

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO AMAZONAS
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

PATRICIA ALVES DA SILVA

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA AS
MÁQUINAS DE USINAGEM DO LABORATÓRIO DE ESTUDOS DO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO AMAZONAS – IFAM**

**MANAUS
2018**

PATRICIA ALVES DA SILVA

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA AS
MÁQUINAS DE USINAGEM DO LABORATÓRIO DE ESTUDOS DO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO AMAZONAS – IFAM**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob a orientação do Prof. Alberto de Castro Monteiro, M.Sc.

MANAUS
2018

S586e Silva, Patrícia Alves da.

Elaboração de um plano de manutenção para as máquinas de usinagem do laboratório de estudos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM. / Patrícia Alves da Silva. – 2018. 55 f.; il.

Monografia (Engenharia Mecânica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro, 2018. Orientador: Prof. Me. Alberto de Castro Monteiro.

1. Engenharia mecânica. 2. Manutenção preventiva. 3. Equipamentos industriais. I. Monteiro, Alberto de Castro. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas III. Título.

CDD 621

PATRICIA ALVES DA SILVA

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA AS
MÁQUINAS DE USINAGEM DO LABORATÓRIO DE ESTUDOS DO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO AMAZONAS – IFAM**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob a orientação do Prof. Alberto de Castro Monteiro, M.Sc.

Aprovado em: 20/06/2018

BANCA EXAMINADORA

Prof. Alberto de Castro Monteiro, M.Sc. Presidente
Instituto Federal do Amazonas - IFAM

Prof. Plácido Ferreira Lima, Esp. Membro
Instituto Federal do Amazonas – IFAM

Prof. Rodson de Oliveira Barros, Esp. Membro
Instituto Federal do Amazonas - IFAM

DEDICATÓRIA

Dedico à minha mãe
Pastora, meu pai Manoel
Pedro e meus irmãos
Thiago, Raisal, Perla e Ana
Beatriz.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por ter me ajudado em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais Manoel Pedro e Pastora por todo o amor e incentivo.

Aos meus irmãos Thiago, Raisa, Perla e Ana Beatriz por todo o amor, afeto e carinho.

Aos meus amigos do IFAM por toda a ajuda ao longo dessa caminhada de estudos.

Aos meus professores pela dedicação, paciência e ensinamentos.

Meu orientador Alberto de Castro Monteiro M.Sc., por todo o comprometimento e paciência em colaborar com o meu trabalho.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes”

Martin Luther King

RESUMO

As máquinas e equipamentos industriais possuem custos associados não só na aquisição, mas também em todas as atividades necessárias de manutenção ao longo do seu ciclo de vida. Devido a este fato, torna-se muito importante efetuar um estudo do comportamento destes equipamentos, de forma a desenvolver planos de manutenção para permitir o nível de confiabilidade, disponibilidade e vida útil exigidos. O Plano de manutenção contém as informações necessárias para a orientação das atividades de manutenção preventiva. Através de um bom plano de manutenção torna-se possível aperfeiçoar os processos produtivos, garantindo qualidade e confiabilidade, além da redução de custos, foco da manutenção. Para a elaboração do plano de manutenção das máquinas de usinagem do laboratório de estudos do IFAM foram utilizados os seguintes métodos de gestão de manutenção tais como: Manutenção Produtiva Total (TPM) e Planejamento e Controle de Manutenção (PCM). Conceituando-se como os métodos mais inovadores da gestão de manutenção da atualidade.

Palavras-chave: Confiabilidade; Gestão; Manutenção.

ABSTRACT

Industrial machines and equipment have associated costs not only in procurement, but also in all necessary maintenance activities throughout their life cycle. Due to this fact, it is very important to carry out a study of the behavior of these equipments, to form and to develop maintenance plans to allow the level of reliability, availability and life required. The Maintenance Plan contains the information necessary for guiding preventive maintenance activities. Through a good maintenance plan it is possible to improve the production processes, guaranteeing quality and reliability, besides the reduction of costs, focus of maintenance. For the elaboration of the maintenance plan of the machining machines of the laboratory of IFAM, the following methods of maintenance management were used as: Total Productive Maintenance (TPM) and Planning and Control of Maintenance (PCM). Conceptualizing itself as the most innovative methods of maintenance management today.

Keywords: Reliability; Management; Maintenance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Os pilares da TPM.

Figura 2 – Principais causas de falhas em rolamentos.

