

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICOS DE ELETRÔNICA E MECÂNICA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MECATRÔNICA INDUSTRIAL

ANDERSON CHIQUITO
ANTONIO MARCOS AROUCA VELOSO

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO UTILIZANDO
CONCEITOS DE MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA
2018

ANDERSON CHIQUITO
ANTONIO MARCOS AROUCA VELOSO

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO UTILIZANDO
CONCEITOS DE MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, dos Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Me. Osvaldo Verussa Junior

CURITIBA
2018

TERMO DE APROVAÇÃO

ANDERSON CHIQUITO
ANTONIO MARCOS AROUCA VELOSO

ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO UTILIZANDO CONCEITOS DE MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado no dia 22 de Junho de 2018, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Mecatrônica Industrial, outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Os alunos foram argüidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Milton Luiz Polli
Coordenador de Curso
Departamento Acadêmico de Mecânica

Prof.M.Sc.Sérgio Moribe
Responsável pela Atividade de Trabalho de Conclusão de Curso
Departamento Acadêmico de Eletrônica

BANCA EXAMINADORA

Prof. Maro Roger Guerios
UTFPR

Prof. Nelson Garcia de Paula
UTFPR

Prof. Me. Osvaldo Verrusa Junior
Orientador - UTFPR

“A folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

Dedicamos primeiramente a Deus por ser essencial em nossas vidas, autor dos nossos destinos, nosso guia, socorro presente na hora da angustia, aos nossos pais, mães, irmãos e irmãs.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos nossas mães que sempre estiveram ao nosso lado e foram nossas maiores incentivadoras, que além de nos darem a vida, nos doaram boa parte das suas, sempre pensando no nosso melhor. Aos nossos pais que batalharam por anos para propiciar a melhor educação para seus filhos. Aos nossos irmão e irmãs que acreditaram em nosso sonho e nos deram forças todos os dias. Eu Antonio, ao meu filho Mateus que respeitou meus momentos de reclusão, obrigado pelo carinho a minha esposa Débora, obrigado por ser minha companheira e entender minha dedicação. Agradecemos aos nossos queridos mestres que se dedicaram a ensinar e compartilhar seus conhecimentos. Um agradecimento especial ao professor mestre Osvaldo Verrusa Junior que fez toda a diferença na orientação deste trabalho. Não podemos deixar de agradecer aqueles que abriram a porta do seu espaço para nos ajudar, em especial o pessoal da empresa. Agradecemos a Deus e todos que contribuíram de forma direta e indireta para realização desse sonho.

"Acreditamos que a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda. Se a nossa opção é progressiva, se estamos a favor da vida e não da morte, da equidade e não da injustiça, do direito e não do arbítrio, da convivência com o diferente e não de sua negação, não temos outro caminho se não viver a nossa opção. Encarná-la, diminuindo, assim, a distância entre o que dizemos e o que fazemos."
(Paulo Freire)

RESUMO

CHIQUITO, Anderson; VELOSO, Antonio M.A. **Elaboração de um plano de manutenção utilizando conceitos de manutenção produtiva total**. 2018 66f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial), Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

A manutenção é um fator relevante nos processos produtivos aumentando a confiabilidade, lucratividade e competitividade no mercado. O presente trabalho visa desenvolver o planejamento de manutenção para um equipamento CNC utilizado na empresa X, atuante no ramo metal mecânica da região metropolitana de Curitiba, para tal utilizou-se de ferramentas de gestão e conceitos de TPM (Total Productive Maintenance), propondo ações de manutenção preventiva condizentes com a atual situação da empresa e treinamento para fomentar a Manutenção Autônoma. Ao aplicar o diagrama de Pareto tornou-se possível a visualização do equipamento piloto com 60% dos números de parada entre máquinas e 87% do tempo total de parada de máquina, espera-se que a partir da implementação da Manutenção Autônoma a empresa já alcance resultados positivos, que ajudara a empresa a manter seu fluxo de caixa futuro, mantendo-se competitiva no longo prazo.

Palavras chave: Manutenção. Manutenção Produtiva Total. Manutenção Planejada.

ABSTRACT

CHIQUITO, Anderson; VELOSO, Antonio M.A. **Elaboration of a maintenance plan using concepts of total productive maintenance.** 66f 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial), Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

Maintenance is a relevant factor in the production processes, increasing the reliability, profitability and competitiveness in the market. The present work aims to develop the maintenance planning for a CNC equipment used the company X, active in the metal mechanic branch of the metropolitan region of Curitiba, for this was used of management tools and concepts of TPM (Total Productive Maintenance), proposing preventive maintenance actions consistent with the current situation of the company and training to promote Autonomous Maintenance. By applying the Pareto diagram it became possible to visualize the pilot equipment with 60% of the stop numbers between machines and 87% of the total time of machine stop, it is expected that from the implementation of the Autonomous Maintenance the company already reaches positive results that will help the company to maintain its future cash flow while remaining competitive in the long run.

Keywords: Maintenance. Total productive maintenance. Planned Maintenance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura Hierárquica Organizacional.....	17
Figura 3 – Sistema de Prestação de Serviços da Manutenção	28
Figura 2 – Pilares do TPM.....	28
Figura 4 – Manutenção Produtiva Total	35
Figura 5 – Sete Passos da Manutenção Autônoma	42
Figura 6 – Etiquetas	44
Figura 7 – Planilha de inspeção diária do operador	52
Figura 8 – Planilha de inspeção semanal do operador	52
Figura 9 – Planilha de inspeção semanal Mecânico de Manutenção.....	53
Figura 10 – Planilha de inspeção Quinzenal Mecânico de Manutenção	53
Figura 11 – Planilha de inspeção Mensal Mecânico de Manutenção.....	54
Figura 12 – Planilha de inspeção Bimestral Mecânico de Manutenção	54
Figura 13 – Planilha de inspeção Trimestral Mecânico de Manutenção	55
Figura 14 – Planilha de inspeção Semestral Mecânico de Manutenção	55
Figura 15 – Planilha de inspeção Anual Mecânico de Manutenção	56
Figura 16 – Planilha de inspeção Bienal Mecânico de Manutenção	56
Figura 17 – Planilha de inspeção Bimestral Eletricista de Manutenção	57
Figura 18 – Planilha de inspeção Semestral Eletricista de Manutenção	57
Figura 19 – Planilha de inspeção Bienal Eletricista de Manutenção	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Determinação da Criticidade do Equipamento	48
Tabela 2 – Tabela Quebra / Falha.....	49
Tabela 3 – Tabela Grau de Utilização	50
Tabela 4 – Tabela de Perdas de Produto.....	50
Tabela 5 – Tabela de Reparos Mensais.....	51

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Número de Paradas de Máquina no Período de um Ano	36
Gráfico 2 – Tempo de Paradas de Máquina no Período de um Ano	37

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

5S	Programa de Qualidade
CNC	Comando Numérico Computadorizado
MTBF	Tempo Médio entre Falhas (<i>Mean Time Between Fails</i>)
MTTR	Tempo Médio de Recuperação (<i>Mean Time To Recovery</i>)
NF	Número de Falhas
OEE	Eficiência Geral do Equipamento
PDCA	Programa de Qualidade (<i>Plan Do Check Action</i>)
PQCDSM	Indicadores do Programa TPM
TF	Tempo de Falha
TOP	Tempo de Operação Prevista

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	18
1.2 PROBLEMA	18
1.3 OBJETIVOS	19
1.3.1 Objetivo Geral	19
1.3.2 Objetivo Específico	19
1.4 JUSTIFICATIVA	20
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	22
2 METODOLOGIA	23
3 EMBASAMENTO TEORICO	24
3.1 CONCEITOS DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL	24
3.2 TPM (<i>TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE</i>)	27
3.3 CONCEITOS DE 5S	29
3.4 AVALIAÇÃO DA MANUTENÇÃO PLANEJADA	30
4 DESENVOLVIMENTO	33
4.1 PROGRAMA 5S.....	33
4.2 PROGRAMA TPM.....	34
4.3 DETERMINANDO O EQUIPAMENTO PILOTO.....	36
4.4 PILAR TREINAMENTO E EDUCAÇÃO.....	38
4.4.1 Proposta de Treinamento	38
4.4.2 Proposta de Treinamento Área Mecânica.....	39
4.4.3 Proposta de Treinamento Área Elétrica	41
4.5 PILAR MANUTENÇÃO AUTÔNOMA.....	41
4.5.1 Preparação para Manutenção Autônoma	42
4.5.2 Limpeza e Inspeção.....	43
4.5.3 Identificação das Fontes de Sujeira	43
4.5.4 Elaboração de Padrões de Limpeza e Inspeção.....	44
4.5.5 Inspeção Geral do Equipamento.....	45
4.5.6 Inspeção Geral do Processo.....	46
4.5.7 Implantação do Controle Autônomo.....	46
4.6 PILAR MANUTENÇÃO PLANEJADA	46
4.6.1 Frequência de Quebra	49
4.6.2 Grau de Utilização	49
4.6.3 Perdas de Produto.....	50
4.6.4 Reparos Mensais	51
4.6.5 Planilhas de Manutenção Área Mecânica	51
4.6.6 Planilhas de Manutenção Elétrica.....	57
4.6.7 Avaliação da Manutenção Planejada.....	58

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS.....	61
APÊNDICE A - Ficha de Manutenção.....	63
APÊNDICE B - Ficha de Treinamento	65

1 INTRODUÇÃO

Manutenção é toda atividade que visa manter o equipamento em plenas condições de operação, de forma a garantir a confiabilidade dos processos, bem como a segurança das operações realizadas. Um planejamento estratégico de manutenção oferece as ferramentas necessárias para eficiência produtiva (MOTTER, 1992).

Historicamente o ser humano realiza atividades de manutenção, quando limpam, varrem, lavam, pintam. Todas essas atividades têm como objetivo manter em plenas condições de conservação e utilização dos objetos, utensílios domésticos e prédios residenciais, conseqüentemente, aumenta-se a vida útil deles.

De acordo com Motter (1992), a manutenção, embora inconsistente, sempre existiu, mesmo nas épocas mais remotas. Começou a ser conhecida com nome de “manutenção”, por volta do século XVII na Europa Central, junto com o advento do relógio mecânico, quando surgiram os primeiros técnicos em montagem e assistência.

No entanto, no âmbito industrial, esses impactos são altamente relevantes para o bem-estar financeiro da empresa, dando condições de competitividade no mercado. Porém, há empresas que não investem em programas de manutenção o que pode levá-las instabilidade financeira, por conta da ociosidade elevada de seus equipamentos e atrasos em seus prazos de entrega.

Este trabalho realiza um plano de gestão da manutenção para uma empresa de caráter familiar, que atua no setor metalúrgico, no município de São José dos Pinhais, que se encontra em uma crescente no volume de negócios e atualmente não possui um planejamento de manutenção. Essa empresa que a chamaremos de Empresa X, para manter a privacidade do seu nome, utiliza equipamentos específicos para realizar suas atividades cotidianas, sendo assim, difícil a terceirização de sua produção em caso de quebras ou paradas das máquinas.

A Manutenção Produtiva Total ou *Total Productive Maintenance* (TPM) é um programa de manutenção que visa à disponibilidade dos equipamentos, o treinamento dos operadores, bem como a participação de todos os setores da empresa no processo. Para Suzuki (1994), o TPM se apoia em oito pilares, bem fundamentados e orientados, objetivando a falha zero, defeito zero, perda zero,

aumento da disponibilidade dos equipamentos e a confiabilidade tanto dos equipamentos quanto dos processos. Os oito pilares são representados por:

- 1) Melhoria específica;
- 2) Manutenção Autônoma;
- 3) Manutenção Planejada;
- 4) Educação e Treinamento;
- 5) Controle Inicial;
- 6) Manutenção da Qualidade;
- 7) TPM nas Áreas Administrativas;
- 8) Segurança, Higiene e Meio Ambiente.

Os oito pilares são baseados nos seguintes princípios:

- a) Atividades que aumentam a eficiência do equipamento.
- b) Estabelecimento de um sistema de manutenção autônoma pelos operadores.
- c) Estabelecimento de um sistema planejado de manutenção.
- d) Estabelecimento de um sistema de treinamento objetivando aumentar as habilidades técnicas das pessoas.
- e) Estabelecimento de um sistema de gerenciamento do equipamento.
- f) Implantação de um sistema de controle de qualidade que vise um retorno para a equipe de manutenção.
- g) Estabelecimento de um sistema integrado de gestão, para que as áreas administrativas possam remanejar os recursos disponíveis.
- h) Estabelecimento de um sistema de gestão que propicie a segurança durante os processos e reduza ao máximo os impactos ambientais das suas atividades.

