando os meios de decodificação sejam oferecidos ao público pelo organismo de radiodifusão ou com seu consentimento;

XIII - artistas intérpretes ou executantes - todos os atores, cantores, músicos, bailarinos ou outras pessoas que representem um papel, cantem, recitem, declamem, interpretem ou executem em qualquer forma obras literárias ou artísticas ou expressões do folclore.

Art. 6º Não serão de domínio da União, dos Estados, do Distrito Federal ou dos Municípios as obras por eles simplesmente subvencionadas.