Figura 3 – Torno universal Romi Maxi-520

Figura 4 – Roteiro do operador de torno

Figura 5 – Pictório do roteiro do operador

Figura 6 -Plano de Manutenção preventiva do torno

Figura 7 – Furadeira Yadoya FY-S38

Figura 8 – Plano de Manutenção preventiva da furadeira

Figura 9 – Fresadora Romi U-20

Figura 10 -Plano de Manutenção preventiva da fresadora

Figura 11- Moto esmeril

Figura 12 -Plano de Manutenção preventiva do moto esmeril

Figura 13 – Morsa

Figura 14 -Plano de Manutenção preventiva da morsa

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Evolução da manutenção.

Tabela 2 – Aplicação da mão de obra por tipo de manutenção.

Tabela 3 – Exemplo de indicador de retrabalho.

Tabela 4: Sugestão de Lubrificantes para máquinas operatrizes.

LISTA DE SIGLAS OU ABREVIACOES

MTBF – Mean Time between failures (tempo médio entre falhas)

MTRR – Mean Time to repair (tempo médio para reparo)

CMO – Custo da mão de obra prpria

CMT – Custo de materiais e sobressalentes

OC - Outros custos

TAG – Número de identificao do equipamento

HH – Homem hora

PM – Manuteno Preventiva

PdM – Manuteno Preditiva

IM – Inspeo de Manuteno

MC – Manuteno Corretiva não planejada

MCP – Manuteno Corretiva Planejada

FMEA – Failure Mode and Effect Analysis (Método de Análise do Tipo e Efeito de falha)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1. OBJETIVO GERAL	14
1.1 OBJETIVO ESPECÍFICO	14
2. DESENVOLVIMENTO	15
2.1 METODOLOGIA	15
2.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.3 PLANEJAMENTO DA MANUTENÇÃO	38
3. CONCLUSÃO	52
4. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	53

INTRODUÇÃO

A competitividade na indústria por mercado, faz com que as empresas busquem cada vez mais aumentar a sua produtividade, melhorando a qualidade de seus produtos e também reduzindo os custos.

Para o cumprimento das metas do processo produtivo a manutenção é um fator importante, pois é responsável por disponibilizar as máquinas e equipamentos confiáveis e sem imprevistos.

As empresas industriais dependem das máquinas industriais. Esses equipamentos têm custos associados não só na aquisição, mas também em todas as atividades necessárias de manutenção ao longo do seu ciclo de vida. Devido a este fato, torna-se de grande importância efetuar um estudo do comportamento destes equipamentos, de formar a desenvolver planos de manutenção para permitir o nível de confiabilidade e disponibilidade exigidos.

O plano de manutenção contém as informações necessárias para a orientação da atividade de manutenção preventiva. Através de um bom plano de manutenção é possível aperfeiçoar os processos produtivos, garantindo qualidade e confiabilidade, além da redução de custos. Para essa finalidade optamos pelo método da Manutenção Produtiva Total –TPM, que é um método de melhoria que tem como objetivo principal eliminar as perdas, reduzir paradas, garantir a qualidade e reduzir custos nos processos contínuos.

A manutenção produtiva total gera um comprometimento de todos os funcionários e contribui diretamente para o aumento dos índices de disponibilidade, eficiência e qualidade de máquinas e equipamentos.

Em vista disso, o presente trabalho tem como objetivo a elaboração de um plano de manutenção das máquinas e equipamentos do laboratório de usinagem do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM campus Manaus Centro.

1 OBJETIVO GERAL

Elaborar e propor um plano de manutenção preventiva para as máquinas e equipamentos do laboratório de usinagem da instituição.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Levantar as necessidades de manutenção das máquinas e equipamentos instalados na planta.
2. Realizar uma pesquisa de adequação para gestão de manutenção no laboratório de usinagem.
3. Selecionar um método apropriado às necessidades das máquinas e equipamentos instalados na planta.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 METODOLOGIA

A metodologia utilizada e a escolha do melhor método de manutenção para a presente situação problema caracterizou-se por pesquisa bibliográfica e o método indutivo. O método indutivo inicia-se a partir da observação e análise de fatos concretos para se chegar a uma conclusão.

“O Método indutivo considera que o conhecimento é fundamentado na experiência, não levando em conta princípios preestabelecidos. No raciocínio indutivo a generalização deriva de observações de casos da realidade concreta” (Marques; 2009, p.85).