Sendo assim, para o sucesso desse programa em uma empresa é necessário à participação de todos os setores hierárquico da empresa, como mostra a Figura 1:

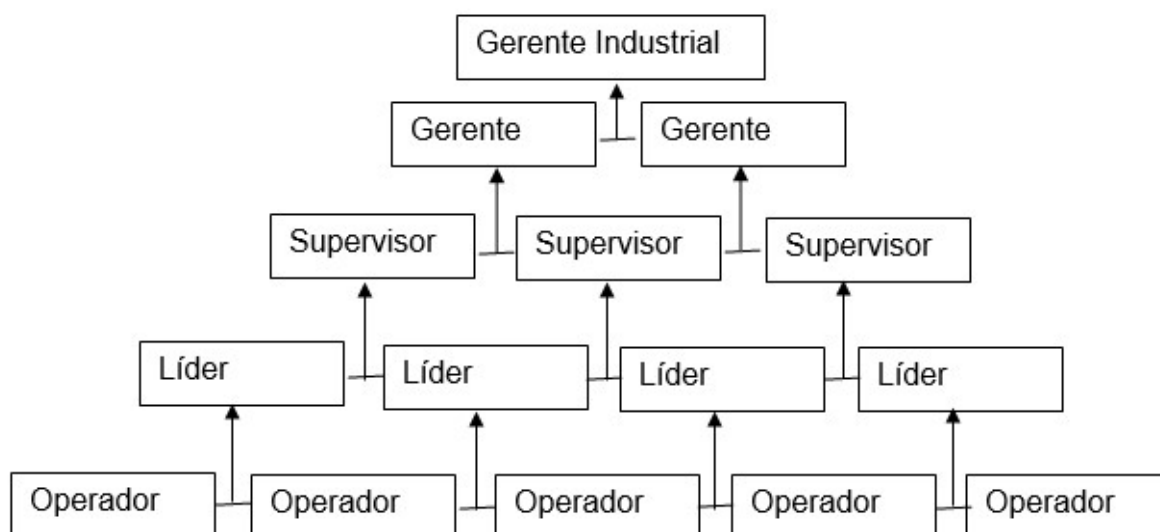


Figura 1 – Estrutura Hierárquica Organizacional
Fonte: Autoria Própria

A Figura 1 demonstra como normalmente está disposto o organograma da Empresa X, este organograma aparenta em pirâmide onde a base representa o chão de fábrica, o nível operacional e o topo a gerência que é responsável pelo planejamento e decisões estratégicas.

Esse processo de implementação do TPM é demorado, porém a partir da etapa de implementação do pilar de Manutenção Autônoma a empresa já começa a sentir efeitos positivos significativos. Os indicadores gerados pelo TPM são divididos em grupos, chamados de PQCDSM, cujo seus respectivos significados estão elencados a seguir, trazendo consigo os elementos mensurados.

P – Produtividade

- Aumento de produção por operário
- Aumento da disponibilidade operacional das máquinas

Q – Qualidade

- Redução do número de produtos defeituosos;
- Redução do número de reclamações internas e externas.

C - Custo

- Redução do custo da manutenção ao longo do tempo;
- Redução do volume estocado.

D - Entrega (*delivery*)

- Aumento do cumprimento de prazo.

S – Segurança

- Redução ou eliminação da poluição e de gastos com tratamento com poluentes.
- Redução ou eliminação dos acidentes de trabalho.

M – Moral

- Aumento do número de sugestões;
- Redução do absenteísmo.

Esses números devem ser tratados e analisados, pois serão balizadores para redirecionamento ou intensificações de ações dentro do processo.

1.1 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

TPM representa a reformulação da postura de toda a hierarquia de uma empresa passando pelos níveis de operação até os altos cargos de direção e, para que haja um resultado satisfatório é necessário à mudança do comportamento de todos, bem como a reorganização dos sistemas administrativos e produtivos. Esse trabalho visa elaborar um planejamento estratégico de manutenção para ser aplicado em uma empresa que atua no ramo metal mecânico na região metropolitana de Curitiba, busca-se utilizar conceitos do programa TPM durante tal planejamento.

1.2 PROBLEMA

Um plano de manutenção pode tornar os equipamentos e máquinas de uma empresa disponíveis por maiores períodos, aumentando as chances da produção de elementos conformes, diminuindo os tempos ociosos e contribuindo para o faturamento da empresa.

A falta de manutenção pode causar diversos problemas, desgaste prematuro de peças e acessórios, redução da vida útil, produção de baixa qualidade. Outro fator relevante são os possíveis acidentes de trabalho.

Equipamentos defeituosos podem gerar severos prejuízos para uma empresa caso ela não consiga cumprir os prazos e metas, algumas das quais

possuem multas de grande valor registradas em contrato e, isso pode comprometer a saúde financeira da empresa ou até mesmo levar a interrupção das atividades.

A concorrência cada vez mais forte e acentuada também é um fator a ser ponderado, pois uma empresa que possui equipamentos parados deixa de produzir aumentando seus custos tornando-se insustentável á longo prazo.

1.3 OBJETIVOS

Para se obter resultados positivos neste projeto, definiu-se o objetivo geral e, foram estabelecidas algumas metas intermediárias, o que se chamou de objetivos específicos, que são apresentados em seguida:

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um planejamento estratégico de manutenção utilizando conceitos do TPM.

1.3.2 Objetivo Especifico

- Levantamento das necessidades atuais;
- Avaliar o ambiente interno;
- Identificar os tipos de equipamentos e definir o mais adequado para implementar o plano de manutenção;
- Organizar o ambiente através do programa 5s;
- Elaboração de procedimentos para execução das atividades mantenedoras;
- Identificar as principais ameaças de falhas;
- Desenvolver um plano de manutenção Preventiva;
- Desenvolver um plano de manutenção Corretiva Planejada;
- Definir metas de produtividade e qualidade operacional.

1.4 JUSTIFICATIVA

O planejamento estratégico de manutenção, enquanto ferramenta de gestão, busca garantir a eficiência produtiva e qualidade nos processos industriais, uma vez que os equipamentos em perfeitas condições operacionais impedem que haja perda de tempo, gastos desnecessários, prejuízo com retrabalho, e desperdícios.

Para Motter (1992), organizar para corrigir é muito caro. Organizar para zerar defeitos é o certo. Organizar para a prevenção de erros é o desafio que todos devem estar capacitados a enfrentar. Toda vez que se fala em fazer certo pela primeira vez e cada vez melhor um dos conceitos de qualidade, significa dizer que, organizar um sistema produtivo onde a prevenção de erros é a meta principal.

Atualmente existem ferramentas voltadas à manutenção; várias delas possuem aspectos relevantes para determinado segmento, ou seja, confiabilidade, produtividade entre outros, considerando a necessidade do equipamento estar disponível por longos períodos e ser essencial no processo produtivo julgou-se mais adequada a Manutenção Produtiva Total, pois possui como objetivo principal a disponibilidade do equipamento.

Manutenção Produtiva Total (MPT) é um programa de manutenção que envolve conceitos de manutenção de equipamentos e instalações, que tem como objetivo aumentar a produção, ao mesmo tempo, a moral dos funcionários e a satisfação no ambiente de trabalho (MARQUES, 2003).

Por isso para a elaboração do planejamento da manutenção desenvolvida nesse trabalho, pretendeu-se contemplar as três grandes modalidades da manutenção (Preventiva, Preditiva, Corretiva), uma vez, que a Empresa X, apresenta apenas a manutenção corretiva de forma terceirizada, prejudicando a sua eficiência produtiva e comprometendo a sua viabilidade de negócio futuro.

Como o foco da TPM é manutenção preventiva participativa, deve-se minimizar as manutenções corretivas não planejadas para manter a fluidez das operações, não prejudicando o equilíbrio financeiro da empresa. Dessa forma, atender aos clientes com pontualidade, de modo a gerar uma confiança no mercado e, portanto, o fluxo de caixa futuro que manterá a empresa ativa.

“Há um erro muito comum nas empresas em considerar a manutenção uma matéria estática, exclusivamente técnica, e que seu desenvolvimento se restringe a incorporar novas tecnologias. Para essas empresas o desenvolvimento da manutenção deve ir a reboque das demandas operacionais ou dos novos investimentos. Controlam o orçamento da manutenção de maneira a incrementar o lucro imediato, colocando em risco a operacionalidade futura, portanto o fluxo de caixa que manterá a empresa ativa. (GURSKI, 2008).

Uma vez realizada a Manutenção Corretiva, o que muitas empresas erroneamente não fazem é a aplicação da técnica da Análise de Falha, à prática que oferece os melhores resultados para organização. Tal técnica consiste em se debruçar sobre o problema na tentativa de encontrar a causa raiz do mesmo, assim utilizando estas ferramentas, identificar e eliminar ou minimizar essas ocorrências.

A Manutenção Preventiva antecipa a iniciação de possíveis falhas nos equipamentos, se executadas as manutenções de rotina corretamente de acordo com o planejado, garante que o equipamento esteja sempre lubrificado de forma adequada, limpo e sem resíduo nas cavidades e ranhuras, com isso diminui as chances de falhas primárias.

A Manutenção Corretiva é o último estágio dentre os processos de manutenção, pois é a manutenção que contempla restaurar as condições iniciais de uma máquina ou equipamento, podendo ele ser preferencialmente planejada ou não planejada. A primeira categoria ocorre quando se percebe a possibilidade de problema maior num futuro próximo, como por exemplo, a correção de uma trepidação percebida no motor. Já, as não planejadas, geralmente ocorrem quando há uma avaria não esperada em algum componente do equipamento, como a quebra de uma peça, nesse caso a parada do equipamento é imediata e realizada a correção necessária.

Já a Manutenção Preditiva, é aquela pautada na verificação das atividades protocolares previamente estabelecidas, levando em consideração os planos de inspeção. De acordo com Nascif e Dorigo (2013) a Manutenção Preditiva é a que apresenta melhor relação custo benefício além de garantir que os equipamentos operem durante maior tempo sem intervenções. Assim, evita-se a manutenção corretiva não planejada e reduz a manutenção preventiva, substituindo-a, onde

possível e justificável pela manutenção preditiva. Por essa série de situações elencadas, faz-se necessário o planejamento da manutenção.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho foi dividido e organizado em cinco seções, que serão descritas a seguir:

Capítulo 1 - Introdução: apresenta-se o tema, as delimitações da pesquisa, o problema e a premissa, os objetivos da pesquisa, a justificativa, e a estrutura geral do trabalho.

Capítulo 2 – Metodologia: serão abordados os procedimentos metodológicos aplicados no trabalho.

Capítulo 3 – Embasamento Teórico: será abordado o conjunto de conceitos teóricos referenciados bibliograficamente, apresentando apreciações de manutenção industrial e TPM.

Capítulo 4 – Desenvolvimento: Será apresentado o planejamento de manutenção, a implementação dos programas 5S, TPM, determinando o equipamento piloto, treinamento e educação, manutenção autônoma e manutenção planejada.

Capítulo 5 – Considerações finais: será retomada a pergunta de pesquisa e os seus objetivos e apontado como foram solucionados, respondidos, atingidos, por meio do trabalho realizado.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa pode ser classificada de natureza aplicada, pois traz resposta a um problema real, elaborando um plano de manutenção para um equipamento industrial, ou seja, traz conhecimento específico para uma aplicação prática. Sendo predominantemente qualitativa, por se tratar de apenas um caso de estudo e planejamento, quanto aos objetivos específicos, são de caráter descritivo. No aspecto técnico se utilizou de pesquisas bibliográficas e documentais.

Para desenvolver o presente projeto foram adotados alguns passos estratégicos, dentre eles o levantamento bibliográfico que trará robustez na execução do planejamento a que se pretende.

Em um segundo momento será realizado visitas em campo na Empresa X, onde serão levantadas informações relevantes para a continuidade da elaboração do planejamento estratégico de manutenção que deverá conter informações para serem analisadas posteriormente.

Os dados serão classificados e organizados, buscando assim a identificação de qual será o equipamento que se utilizará como piloto para implementação do plano de manutenção.

Diante do material coletado, deve-se ainda estudar e tratar os dados ali presentes e iniciar o planejamento de fato, com a elaboração de fichas técnicas, que servirão de documentação dos equipamentos e darão suporte a definição de um protocolo para a execução dos passos a serem seguidos na manutenção.

A princípio irão catalogar-se os principais equipamentos apesar de o foco ser apenas em um equipamento o mesmo poderá ser replicado nos demais equipamentos similares, recolher documentação do mesmo, como manuais de instruções, para analisar as informações apresentadas pelo fabricante.

Por fim, elaborar um planejamento usando as técnicas e ferramentas do TPM, para o equipamento selecionado.

3 EMBASAMENTO TEORICO

É preciso compreender os fundamentos e conceitos sobre os quais está pautado o trabalho. Sendo isso imprescindível na resposta de questões como:

- O que é Manutenção preventiva, preditiva e corretiva?
- O que é TPM e sua estruturação elementar?
- Quais impactos da manutenção nos custos industriais?
- O que é 5S?

São questões que serão respondidas e esclarecidas nesse tópico.

3.1 CONCEITOS DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Para Motter (1992) Manutenção é um conjunto de técnicas e de organização capazes de conservar tão bem quanto novas, máquinas, instalações e edificações, durante o maior tempo possível, com máxima eficiência (limites a serem conquistados), tendo sempre em vista diminuir desperdícios, satisfazer e motivar tanto os que recebem como os que fazem manutenção.

Segundo Xenos (2004) formalmente, a manutenção é definida como a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida, ou seja, manter significa fazer tudo que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para as quais foi projetado, num nível de desempenho exigido.

Já a definição proposta por Farias (1994) para a Manutenção é manter os equipamentos em funcionamento como foram projetados, sendo que Kardec e Nascif (2009) definem o ato de manter ou manutenção industrial como garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalação de modo a atender a um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custos adequados.

Alguns autores divergem quanto à classificação dos tipos de manutenção, ou seja, para Siqueira (2005) muitos autores abordam os vários tipos de manutenção possíveis, que nada mais é do que as formas com que são encaminhadas as

intervenções nos instrumentos de produção. Observa-se que há um consenso, em torno da seguinte classificação:

- Manutenção Corretiva;
- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva;
- Manutenção Autônoma;

Porém Siqueira (2005) elenca outros dois métodos como fazendo parte do objetivo da manutenção sendo estes:

- Manutenção Proativa;
- Manutenção Detectiva;

Para Kardec e Nascif (2009) Os principais tipos de manutenção são:

- Manutenção Corretiva não Planejada;
- Manutenção Corretiva Planejada;
- Manutenção Preditiva;
- Manutenção Detectiva;
- Engenharia da Manutenção;

De acordo com Xenos (2004) podem existir diferentes maneiras de classificar os vários métodos de manutenção. A classificação utilizada pelo autor segue abaixo:

- Manutenção Corretiva
- Manutenção Preventiva
- Manutenção Preditiva
- Manutenção Produtiva

Como se nota as classificações dos autores são parecidas, alguns englobam mais de um tipo de manutenção dentro de um mesmo grupo, enquanto outros preferem fazer um grupo distinto. Apresenta-se a seguir uma comparação teórica das definições de sobre manutenção feita pelos seguintes autores Xenos (2004); Siqueira (2005); Nascif e Kardek (2009).

Segundo Xenos (2004) a **Manutenção Corretiva** sempre é feita depois que a falha ocorreu. Em princípio a opção por este método de manutenção deve levar em conta fatores econômicos: a pergunta que se deve fazer é a seguinte; é mais barato consertar uma falha do que tomar ações preventivas? A manutenção corretiva é uma boa opção? Logicamente não pode-se esquecer também, as perdas por paradas na produção, pois a manutenção pode acabar saindo muito mais cara.

Para Kardec e Nascif (2009) **Manutenção Corretiva** é a atuação para a correção da falha ou desempenho menor que o esperado, porém Siqueira (2005) coloca que a Manutenção Corretiva ou Reativa se destina a corrigir falhas que já tenham ocorrido.

Manutenção Preventiva para Xenos (2004) envolve algumas tarefas sistemáticas tais como, inspeções, reformas e trocas de peças principalmente. Para Siqueira (2005) têm o propósito de prevenir e evitar as conseqüências da falha. Segundo Kardek e Nascif (2009) é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado baseado em intervalos definidos de tempo.

Manutenção Preditiva para Xenos (2004) é a manutenção que permite aperfeiçoar a troca de peças ou reforma dos componentes e estender o intervalo de manutenção, pois possibilita prever quando a peça ou componente estar próximo do seu limite de vida. Siqueira (2005) define Manutenção Preditiva como sendo a busca pela previsão ou antecipação da falha, medindo parâmetros que indiquem a evolução de uma falha a tempo de serem corrigidas. Segundo Kardek e Nascif (2009) é a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática.

Manutenção Produtiva para Xenos (2004) é a manutenção que pode ser entendida como a melhor aplicação dos diversos métodos de manutenção, visando a otimizar os fatores econômicos da produção, garantindo a melhor utilização e maior produtividade dos equipamentos e com o custo mais baixo. A manutenção produtiva abrange todas as etapas do ciclo de vida do equipamento desde a sua especificação até o sucateamento, e leva em consideração os custos de manutenção e a produtividade do equipamento ao longo do seu ciclo de vida. Para Siqueira (2005) é a manutenção que objetiva garantir a melhor utilização e maior produtividade dos equipamentos.

Dentro da variação das classificações Kardek e Nascif (2009) definem Manutenção Detectiva como sendo a atuação efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção.

Manutenção Produtiva Total pode também ser denominada como Manutenção Autônoma por alguns autores, pois, Viana (2002) cita que muitos profissionais da área de manutenção defendem que a Manutenção Autônoma, por si

só, não é um tipo de manutenção, configurando-se no máximo como um dos alicerces do TPM (*Total Productive Maintenance*). Se considerar que há um planejamento e programação para realização do serviço por parte dos operadores, temos uma atividade mantenedora presente e efetiva no organismo da empresa. Daí sua caracterização como tipo de manutenção, influenciando decisivamente na política de manutenção a ser encaminhada por uma empresa.

3.2 TPM (*TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE*)

TPM (ou MPT) é um programa de manutenção que envolve o conjunto de todos os empregados da organização, desde a alta administração até os trabalhadores da linha de produção. Segundo Mirshawka (1994) a TPM abrange todos os departamentos incluindo-se:

- Manutenção;
- Operação;
- Transportes e outras facilidades;
- Engenharia de Projetos;
- Engenharia de Planejamento;
- Engenharia de Construção;
- Estoques e Armazenagem;
- Compras;
- Finanças e Contabilidade;
- Gerência da Instalação (segurança).

O diagrama a seguir (Figura 2) foi retirado da obra Nascif (2013) *Manutenção Orientada para Resultados*, esse diagrama ilustra de maneira bastante clara a idéia que demonstra como a manutenção transita entre os diversos departamentos de uma empresa.



Figura 2 – Sistema de Prestação de Serviços da Manutenção
 Fonte: Nascif (2013)

Através do diagrama nota-se como a manutenção está interligada com todos os setores de uma empresa, sendo de fundamental importância para a continuidade das atividades desenvolvidas.

O TPM é um programa que visa à redução de perdas através do pleno funcionamento do equipamento, deixando o índice de falhas e quebras próximo à zero.

Para Suzuki (1994), o programa possui oito pilares de atuação cada um deles deve ser abordado de maneira própria e após todos aplicados devem funcionar em conjunto, a Figura 02 apresenta a descrição dos pilares.

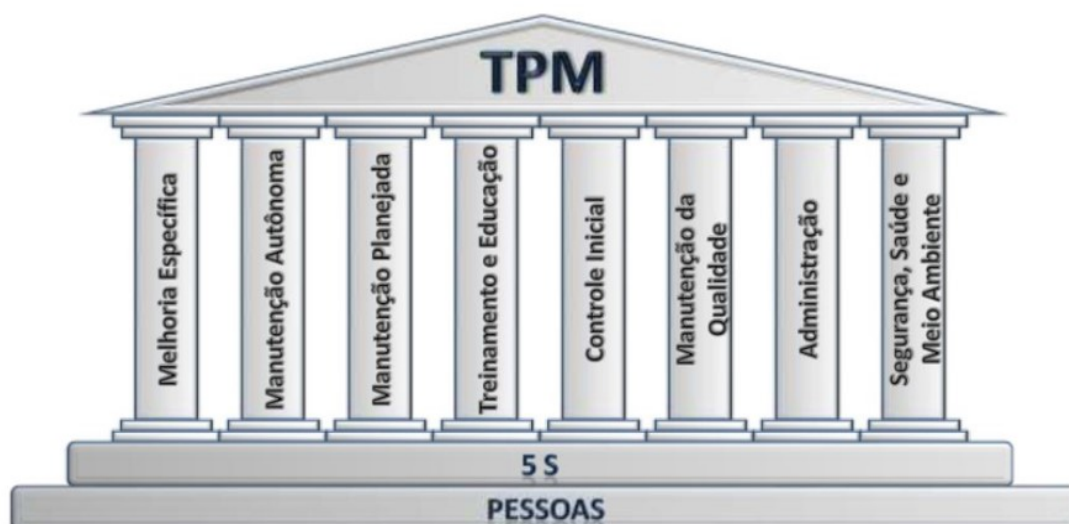


Figura 3 – Pilares do TPM
 Fonte: Autoria Própria

Na Figura pode-se notar que cada pilar tem sua função específica que em conjunto formam o TPM.

O TPM necessita de ferramentas auxiliares para ser eficaz dentre elas pode-se destacar o programa 5S ferramenta de qualidade, o mesmo consiste em organizar, racionalizar e padronizar os recursos.

De acordo com Suzuki (1994), dentro do método TPM uma das manutenções que se destaca é denominada manutenção autônoma. Já Nakajima (1989), estabelece que a Manutenção Autônoma baseia-se na melhoria da eficiência dos equipamentos e a capacidade dos operadores em fazer pequenas inspeções e reparos, assumindo a paternidade sobre a máquina que trabalha, dentro do enfoque: da minha máquina cuido eu, a fim de manter os equipamentos e processos conforme, antecipando-se às falhas. Para implementar a Manutenção Autônoma é preciso que os operadores sejam treinados em cada passo do processo, sempre fiscalizados por algum líder, que deverá avaliar se as ações estão de acordo com o esperado, em caso positivo deverá avançar ao próximo passo de implementação.

3.3 CONCEITOS DE 5S

O programa surgiu da necessidade em racionalizar recursos no pós guerra japonês, é composto pelos chamados cinco sentidos denominados:

- SEIRI – Senso de Utilização
- SEITON – Senso de Organização
- SEISO – Senso de Limpeza
- SEIKETSU – Senso de Padronização
- SHITSUKE – Senso de Disciplina

A descrição de cada S para Mirshiwka e Olmedo (1994) está a seguir.

SEIRI é o ato de separar os objetos necessários dos que são desnecessários, dando um destino para aqueles que não são mais úteis. O resultado esperado é liberação de espaço; liberação de objetos para outros usuários; redução do tempo de procura e eliminação do desperdício.

SEITON é o ato de ordenar as coisas necessárias de acordo com a facilidade de acessá-las, levando em conta a frequência de utilização o tipo e peso do objeto e

uma sequência lógica já praticada. Os resultados são redução do stress, agilização de acesso aos objetos e informações; otimização do tempo; prevenção de incêndio.

SEISO é o ato de eliminar a sujeira, inspecionando para descobrir e eliminar as fontes de problemas, procurando o “não sujar”. A limpeza deve ser encarada como uma oportunidade de inspeção e reconhecimento do ambiente. Para tanto é de fundamental importância que a limpeza seja feita pelo próprio usuário do ambiente ou operador da máquina/equipamento. Os resultados são eliminação da fadiga do equipamento; prevenção de quebras e acidentes; melhoria do ambiente de trabalho; redução/eliminação de desperdícios; mudança no comportamento e nos hábitos; prevenção de incêndio.

SEIKETSU é o ato de conservar a higiene física e mental, tendo o cuidado para que os estágios da organização, ordenamento e limpeza, já alcançados não retrocedam. Os resultados são eliminação do stress das pessoas; padronização dos processos; melhoria da qualidade; redução/eliminação de condições inseguras.