Para a elaboração de um plano de manutenção para os equipamentos do laboratório de usinagem do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM a primeira atividade realizada foi a observação do layout da planta e a sua disposição de máquinas. Em seguida, levantou-se as informações relacionadas as máquinas, tabulou-se as possíveis avarias relacionadas aos maquinários.

A partir do levantamento foi possível verificar a necessidade de manutenção dos equipamentos e fatores relevantes para a elaboração de um melhor método de manutenção para as máquinas do ambiente laboral.

2.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A HISTÓRIA DA MANUTENÇÃO

Desde os primórdios a necessidade de manutenção já existia, porém não era compreendida como é hoje. Com a sua capacidade de se adaptar, e a evolução das máquinas e ferramentas, o homem percebeu a importância da manutenção, pois entendeu que seria melhor reparar e não substituir as máquinas.

A evolução da manutenção pode ser dividida em 3 gerações. A Primeira Geração abrange o período antes da Segunda Guerra Mundial, quando a indústria era pouco mecanizada, os equipamentos eram simples e superdimensionados, devido a conjuntura econômica da época, a questão da produtividade não era prioritária e a manutenção não era sistematizada; apenas serviços de limpeza, lubrificação e reparo após a quebra, ou seja, serviços fundamentados na manutenção corretiva (Kardec; Nascif, 2001).

A segunda geração iniciou-se a partir da segunda guerra em diante. Aumentos significativos de demanda levaram o parque industrial instalado a altos níveis de produção, porém a mão de obra era escassa devido ao deslocamento humano para as frentes de batalha. As Indústrias dependiam cada vez mais do maquinário e de suas linhas, que não podiam sofrer paradas constantes. Isso fez surgir os estudos para previsão de falhas e redução de paradas, nascia assim o conceito de manutenção preventiva e preditiva. Segundo (Quinello, 2005 *apud* Moubray, 1997), as pressões da guerra forçaram as indústrias a se mecanizarem como nunca, e a exigirem competências técnicas e gerenciais de alto nível. Essas organizações começaram a ficar dependentes da manutenção, na medida em que uma produção intensa e com qualidade era esperada. Os conceitos de falhas, manutenção preventiva e manutenção preditiva (técnicas que predizem as condições dos equipamentos) surgiram na década de 60 paralelamente com os primeiros sinais de Planejamento da Manutenção e de Sistemas de Controle, que fortaleceriam as práticas de manutenção e análises de custos. Ainda nos anos 60 e 70, o departamento de Defesa dos E.U.A., juntamente com a indústria aérea militar, desenvolveu as primeiras análises de políticas da manutenção chamadas “*Reliability Centered Maintenance*” - RCM, largamente utilizados nos dias atuais (NASA, 2000);

A terceira geração teve início a partir da década de 70, a quebra completa do paradigma tecnológico através da utilização crescente da mecanização aliada agora à automação e da microinformática diretamente nos processos. Todos esses eventos em sequência aumentaram a importância do desempenho dos equipamentos, e a confiabilidade e disponibilidade se tornaram pré-requisitos. Também segundo (Quinello, 2005 *apud* Moubray, 1997) a partir dos anos 70, os processos industriais ganharam novos desafios de produtividade e de qualidade. Essas mudanças, nos departamentos de manutenção, foram classificadas em: novas expectativas, novas pesquisas e novas técnicas.

A Tabela 1 abaixo ilustra a evolução da manutenção e suas características de acordo com cada geração e suas técnicas:

Tabela 1- Evolução da manutenção

Evolução da Manutenção		
Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração
Antes de 1940	1940 - 1970	Após 1970
Aumento da Expectativa em Relação à Manutenção		
Conserto após a falha	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade crescente • Maior Vida Útil do Equipamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior disponibilidade e Confiabilidade • Melhor Custo Benefício • Melhor Qualidade dos Produtos • Preservação do Meio Ambiente
Mudanças nas Técnicas de Manutenção		
Conserto após a falha	<ul style="list-style-type: none"> • Computadores Grandes e Lentos • Sistemas Manuais de Planejamento e Controle do Trabalho • Monitoração por tempo 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoração de Condição • Projetos voltados para Confiabilidade e Manutenibilidade • Análise de Risco • Computadores Pequenos e Rápidos • Softwares Potentes • Análise de Modos e Efeitos de Falhas(FMEA) • Grupo de Trabalho Multi-disciplinares

Fonte: Kardec; Nascif, 2001.