SHITSUKE é o ato de cumprir rigorosamente o que foi estabelecido pelo grupo. Os resultados são espírito de equipe “sinergia”; previsibilidade dos processos; eliminação da fiscalização; autodisciplina; confiabilidade dos dados de controle; redução/eliminação de atos inseguros; consolidação do 5S.

3.4 AVALIAÇÃO DA MANUTENÇÃO PLANEJADA

Para avaliar o desempenho do pilar da Manutenção Planejada podem-se utilizar indicadores universais, MTBF, MTTR e OEE, descritos a seguir:

Os indicadores MTBF e o MTTR são indicadores usados há mais de 60 anos no setor industrial, são ferramentas bastante eficientes para a gestão da manutenção e para a gestão financeira de uma indústria. Possibilitam gerar um diagnóstico mais preciso sobre o que vem sendo feito na manutenção dos ativos da empresa.

Segundo Kardec e Nascif (2009) o MTBF gera indicadores de medidas básicas de confiabilidade de um sistema, pois com ele podemos ter dados estatísticos que podem ser trabalhados no processo de melhorias a serem implantadas. Sendo o MTBF calculado por:

$$\text{MTBF} = (\text{TOP} - \text{TF}) / \text{NF}$$

Onde:

MTBF > Tempo Médio entre Falhas (*Mean Time Between Fails*);

TOP > Tempo de operação prevista;

TF > tempo de falhas;

NF > Número de falhas.

Já o MTTR analisa a eficiência nas ações corretivas durante esse período de análise, assim o calculamos da seguinte forma:

$$\text{MTTR} = \text{TTPF} / \text{NF}$$

Onde:

MTTR > Tempo Médio de Recuperação (*Mean Time to Recovery*);

TTPF > Tempo Total das Paradas das Falhas;

NF > Número de falhas.

Diante dos resultados gerados por esses dois indicadores pode gerar ainda um terceiro indicador, que traz informações relevantes sobre as condições apresentadas por esses ativos, bem como as ações planejadas para que se pudessem manter as condições de utilização. Esse terceiro indicador é a disponibilidade do equipamento, que pode ser obtida através da equação abaixo.

$$\text{DISPONIBILIDADE} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

Porém, devem-se considerar outros fatores para a análise, pois a disponibilidade do equipamento pode ser alta, contudo o fator de qualidade não acompanhar esse mesmo desempenho, afinal não há empresa no mundo que deseje ter uma boa disponibilidade do equipamento sem que se tenha qualidade ou performance do mesmo, para isso deve-se entender o OEE “Overall Equipment Effectiveness” ou eficiência Geral do Equipamento.

Para o cálculo do OEE basta utilizar a seguinte fórmula:

$$\text{OEE} = \text{Fator Disponibilidade} \times \text{Fator Performance} \times \text{Fator Qualidade} \times 100\%$$

Sendo:

Fator de Disponibilidade = tempo total disponível / tempo total planejado

Fator Qualidade = Qtde peças produzidas – qtde refugo – qtde retrabalho / Quantidade de peças produzidas

Fator de Performance = Quantidade de Peças Produzidas / Quantidade a serem produzidas

Fator de disponibilidade = Período de Produção / Período de Produção + Tempo de Paradas

De acordo com Nakajima (1989), a OEE medirá a eficiência do equipamento e não do operador, mas, como contempla a disponibilidade, qualidade e desempenho do equipamento trarão dados relevantes da produção para as áreas administrativas, não há uma norma de como utilizar os dados fornecidos pelo OEE, cada empresa define as ações que deverão ser tomadas a partir do conhecimento desses indicadores. Porém, são dados bastante robustos para iniciar o trabalho de planejamento de melhorias.

4 DESENVOLVIMENTO

Durante o desenvolvimento do trabalho se analisou a situação da manutenção empregada na Empresa X, escolheu-se um equipamento modelo para desenvolver o planejamento de manutenção.

Foram definidos os passos da implementação conforme os itens que seguem:

- Programa 5S;
- Programa TPM;
- Determinando o equipamento piloto;
- Pilar Treinamento e Educação;
- Pilar Manutenção Autônoma;
- Pilar Manutenção Planejada.

4.1 PROGRAMA 5S

De uma reunião com os gestores da empresa, definiu-se um cronograma de implantação e as responsabilidades de cada encarregado de setor para iniciar os procedimentos necessários para implementar a estratégia 5S.

O primeiro passo foi definido como sendo o SEIRI Senso de Utilização; ficou definido que todo material que não fosse classificado como equipamento seria retirado para um novo ambiente onde serão classificados e reorganizados. Caso os mesmos sejam considerados obsoletos, fora do prazo de validade ou mesmo sem utilização seriam descartados ou vendidos. Os itens considerados convenientes para o processo produtivo deveriam ser catalogados, etiquetados e organizados em um espaço comum quando utilizados em diversas máquinas e equipamentos.

Nesse ponto aparece a necessidade de um almoxarifado onde seja restringida a entrada da maior parte das pessoas cabendo apenas ao gestor de cada setor a retirada de material, mantendo-se assim controle sobre a quantidade de cada item. Ficou definido que uma planilha deve ser alimentada todos os dias inserindo data de retirada de materiais, devolução, quebras entre outros que possam servir de indicadores. Isso servira para compras antecipadas de insumos ou até mesmo para análise da Engenharia de Manutenção.

Depois de efetuado o SEIRI, em segundo ficou definido a aplicação do SEITON onde os itens não transferidos, logo após serem classificados e catalogados seriam reorganizados próximo aos equipamentos de maneira que os mais utilizados estejam próximos e os menos utilizados distantes e, para tal definiu-se que seriam necessárias prateleiras para alocar os itens obedecendo ao grau de utilização, pois, dessa forma, diminuirá o tempo de deslocamento do operador. Caso seja um item comum para mais de uma máquina o operador deverá fazer a requisição ao seu supervisor.

Logo após, como terceiro passo, uma campanha educativa deve ser lançada para atingir o SEISO visando salientar que todos são responsáveis pela limpeza e conservação dos insumos, máquinas, equipamentos e ambiente de trabalho, propiciando melhor estética visual e desta forma um ambiente mais agradável para desenvolver as atividades laborais.

O quarto passo será a aplicação do SEIKETSU este deverá ser implantado imediatamente como a utilização de uniformes padrões. A parte que se refere aos processos deverá ser implantada gradualmente, os processos deveram ser descritos em fluxogramas e caberá a cada gestor de setor desenvolver os processos que são executados. Os processos comuns a todos os funcionários deverão ser afixados em um quadro no setor e ser seguido pelos colaboradores.

Nesse último ponto a disciplina de seguir os processos, denominada SHITSUKE será realizada de forma intuitiva pelos colaboradores, pois todos devem saber em quais processos estão envolvidos, claro, nesse ponto também será possível o incremento de sugestões para melhoria do processo que não será abordada nesse trabalho denominada ciclo PDCA ou ciclo de melhoria continua.

4.2 PROGRAMA TPM

Devido à complexidade do programa, primeiramente deve-se determinar quais são os principais e mais urgentes pilares a serem aplicados, considerando às características da empresa. Neste caso como não se possui nada relacionado à manutenção nesta empresa optou-se por utilizar inicialmente os seguintes pilares:

- Manutenção Autônoma,
- Manutenção Planejada e,

- Treinamento e Educação.

Os demais pilares podem ser aplicados posteriormente, pois se trata de melhorias específicas de engenharia no próprio equipamento e administração. Como não há um plano de manutenção em vigor na empresa, não faz sentido tentar implantar um plano de melhorias, mas sim começar pelos pilares que contemplam a organização, treinamento e produção, pois desta forma são gerados indicadores que propiciaram a implementação dos demais pilares do TPM.

Na Figura 4 está representada a interligação de todos os pilares do TPM tornando visível a importância da participação de todos os setores dentro da organização.

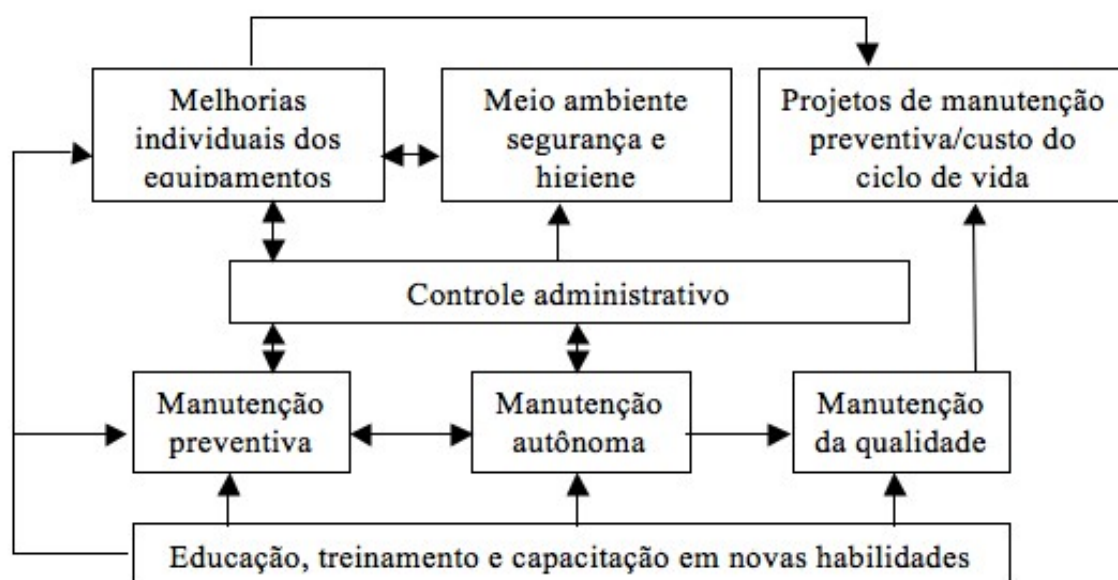


Figura 4 – Manutenção Produtiva Total
Fonte: Autoria Própria

O fluxograma deixar claro como todos os setores estão interligados, em princípio o ponto mais importante é o treinamento, educação e capacitação, pois a partir deles pode-se realizar os procedimento de manutenção, logo após gerar indicadores através do controle administrativo. Em seguida pode-se retornar ao equipamento para efetuar melhorias, tanto no aspecto mecânico quanto na segurança de operação.

4.3 DETERMINANDO O EQUIPAMENTO PILOTO

Para eleger o equipamento mais adequado no desenvolvimento do plano de manutenção, consideraram-se alguns fatores relevantes, tais como, tempo de parada dos equipamentos no último ano e número de paradas nesse mesmo período. Por falta de histórico dos equipamentos, limitou-se apenas a esses indicadores.

Diante desses dados pode-se estabelecer um comparativo para os principais equipamentos da empresa, é válido ressaltar que uma vez feito o plano para um equipamento, este poderá ser replicado para os demais, cuidando com alguns ajustes necessários, pois cada máquina possui características a serem respeitadas. No gráfico a seguir (Gráfico 1) é apresentado um comparativo entre o número de paradas dos principais equipamentos de produção.

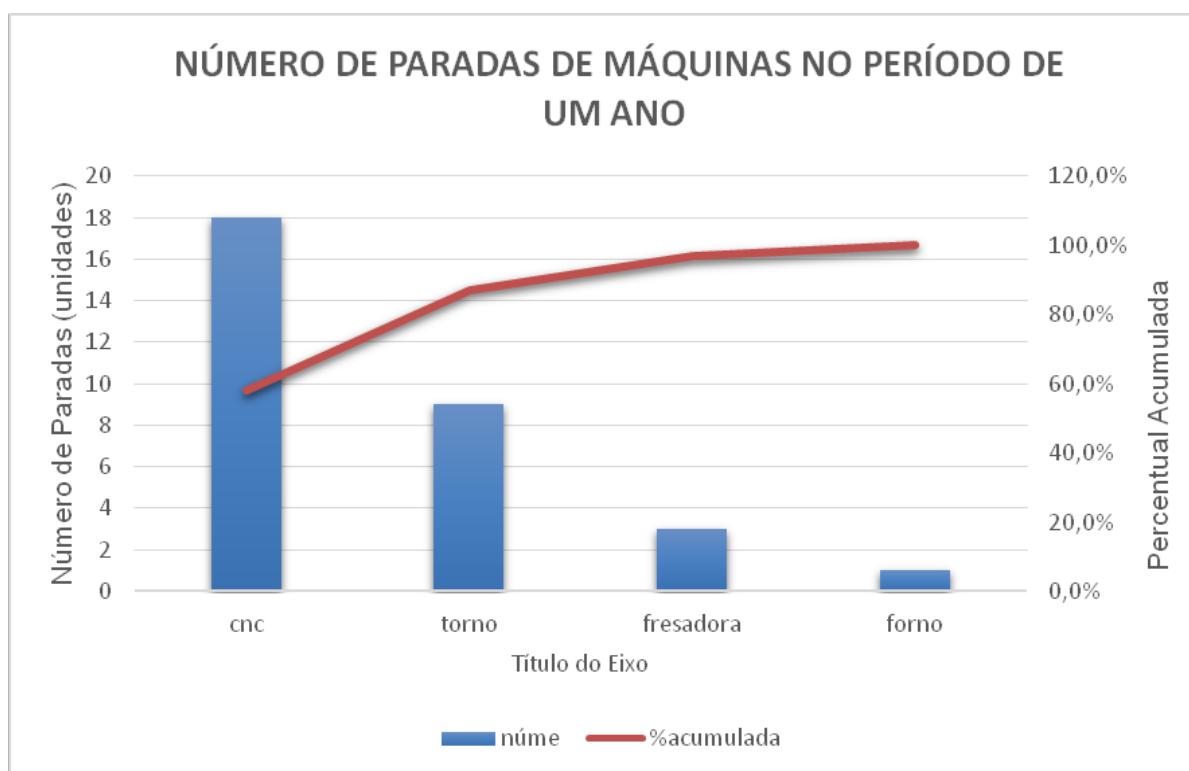


Gráfico 1 – Número de Paradas de Máquina no Período de um Ano
Fonte: Autoria Própria

No Gráfico nota-se a curva em laranja indicando os percentuais acumulados das falhas ocorridas nos diversos equipamentos dos principais processos realizados na empresa, essa curva demonstra de forma clara os pontos críticos, a coluna Y a

esquerda do Gráfico 1 representa o número de ocorrências nas máquinas, enquanto a coluna da direita representa os percentuais acumulados.

Com essas informações foi gerado o diagrama de Pareto para melhor analisar esses dados, o método de Pareto é uma importante ferramenta para análises administrativas, pois usando a lei do 80-20, permite-se que o administrador visualize com maior facilidade onde estão concentrados a maior parte das causas que geram os problemas, por isso da escolha desse método. Percebe-se que o equipamento que mais teve paradas foi o CNC (Gráfico 1), no entanto, utilizou-se também um outro indicador, para melhor eleger o equipamento sobre o qual será elaborado o planejamento.

Os tempos de parada de máquinas no período de um ano foram indicados no Gráfico 2 apresentado a seguir:

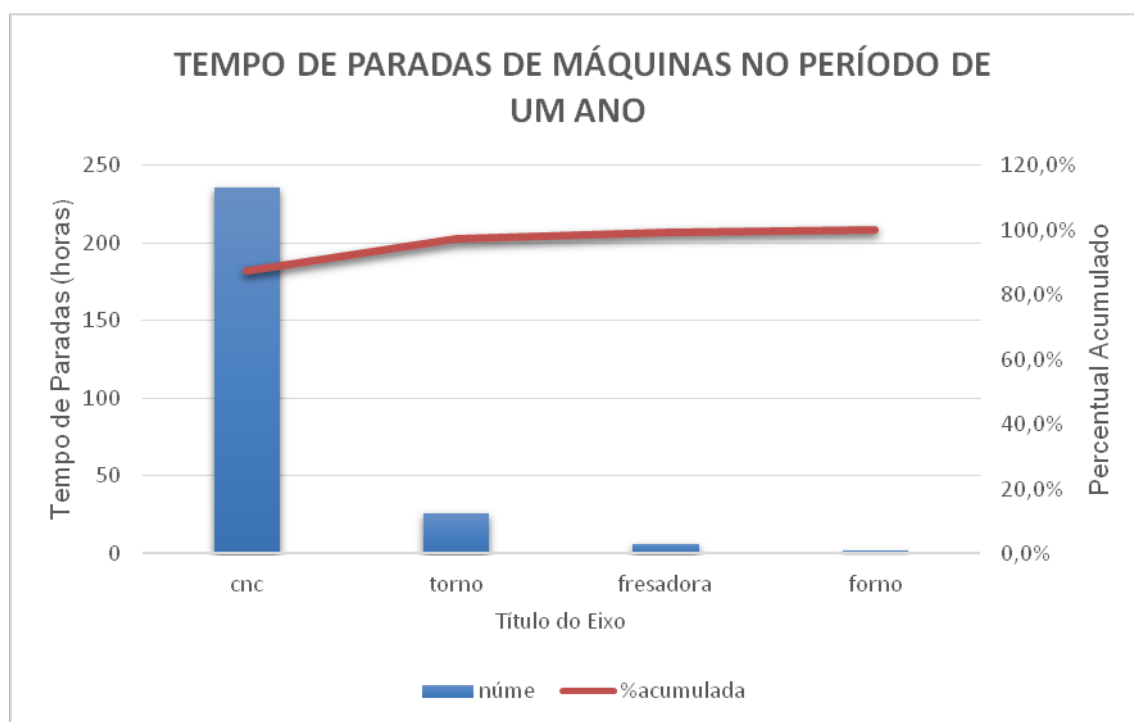


Gráfico 2 – Tempo de Paradas de Máquina no Período de um Ano
Fonte: Autoria Própria

A curva laranja no Gráfico 2 indica o percentual de horas acumuladas pelos equipamentos, sendo a coluna a esquerda o número de horas e a direita o percentual acumulado. Nota-se que o CNC, acumulou 87% dos tempos destinados a manutenções não planejadas entre as máquinas, confirmando a sua escolha para a efetivação do trabalho. Para os diretores da empresa esse é o equipamento que

representa mais tempo de atividade e julgam como crucial dentro da sua linha produtiva, o que corrobora com os indicadores aqui analisados.

4.4 PILAR TREINAMENTO E EDUCAÇÃO

Logo após a implantação do 5S primeira etapa a ser aplicada com previsão de término em Dezembro de 2018, teoricamente as pessoas envolvidas já possuirão o senso de disciplina e padronização facilitando essa parte do processo.

O engajamento deve partir da alta direção até os níveis operacionais. Assim a campanha deverá ser divulgada para todos na empresa através de panfletos, reuniões e fixação de painéis com os objetivos do programa. Como piloto, um único equipamento que deverá ser expandido para os demais no decorrer do tempo. Nesse ponto os resultados do projeto-piloto devem ser apresentados aos gestores e demais funcionários, isso deve provar que não apenas o equipamento melhorou sua produtividade mais sim como o mesmo se tornou mais fácil e simples de operar. A ideia é cativar as pessoas a aderirem de forma espontânea se acreditar que tornará as suas atividades mais prazerosas.

O treinamento será mensal e deve incluir itens de segurança, operação do equipamento, mecânica, elétrica básica. O departamento de qualidade será responsável por ministrá-los agendando datas e convidando profissionais para capacitar os operadores.

Primeiramente o treinamento será interno, ou seja, caberá aos gestores determinarem quais são os itens mais relevantes a serem ministrados. Inicialmente a sugestão seria treinamento para preencher a documentação necessária e manutenção básica preventiva descrita com detalhes em um tópico posterior. No Apêndice A segue o modelo de ficha de treinamento que deve ser preenchida pelos envolvidos no treinamento. Lembrando que cada funcionário treinado pode atuar como um disseminador de conhecimento.

4.4.1 Proposta de Treinamento

Como sugestão entende-se que se deve priorizar o conhecimento prévio do operador, desta forma pautar o conteúdo para o seu nível intelectual, ou seja, evitar

treinamentos complexos com termos e práticas que não fazem sentido para o mesmo, o treinamento deve ser simples e direto.

4.4.2 Proposta de Treinamento Área Mecânica

Em princípio a mecânica deve ser a parte com maior ênfase, pois é uma parte do equipamento que sofre desgaste constante, por isso deve ser priorizado. Abaixo se pontua alguns dos possíveis tópicos a serem relevados na manutenção realizada operador:

- Limpeza da Máquina;
- Inspecionar as guias do barramento;
- Verificação do reservatório do sistema de lubrificação;
- Lubrificação dos mancais;
- Lubrificação do contra ponto;
- Verificar estado do filtro de ar pneumático;
- Lubrificação da placa auto-centrante;
- Verificação do nível de óleo da bomba de lubrificação do cabeçote;
- Verificação do nível de óleo da caixa de velocidade;
- Verificação do nível de óleo e funcionamento da caixa de embreagem;
- Verificação do nível de óleo do sistema pneumático.

Outros itens podem ser incluídos de acordo com as habilidades do operador, mas devem prioritariamente ser executados por um mecânico de manutenção, esses seguem abaixo:

- Verificar o estado das correias do motor;
- Inspecionar o estado e tensão das correias da caixa de velocidade;
- Inspecionar os limpadores de cavaco;
- Verificar se os fusos de esferas estão sendo lubrificados;
- Controlar o nível de óleo do transportador de cavaco;
- Inspecionar e controlar o estado e tensão da correia eixo Z;
- Inspecionar e controlar o estado e tensão da correia eixo X;

- Verificar se não há cavacos engripando a placa auto-centrante;
- Inspecionar as tubulações de lubrificação das porcas dos fusos dos eixos X e Z;
- Controlar a pressão da unidade hidráulica;
- Verificar o nivelamento para que o dreno funcione; corretamente.
Limpar o filtro com ar comprimido;
- Limpar o reservatório de óleo refrigerante;
- Inspecionar a regulagem das réguas cônicas do eixo X;
- Trocar o óleo da caixa de embreagem e trocar o filtro;
- Limpeza da chave seletora e lubrificação geral da torre;
- Trocar o óleo do cabeçote;
- Trocar o óleo da caixa de velocidade;
- Verificar o nivelamento da máquina;
- Trocar o óleo da unidade hidráulica;
- Verificar o ajuste da folga axial do eixo-árvore;
- Verificar os rolamentos do motor principal observando ruídos, vibração e aquecimento;
- Inspeção geral no redutor do transportador de cavaco;
- Revisão geral da torre.

Apesar de esses itens serem mais complexos na sua execução podem ser atribuídos ao operador, pois não se dispõe de um mecânico de manutenção permanente. Isso deve ser determinado levando em conta as habilidades e conhecimento a critério dos gestores.

O Apêndice B apresenta um exemplo de modelo de atividades que devem ser desenvolvidas, o modelo pode servir tanto para treinamento bem como para orientação nos casos onde os intervalos entre as manutenções são mais longos.

A montagem e descrição do documento de manutenção de cada item anterior estão exemplificadas no Apêndice A. Esse documento deve ser elaborado com o acompanhamento de um técnico de manutenção de preferência fotografando todas as etapas e descrevendo as mesmas de forma simples e sucintas assim o operador

seguirá o procedimento passo a passo se orientando pelas imagens e descrição do que deve ser executado.

4.4.3 Proposta de Treinamento Área Elétrica

A elétrica deve ser um item abordado posteriormente, pois normalmente o operador não conhece os componentes eletroeletrônicos dificultando o processo de aprendizado e assimilação dos itens a serem verificados.

Inicialmente o operador deve apenas acompanhar o trabalho do eletricista de manutenção, caso se sinta seguro poderá desenvolver alguns itens a seguir no futuro.

- Inspeccionar comutador, escovas e taco gerador dos servos motores eixo X e Z;
- Inspeccionar os servos motores dos eixos X e Z observando sinais de sobre aquecimento (secagem e ranhuras na impregnação e verniz);
- Inspeccionar as conexões elétricas (fixação dos conectores e reaperto);
- Desmontagem de todos os motores e servos motores para inspeção geral.

Como não se possui um eletricista de manutenção permanente essas atividades devem ser terceirizadas e executadas conforme a manutenção foi planejada.

4.5 PILAR MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

Para a implementação da **manutenção autônoma** é preciso seguir alguns passos. Neste trabalho elencaram-se sete passos, serão apresentados na Figura 5.

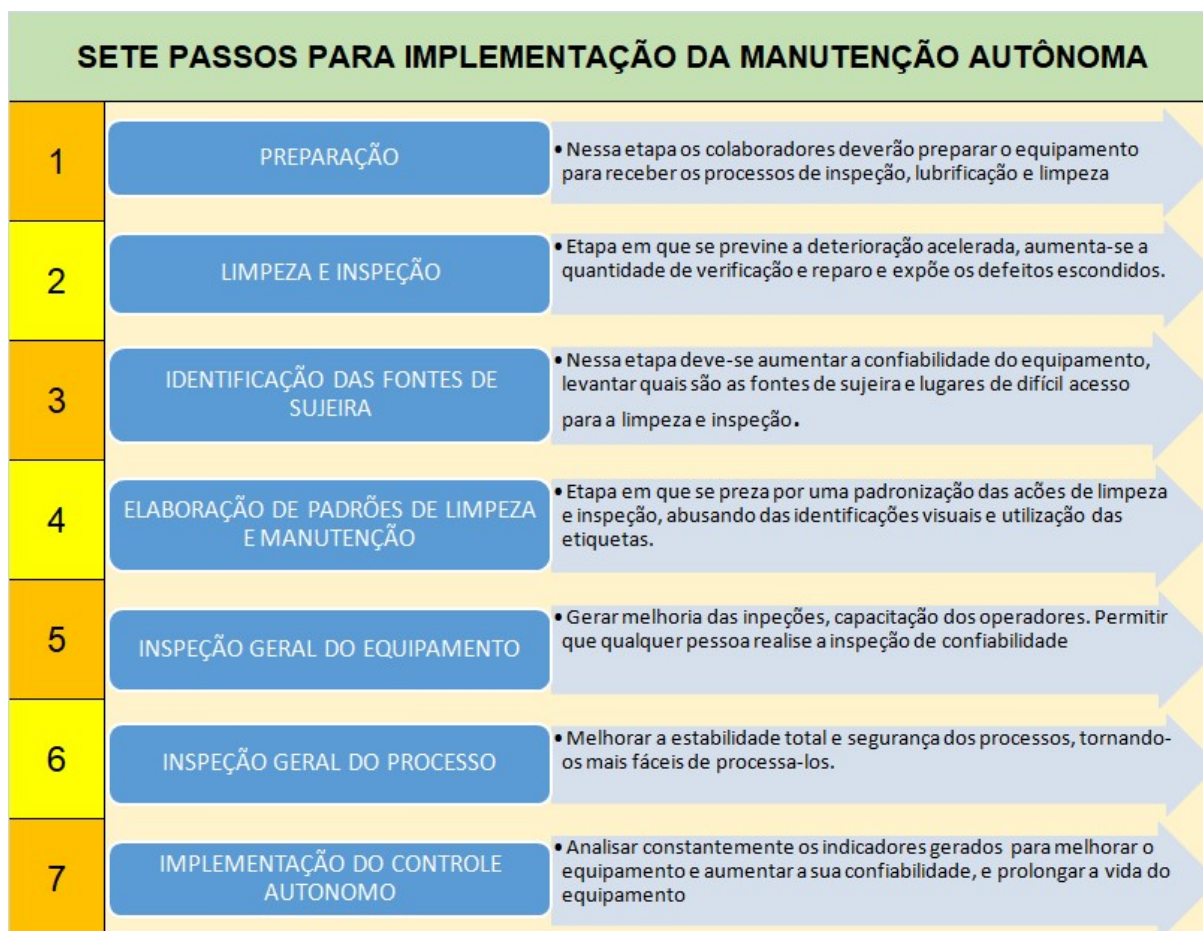


Figura 5 – Sete Passos da Manutenção Autônoma
Fonte: Autoria Própria

A Figura 05 apresenta os passos que devem ser seguidos para aplicação da manutenção autônoma. Com a determinação dos passos a serem seguidos e definição das ações que deverão ser tomadas em cada um pode-se iniciar a elaboração do planejamento da manutenção autônoma.

4.5.1 Preparação para Manutenção Autônoma

Nesse passo o operador deverá realizar a limpeza do equipamento (CNC), realizar a limpeza prévia significa fazer uma inspeção superficial no equipamento, verificar se há vazamentos de óleo, verificar se há ruídos indesejáveis, trepidações, verificar se há sujeiras nas ranhuras capazes de contaminar os materiais que ali serão trabalhados, verificar se há dificuldades de acessar alguns compartimentos para a realização da inspeção e limpeza. Esse operário deverá imediatamente anotar na ficha de inspeção, para que medidas cabíveis sejam tomadas pelo seu

supervisor ou coordenador. O empenho do coordenador é essencial, porém se não houver a participação dos outros setores da empresa podendo este ser a manutenção, compras ou engenharia, os resultados não serão satisfatórios. Essa etapa deverá ser realizada por qualquer operador desse setor, por isso a importância de sua capacitação adequada.

4.5.2 Limpeza e Inspeção

Na limpeza, inspeção e lubrificação os operários deverão realizar inspeções mais elaboradas e aprofundadas, trazendo a tona problemas até então invisíveis, para isso deve-se desmontar algumas partes mais trabalhosas do equipamento, (transmissão, motores, torre etc.), para que reparos mais profundos sejam realizados, lembrando que somente os operadores devidamente capacitados deverão realizar esses reparos e sempre que possível passar esses conhecimentos para os mais novos. Assim, a meta é prevenir deteriorações mais aceleradas e melhorar a qualidade das inspeções.

4.5.3 Identificação das Fontes de Sujeira

Nesse passo o operador deverá se atentar em quais são as fontes que originam a sujeira e quais são os locais do equipamento com maior dificuldade de acesso e acúmulo de resíduos.

Essas sujeiras podem ser de ordem interna, como limalha, cavacos e rebarbas produzidos em processos anteriores, ou podem ser de ordem externa como poeira proveniente do próprio ambiente de trabalho ou de ambiente externo ao da estação de trabalho. Essas observações podem auxiliar numa possível adequação do CNC, da estação de trabalho ou até mesmo dos processos realizados nesse equipamento, com a finalidade de melhorar os tempos de limpeza e diminuir as suas frequências.

4.5.4 Elaboração de Padrões de Limpeza e Inspeção

Devem-se estabelecer métodos e normas a serem seguidos pelos colaboradores na execução da limpeza, inspeção e lubrificação. Esse planejamento deve ser realizado em conjunto com as equipes de engenharia, segurança do trabalho e manutenção. Pois ao realizar a Lição de Um Ponto¹, exemplificado no Apêndice A, as máquinas, em especial o CNC em questão, deverão ter em locais visíveis imagens, fotografias ou desenhos técnicos simplificados, mostrando ao operador o que realmente deve ser feito nesses aspectos, para que os mesmos sigam um padrão nas suas ações de inspeção, limpeza e lubrificação.

Tais normas são de extrema importância durante o processo, pois irão estabelecer padrões a serem seguidos, evitando que cada operador, sobretudo os mais novos realizem as atividades, possibilitando o aumento da segurança nessas atividades.

Como ferramenta auxiliar a técnica nesse passo, implementou-se o uso de etiquetas indicativas para as necessidades das ações de manutenção, conforme se podem visualizar na Figura 06 a seguir:

The image shows two maintenance tags side-by-side. The left tag is blue and labeled 'OPERAÇÃO' at the bottom. The right tag is red and labeled 'MANUTENÇÃO' at the bottom. Both tags have a similar layout with the following fields:

- ETAPA:** A row of seven numbered buttons (1-7).
- PRIORIDADE:** Three buttons labeled A, B, and C.
- ETIQUETA N°:** A field for the tag number.
- DATA:** A field for the date (___/___/___).
- ENCONTRADA POR:** A field for the person who found the issue.
- EQUIPAMENTO:** A field for the equipment name.
- DESCRIÇÃO DA ANOMALIA:** A large text area for describing the anomaly.

Both tags have a large, semi-transparent 'TPM2' watermark across the middle.

Figura 6 – Etiquetas

Fonte: Autoria Própria inspirado em (NAKAJIMA, 1989)

¹ Lição de um ponto: Técnica que consiste em facilitar a assimilação e prática de uma determinada atividade utilizando-se desenhos como descrições em apenas uma folha de papel, (NAKAJIMA 1989)

Como forma complementar, desenvolveu-se as etiquetas da Figura 6, onde a azul deverá ser usado pelo operador para indicar que alguma anomalia foi detectada naquele equipamento. A cor azul indica que essa manutenção deverá ser realizada pelo próprio operador no momento da manutenção autônoma, devendo o operador que corrigir tal anomalia retirar e descartar a etiqueta imediatamente. Já as etiquetas vermelhas, indicarão que o problema é mais grave, devendo ser reparado pela equipe técnica da manutenção, o técnico que fizer o reparo deverá repassar esse conhecimento de como efetuar o reparo para aquele tipo de anomalia para o operador, para que este no futuro possa executar essa ação, sem que seja necessária a presença do técnico. Porém, ao realizar esse reparo o executor da tarefa deverá retirar a etiqueta do equipamento e repassar ao gestor para gerar indicativos para tomada de decisões.

4.5.5 Inspeção Geral do Equipamento

Tendo completado os primeiros três passos (Limpeza e Inspeção, Identificação das fontes de Sujeira, Elaboração de padrões de Limpeza e Inspeção) onde o operador apenas fazia a limpeza, aprendia como fazer a limpeza de forma correta e eficiente, agora o operador passa a ter mais intimidade com o equipamento que está operando. Nesse passo, o operador receberá treinamentos adequados para conseguir solucionar as anomalias detectadas, o responsável pela área técnica capacitará cada um dos operadores, ensinando como desmontar esse ou aquele subsistema, para que esses possam realizar os devidos reparos. A documentação do Apêndice A, pode ser utilizada como referência sempre que necessário para cada procedimento de manutenção.

Se feito dessa forma, melhora-se a confiabilidade e elimina-se a deterioração forçada, permitindo que qualquer pessoa realize a inspeção geral através da introdução dos controles visuais. Porém os operadores em especial o responsável pelo setor (líder), devem ter aprendido em sua preparação conteúdos como:

- Estruturas das partes do equipamento e suas funções;
- Avaliação de anomalias;
- Tratamento das anomalias;

- Retransmissão do conhecimento entre lideranças e liderados;
- Entender a utilidade das informações coletadas durante a inspeção geral.

4.5.6 Inspeção Geral do Processo

Para a inspeção geral do processo, há a necessidade de que o líder esteja acompanhando as operações da manutenção autônoma, pois assim poderá e deverá solicitar correções nos processos que julgar ineficientes, devendo sempre estar atento nos tempos tomados em cada uma das etapas, quer seja de limpeza, inspeção ou reparo, para que se atinja a confiabilidade não só nos equipamentos, mas também nos processos.

Devem ser adotadas medidas que facilitem a observação dos itens inspecionados, verificar se as pessoas treinadas estão realmente capacitadas para a execução das tarefas a elas designadas, observar se os operadores realmente entenderam a importância das suas funções nesse processo, bem como se estão realizando corretamente as suas atividades. Pois com essas informações coletadas, há de se tomar decisões para uma possível reorientação das atividades planejadas.

4.5.7 Implantação do Controle Autônomo

Ao chegar nesse último passo, indica que os seis passos anteriores foram desenvolvidos com sucesso, assim esse sistema de controle deverá ser alimentado com indicadores trazidos do chão de fábrica, e esses indicadores deverão ser analisados constantemente pelos supervisores e gerentes, para que se tomem decisões corretivas ao longo do processo, visando sempre à melhoria da confiabilidade e o prolongamento da vida dos equipamentos.

4.6 PILAR MANUTENÇÃO PLANEJADA

A manutenção planejada consiste em desenvolver métodos e meios baseados nos critérios tempo médio entre falhas, tempo de parada de máquina, criticidade do equipamento. Atualmente a filosofia de utilizar uma máquina até que a

mesma apresente uma falha ou quebra está ultrapassada. Apesar da maioria das empresas ainda utilizarem essa metodologia, seja por desconhecimento de outro método ou por não conhecerem os benefícios da manutenção planejada tanto no aspecto financeiro quanto no planejamento da produção. Os benefícios da manutenção planejada são perceptíveis, pois até mesmo as manutenções corretivas são programadas, desta forma pode-se garantir a disponibilidade do equipamento, consequentemente prazos de entrega e a lucratividade do negócio.

Todo equipamento necessita de manutenção, seja ele simples ou complexo. A partir do momento em que se implanta um Plano de Manutenção a tendência, é que defeitos e problemas antes cotidianos diminuam até chegarem próximo do ótimo.

No TPM a Manutenção Planejada é considerada o principal pilar, pois garante a condição de utilização de um determinado equipamento.

Em uma fábrica com diversos equipamentos e uma equipe reduzida de mantenedores se devem determinar critérios para cada tipo de equipamento e eleger quais são mais relevante para o processo produtivo. Cada empresa deve elencar quais critérios são importantes para sua condição atual e classificar as máquinas de acordo com sua criticidade, desta forma pode-se determinar quais tipos de manutenções devem ser aplicadas, corretiva, preventiva, preditiva e detectiva, pois devido à quantidade limitada de recursos muitas vezes torna-se inviável a aplicação da manutenção preditiva e detectiva em todos os equipamentos. Abaixo se utilizou os seguintes critérios para estabelecer a criticidade dos equipamentos a pontuação varia de acordo com a importância da atividade desenvolvida como segue:

- Grau de Utilização;
- Perdas de Produto;
- Frequência de Quebras;
- Reparos no Mês;

De posse dos critérios preestabelecidos determina-se a pontuação de cada equipamento como apresentado na Tabela 1.

Baseado na avaliação de cada equipamento atribui-se notas de acordo com seu grau de importância no processo produtivo de acordo com as classificações descritas a seguir:

- Categoria A = Equipamento que requer a máxima atenção em todos os processos de manutenção.
- Categoria B = Requer atenção mais não necessita de todos os tipos de manutenção.
- Categoria C = Apenas as manutenções de rotina são suficientes.

Tabela 1 – Determinação da Criticidade do Equipamento

Pontuação de Acordo com a Criticidade do Equipamento			
	A = >75	B = <75 e >40	C = < 40
Grau de Utilização	Alta 30	Média 20	Baixa 10
Perdas do Produto	Alta 30	Média 20	Baixa 10
Frequência de Quebras	Alta 30	Média 20	Baixa 10
Reparos no Mês	Alta 30	Média 20	Baixa 10
Soma			
A somatória determina o nível de criticidade do equipamento			

Fonte: Autoria Própria

Seguindo esses critérios podem-se determinar quais equipamentos receberam manutenções do tipo detectivas e preditivas por se tratar de métodos mais caros e especializados. Nesse trabalho não se aplicou esses dois tipos de manutenção por se considerar que ainda falta o alicerce da manutenção básica mais devem ser implantados no decorrer do programa.

4.6.1 Frequência de Quebra

A análise de frequência de quebra deve ser realizada para compreender e entender a situação real do equipamento para tal deve-se criar uma lista de quebras e falhas a critério dos gestores da manutenção que impliquem em gerar indicadores atuais, desta forma pode-se traçar uma meta de redução dos valores encontrados em um determinado período de tempo a Tabela 02 demonstra um exemplo de aplicação.

Tabela 2 – Tabela Quebra / Falha

Tabela Quebra / Falha	
Tempo	Pontuação
Entre 6h e 8h	30
Entre 4h e 6h	20
Até 4h	10

Fonte: Aatoria Própria

Quando determinado os níveis de tempo para cada tipo de quebra é possível gerar o indicador que determina os equipamentos mais propícios a intervenções constantes, obviamente essa prática ainda não pode ser adotada nesse trabalho, pois se trata apenas de um único equipamento, mas que no futuro deve ser utilizada em todas as máquinas a fim de estabelecer e direcionar as intervenções com mais critério.

4.6.2 Grau de Utilização

Para indicador grau de utilização estabeleceu-se uma pontuação baseando-se nos tempos de utilização do equipamento na linha de produção, pois a depender desses valores pode-se compreender quais os equipamentos que impactam diretamente na cadeia produtiva da empresa, a Tabela a seguir mostra como foi designado essa pontuação.

Tabela 3 – Tabela Grau de Utilização

Tabela Grau de Utilização	
Tempo	Pontuação
Entre 6h e 8h	30
Entre 4h e 6h	20
Até 4h	10

Fonte: Aatoria Própria

A pontuação gerada na Tabela 3 servirá de indicativo que irá compor a matriz de criticidade do equipamento.

4.6.3 Perdas de Produto

Para estabelecer critérios de pontuação para perdas de produto, utilizou-se o número de produtos mensais não conforme com valores indicados na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4 – Tabela de Perdas de Produto

Tabela Perdas de Produto	
Unidades Mensais	Perda de Produto
Acima de 3	30
Entre 2 e 3	20
Até 1	10

Fonte: Aatoria Própria

A pontuação gerada na Tabela 4 servirá de indicativo que irá compor a matriz de criticidade do equipamento.

4.6.4 Reparos Mensais

Na busca de gerar pontuação para o número de reparos mensais, a ser utilizado na determinação da criticidade do equipamento, apontou-se o número de intervenções realizadas como demonstrado na Tabela 5 a seguir:

Tabela 5 – Tabela de Reparos Mensais

Tabela de Reparos Mensais	
Nº Intervenções	Pontuação
Acima de 3	30
Entre 1 e 3	20
Até 1	10

Fonte: Autoria Própria

A pontuação gerada na Tabela 4 servirá de indicativo que irá compor a matriz de criticidade do equipamento.

4.6.5 Planilhas de Manutenção Área Mecânica

As planilhas foram definidas de acordo com a necessidade temporal e recomendação do fabricante assim ficou definida que as intervenções devem ser realizadas de forma diária, semanal, quinzenal, mensal, bimestral, semestral, anual e bienal tanto pelo operador como pelo mecânico de manutenção as Figuras seguintes, numeradas de 7 até 16 determinam as atividades que devem ser desenvolvidas. O tempo de manutenção deverá ser determinado após a primeira manutenção obviamente com o operador e mecânico devidamente treinados.

As Figuras devem ficar disponíveis próximas às máquinas para serem preenchidas adequadamente, pois futuramente serão utilizadas para fornecer indicadores de intervalos entre as manutenções e confiabilidade do equipamento.

Logotipo	PLANILHA DE INSPEÇÃO DIÁRIA OPERADOR				
Operador:	Data: 00/00/0000	Nº Equip:	Sim	Não	Não Aplicável
Tempo:	5 minutos	Anomalia Dia Anterior Foi resolvida			
A inspeção deve ser executada no início do turno de trabalho					
Item		OK	Ñ OK	Resp.	
1	A máquina está limpa			Operador	
2	Guias do Barramento sem riscos e limpadores de cavaco perfeitos			Operador	
3	Nível de Óleo Sistema Central está no nível correto			Operador	
4	Nível de Óleo Unidade Hidráulica está no nível correto			Operador	
5	Os mancais do eixo Z estão Lubrificados			Operador	
6	Contra ponto está lubrificado			Operador	
Observações:					

Figura 7 – Planilha de inspeção diária do operador

Fonte: Autoria Própria

Logotipo	PLANILHA DE INSPEÇÃO SEMANAL OPERADOR				
Operador:	Data: 00/00/0000	Nº Equip:	Sim	Não	Não Aplicável
Tempo:	5 minutos	Anomalia Semana Anterior Foi resolvida			
A inspeção deve ser executada no início do turno de trabalho					
Item		OK	Ñ OK	Resp.	
1	Lubrificar Placa Auto-Centrante			Operador	
2	Verificar óleo e bomba do Cabeçote			Operador	
3	Verificar nível de óleo da caixa de velocidade			Operador	
4	Verificar nível de óleo da bomba da caixa de embreagem			Operador	
5	Verificar o nível de óleo do sistema pneumático			Operador	
Observações:					

Figura 8 – Planilha de inspeção semanal do operador

Fonte: Autoria Própria

Logotipo	PLANILHA DE INSPEÇÃO SEMANAL MECÂNICO DE MANUTENÇÃO				
Mecânico:	Data: 00/00/0000	Nº Equip:	Sim	Não	Não Aplicável
Tempo:	5 minutos	Anomalia Semana Anterior Foi resolvida			
A inspeção deve ser executada entre turnos					
Item		OK	Ñ OK	Resp.	
1	Verificar a tensão e estado das correias do motor			Mecânica	
2	Verificar a tensão e estado das correias da caixa de velocidade			Mecânica	
Observações:					

Figura 9 – Planilha de inspeção semanal Mecânico de Manutenção
Fonte: Autoria Própria

Logotipo	PLANILHA DE INSPEÇÃO QUIZENAL MECÂNICO DE MANUTENÇÃO				
Mecânico:	Data: 00/00/0000	Nº Equip:	Sim	Não	Não Aplicável
Tempo:	5 minutos	Anomalia Quinzena Anterior Foi resolvida			
A inspeção deve ser executada entre turnos					
Item		OK	Ñ OK	Resp.	
1	Inspecionar os limpadores de cavaco			Mecânica	
2	Verificar se os fusos de esferas estão lubrificados			Mecânica	
3	Controlar o nível de óleo do transportador de cavaco			Mecânica	
4	Inspecionar e controlar o estado e tensão da correia eixo Z			Mecânica	
5	Inspecionar e controlar o estado e tensão da correia eixo X			Mecânica	
Observações:					

Figura 10 – Planilha de inspeção Quinzenal Mecânico de Manutenção
Fonte: Autoria Própria

Logotipo	PLANILHA DE INSPEÇÃO MENSAL MECÂNICO DE MANUTENÇÃO				
Mecânico:	Data: 00/00/0000	Nº Equip:	Sim	Não	Não Aplicável
Tempo:	5 minutos	Anomalia Mês Anterior Foi resolvida			
A inspeção deve ser executada entre turnos					
Item		OK	Ñ OK	Resp.	
1	Verificar se não há cavaco engripando a placa auto-centrante			Mecânica	
2	Inspecionar as tubulações das porcas dos fusos dos eixos X e Z			Mecânica	
3	Controlar a pressão da Unidade Hidráulica 25kgf			Mecânica	
4	Verificar o nivelamento do ar para que o dreno funcione corretamente, limpar o filtro com ar comprimido			Mecânica	
5	Limpar o reservatório de óleo refrigerante			Mecânica	
Observações:					

Figura 11 – Planilha de inspeção Mensal Mecânico de Manutenção
Fonte: Autoria Própria

Logotipo	PLANILHA DE INSPEÇÃO BIMESTRAL MECÂNICO DE MANUTENÇÃO				
Mecânico:	Data: 00/00/0000	Nº Equip:	Sim	Não	Não Aplicável
Tempo:	5 minutos	Anomalia Bimestre Anterior Foi resolvida			
A inspeção deve ser executada entre turnos					
Item		OK	Ñ OK	Resp.	
1	Inspecionar a regulagem das réguas cônicas eixo X			Mecânica	
2	Trocar o óleo da caixa de embreagem e o filtro			Mecânica	
Observações:					

Figura 12 – Planilha de inspeção Bimestral Mecânico de Manutenção
Fonte: Autoria Própria

Logotipo	PLANILHA DE INSPEÇÃO TRIMESTRAL MECÂNICO DE MANUTENÇÃO				
Mecânico:	Data: 00/00/0000	Nº Equip:	Sim	Não	Não Aplicável
Tempo:	5 minutos	Anomalia Trimestre Anterior Foi resolvida			
A inspeção deve ser executada entre turnos					
Item		OK	Ñ OK	Resp.	
1	Limpeza da chave seletora e lubrificação geral da torre			Mecânica	
Observações:					

Figura 13 – Planilha de inspeção Trimestral Mecânico de Manutenção
Fonte: Autoria Própria

Logotipo	PLANILHA DE INSPEÇÃO SEMESTRAL MECÂNICO DE MANUTENÇÃO				
Mecânico:	Data: 00/00/0000	Nº Equip:	Sim	Não	Não Aplicável
Tempo:	5 minutos	Anomalia Semestre Anterior Foi resolvida			
A inspeção deve ser executada entre turnos					
Item		OK	Ñ OK	Resp.	
1	Trocar o óleo do cabeçote			Mecânica	
2	Trocar óleo da caixa de velocidade			Mecânica	
3	Verificar o nivelamento da Máquina			Mecânica	
Observações:					

Figura 14 – Planilha de inspeção Semestral Mecânico de Manutenção
Fonte: Autoria Própria

Logotipo	PLANILHA DE INSPEÇÃO ANUAL MECÂNICO DE MANUTENÇÃO				
Mecânico:	Data: 00/00/0000	Nº Equip:	Sim	Não	Não Aplicável
Tempo:	5 minutos	Anomalia Ano Anterior Foi resolvida			
A inspeção deve ser executada entre turnos					
Item		OK	Ñ OK	Resp.	
1	Trocar óleo da unidade hidráulica			Mecânica	
2	Verificar o ajuste da folga axial do eixo - árvore			Mecânica	
3	Verificar rolamentos do motor principal observando ruídos Vibração e Aquecimento			Mecânica	
4	Verificar rolamentos dos servos motores dos eixos X e Z Observando ruído vibração e aquecimento			Mecânica	
Observações:					

Figura 15 – Planilha de inspeção Anual Mecânico de Manutenção
Fonte: Autoria Própria

Logotipo	PLANILHA DE INSPEÇÃO BIENAL MECÂNICO DE MANUTENÇÃO				
Mecânico:	Data: 00/00/0000	Nº Equip:	Sim	Não	Não Aplicável
Tempo:	5 minutos	Anomalia Biênio Anterior Foi resolvida			
A inspeção deve ser executada entre turnos					
Item		OK	Ñ OK	Resp.	
1	Inspeção geral no redutor do transportador de cavaco			Mecânica	
2	Revisão geral da torre			Mecânica	
Observações:					

Figura 16 – Planilha de inspeção Bienal Mecânico de Manutenção
Fonte: Autoria Própria

4.6.6 Planilhas de Manutenção Elétrica

A seguir, as Figuras de 17 a 22 determinam-se os períodos das intervenções na área elétrica. Como se tratam de manutenções com periodicidade mais longa bimestral, semestral e anual podem ser terceirizadas a critério dos gestores.

Logotipo	PLANILHA DE INSPEÇÃO BIMESTRAL ELETRICISTA DE MANUTENÇÃO				
Eletricista:	Data: 00/00/0000	Nº Equip:	Sim	Não	Não Aplicável
Tempo:	5 minutos	Anomalia Bimestre Anterior Foi resolvida			
A inspeção deve ser executada entre turnos					
Item			OK	Ñ OK	Resp.
1	Inspeccionar comutador, escovas e tacogerador dos servomotores Eixos X e Z				Elétrica
Observações:					

Figura 17 – Planilha de inspeção Bimestral Eletricista de Manutenção
Fonte: Autoria Própria

Logotipo	PLANILHA DE INSPEÇÃO SEMESTRAL ELETRICISTA DE MANUTENÇÃO				
Eletricista:	Data: 00/00/0000	Nº Equip:	Sim	Não	Não Aplicável
Tempo:	5 minutos	Anomalia Semestre Anterior Foi resolvida			
A inspeção deve ser executada entre turnos					
Item			OK	Ñ OK	Resp.
1	Inspeccionar os servos-motores dos eixos X e Z observando se não Há sinais de sobre aquecimento				Elétrica
2	Inspeccionar as conexões elétricas (conectores e reaperto)				Elétrica
Observações:					

Figura 18 – Planilha de inspeção Semestral Eletricista de Manutenção
Fonte: Autoria Própria

Logotipo	PLANILHA DE INSPEÇÃO BIENAL ELETRICISTA DE MANUTENÇÃO				
Eletricista:	Data: 00/00/0000	Nº Equip:	Sim	Não	Não Aplicável
Tempo:	5 minutos	Anomalia Biênio Anterior Foi resolvida			
A inspeção deve ser executada entre turnos					
Item		OK	Ñ OK	Resp.	
1	Desmontar todos os motores e servos- motores para inspeção			Elétrica	
Observações:					

Figura 19 – Planilha de inspeção Bienal Eletricista de Manutenção
Fonte: Autoria Própria

4.6.7 Avaliação da Manutenção Planejada

Estabelecido o planejamento da manutenção com os seus devidos fluxogramas e critérios implementados, deve-se agora avaliar os resultados obtidos durante um período de implementação, analisando os dados e elaborando indicadores para tomada de decisões referente ao planejamento em exercício. Há de se avaliar ainda os benefícios trazidos com as reduções de custos com a manutenção.

Para correta avaliação, orientou-se a utilização dos indicadores universais MTBF, MTTR e OEE apresentados na sessão 3.4 desse trabalho, como forma de balizar as tomadas de decisões por parte dos administradores.

Essa avaliação deve ser feita bimestralmente e confrontada com a avaliação anterior desta maneira pode-se redirecionar os recursos disponíveis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho deixa clara a importância da manutenção dentro do processo produtivo, pois torna os ativos da empresa disponíveis por mais tempo, possibilitando à empresa se tornar competitiva no mercado. O programa de otimização apoia-se em três dos oito pilares do TPM, que auxiliam na organização da empresa objetivando o comprometimento de todos na busca da quebra zero, falha zero e perda zero.

No planejamento proposto nesse trabalho de conclusão de curso, contemplou os pilares, Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada, Treinamento e Educação do programa TPM encontrados em Suzuki (1994), sendo esses os mais viáveis no presente momento, segundo avaliação dos autores. Para essa escolha levou-se em consideração a viabilidade financeira da implementação futura, lembrando sempre que a Manutenção Preventiva excessiva pode desvirtuar os objetivos traçados, pois se tornam bastante dispendiosas.

Para a execução do planejamento, avaliou-se o ambiente interno e concluiu-se que a forma de manutenção ali empregada era ineficiente, sem geração de histórico dos equipamentos, sem indicadores de quebra, falhas, anomalias, impossibilitando um controle adequado de gestão dos equipamentos e do estoque de reposição de peças, pois não era conhecida qual a criticidade dos equipamentos para o direcionamento das tarefas de manutenção.

Aplicaram-se as ferramentas de gestão administrativa para identificar com clareza qual o equipamento que apresentava maior indisponibilidade, por consequência maiores prejuízos financeiros na produção, essa ferramenta escolhida foi o Diagrama de Pareto por ser bastante conhecida e aplicada nos meios industriais. Esse diagrama baseia-se na lei 80/20 onde indica que geralmente 80% dos problemas se concentram em apenas 20% das causas. Essa ferramenta dá o devido respaldo para a escolha do equipamento CNC ECN-40I que apresentou 60% do número de parada entre máquinas e um valor de 87% do tempo de parada. Seguindo os dados apresentados foi determinado o equipamento prioritário dentro da situação atual.

Como proposto inicialmente nesse trabalho utilizaram-se conceitos básicos do TPM para o planejamento, sendo assim indicou-se a necessidade de organizar

primeiramente a empresa aplicando a ferramenta 5S para preparar o ambiente e cultura da empresa para receber o TPM. Após essa estruturação poderá ser implementado o planejamento de Manutenção Autônoma, baseado na necessidade de Manutenção Preventiva com baixo custo e alto retorno em médio prazo.

Porém para que a Manutenção Autônoma traga resultados satisfatórios é preciso que haja a capacitação adequada dos operadores para executar com eficiência os serviços de limpeza, inspeção e lubrificação do equipamento referido. Para tal, estabeleceram-se os padrões de execução das referidas atividades, utilizando sistema de etiquetagem e Planilhas de Controle de Manutenção diário, semanal, quinzenal, mensal, bimestral, semestral, anual e bienal.

Sugeriu-se que no momento da execução da Manutenção Autônoma fosse dada ênfase a utilização de imagens normatizadoras, tornando qualquer pessoa capaz e apta a executar a inspeção geral, para atingir esses objetivos que foram estabelecidos nos itens “Treinamento e Educação” e “Manutenção Planejada” treinamentos definidos como adequados para serem aplicados aos operadores.

Também foi contemplada a Manutenção Planejada, com ações incisivas no equipamento piloto, tais ações todas padronizadas através de planilhas que orientaram o operador ou técnico a efetuarem as tarefas, sem que as pessoas realizem as atividades quando julguem necessárias.

Por fim, conclui-se que mesmo estando em fase de implementação, devido ao curto prazo para a conclusão desse trabalho e ao longo prazo de implementação do planejamento, espera-se que seguindo esse plano de otimização a empresa deverá sentir efeitos significativos positivos a partir do terceiro passo da implantação da Manutenção Autônoma.

Sabe-se que é um processo de organização da empresa e por isso deverá ser lento e constante contando com a colaboração e participação de todos dentro da organização empresarial, mas, que ajudará a empresa a manter o seu fluxo de caixa futuro, mantendo-se competitiva no longo prazo.

Depois de aplicado o programa piloto para o equipamento CNC citado durante o trabalho, tanto gestores quanto operadores terão adquirido a cultura de Manutenção, dessa forma facilitando replicar o programa para os demais equipamentos da empresa, obedecendo às características particulares de cada um e realizando as adaptações necessárias para cada máquina.

REFERÊNCIAS

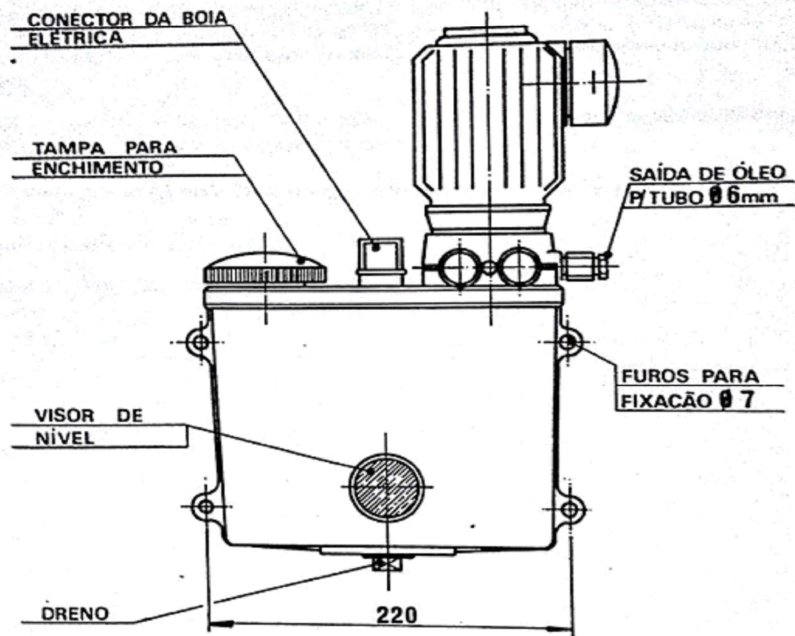
- FARIA, J. G. A. **Administração de Manutenção**. São Paulo: Edgard Blucher, 1994.
- GURSKI, Carlos Alberto; RODRIGUES, Marcelo. **Planejando Estrategicamente a Manutenção**. Rio de Janeiro, Out 2008. Disponível em:
<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_sto_080_610_10863.pdf>
Acesso Jul. 2017
- KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: Função Estratégica**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009.
- MARQUES, F.T.M et al. **Sistemas de Controle de Manutenção**. Itajubá: UNIFEI, 2003.
- MIRSHAWKA, Victor; OLMEDO, Napoleão L. **TPM á Moda Brasileira**. São Paulo: Mcgraw-hill, 1994.
- 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.
- PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio de Aquino Nascif. **Manutenção: Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.
- 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.

APÊNDICE A - Ficha de Manutenção

Verificação do reservatório do sistema de lubrificação Central		
Data: 10/05/2018	Responsável: Anderson	Revisão: 01
Itens Necessários : Não aplicável		
DESCRIÇÃO DO PROCEDIMENTO: Verificar o nível de óleo do reservatório caso o reservatório esteja abaixo do nível mínimo (IMAGEM 1) completar com óleo ONG 68.		
 <p>The diagram shows a hydraulic pump reservoir. It features a central pump unit with a motor. On the left side, there is a float switch connector labeled 'CONECTOR DA BOIA ELÉTRICA'. Below it is a filling cap labeled 'TAMPA PARA ENCHIMENTO'. A level gauge labeled 'VISOR DE NÍVEL' is positioned on the front. At the bottom, there is a drain labeled 'DRENO'. On the right side, there is an oil outlet labeled 'SAÍDA DE ÓLEO / TUBO Ø 6mm'. Four mounting holes are labeled 'FURROS PARA FIXAÇÃO Ø 7'. A dimension line at the bottom indicates a width of 220.</p>		
Imagem 1, Bomba Hidráulica		
Observações:		

APÊNDICE B - Ficha de Treinamento

Logo da empresa		LISTA DE TREINAMENTO	
			DATA:
LOCAL:			
SETOR:		HORÁRIO:	CARGA HORÁRIA:
TEMA DO CURSO/TREINAMENTO:			
DESCRIÇÃO DO TREINAMENTO			
Nº	Nome Completo	Assinatura do participante	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			