CONCEITO DE MANUTENÇÃO

A manutenção trata-se de toda atividade realizada em uma ferramenta, equipamento, componentes, entre outros, mantendo-os ou restaurando, com o objetivo de que este permaneça em estado de operação ou volta à sua função ideal (Figueiredo e Rodrigues, 2017 *apud* Black, 1991).

Para manter os equipamentos em bom funcionamento faz-se necessário o entendimento sobre o conceito e aplicações de manutenção. De acordo com Xenos (1998,

p.18), “as atividades de manutenção existem para evitar a degradação dos equipamentos e das instalações, causado pelo seu desgaste natural e pelo uso”.

Confirmando a conceituação pré-estabelecida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 5462-94 define-se manutenção como: “Combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”.

TIPOS DE MANUTENÇÃO

Os tipos de manutenção podem ser relacionados nesse trabalho segundo a predição de Kardec e Nascif (2001), que lista as formas de encaminhar as intervenções nos equipamentos, sistemas ou instalações, caracterizando os vários tipos de manutenção existentes, tais como:

- Manutenção Corretiva Não Planejada
- Manutenção Corretiva Planejada
- Manutenção Preventiva
- Manutenção Preditiva
- Manutenção Detectiva
- Engenharia de Manutenção

MANUTENÇÃO CORRETIVA

De acordo com a ABNT NBR 5462, Manutenção Corretiva é definida como “A Manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a colocar um item em condições de executar uma função requerida”.

Essa manutenção corretiva é descrita pela intervenção imediata para evitar graves consequências aos instrumentos de produção, meio-ambiente, saúde e segurança (VIANA, 2002).

A manutenção corretiva pode ser dividida em duas classes:

- Manutenção Corretiva Não Planejada.
- Manutenção Corretiva Planejada.

“Manutenção Corretiva Planejada: São aquelas manutenções realizadas com o objetivo de eliminar uma falha encontrada ainda em estágio inicial. Dessa forma, planeja-se qual é o melhor período para realizar esse tipo de atividade” (DUTRA, 2017, P.10).

Em seguida a “Manutenção Corretiva Não Planejada: São aquelas manutenções que ocorrem após a parada do equipamento, causada por alguma falha emergencial. Esse tipo de manutenção é o mais caro que existe” (DUTRA, 2017, P.10). Contrariando o nosso propósito de redução de custos.

MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Manutenção preventiva é a atuação realizada de maneira a reduzir ou evitar a falha ou a queda no desempenho do equipamento, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo (Kardec; Nascif, 2001). No plano de manutenção tentamos assegurar os equipamentos em funcionamento pleno, na planta em estudo.

Para atender a expectativa de funcionamento pleno dos equipamentos, propomos o plano de manutenção em atenção a predição de Xenos (1998, p.24), “a manutenção preventiva, feita periodicamente, deve ser atividade principal da manutenção em qualquer empresa, na verdade a manutenção preventiva é o coração das atividades de manutenção”.

Reforçada por Dutra (2017) a manutenção preventiva prolonga a vida útil das máquinas e equipamento e conseqüentemente aumenta a disponibilidade dos equipamentos reduzindo os custos da empresa. O objetivo do programa de manutenção preventiva é evitar a falha em máquinas e equipamentos antes que ela ocorra.

MANUTENÇÃO PREDITIVA

Na Manutenção Preditiva a atuação é realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho do equipamento, cujo acompanhamento obedece a

uma sistemática (Kardec; Nascif, 2001). A manutenção preditiva deve ser sistemática pautada em um plano com objetivos definidos pela meta de produção.

Abordado por Viana (2002, p. 11) “são tarefas de manutenção preventiva, que visam acompanhar as máquinas ou peças, por monitoramento, por medições ou por controles estatísticos e tentar prever a proximidade da ocorrência ou falha”.

Para atender essa sistemática visa-se “O objetivo de tal tipo de manutenção é determinar o tempo correto de necessidade da intervenção mantenedora, com isso evitando desmontagem para inspeção, e utilizar o componente até o máximo de sua vida útil” (VIANA, 2002, p. 12).

MANUTENÇÃO DETECTIVA

A Manutenção Detectiva é a ação efetuada em sistemas de proteção ou comando buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. Um exemplo clássico é o circuito que comanda a entrada de um gerador em um hospital. Se houver falta de energia e o circuito tiver uma falha o gerador não entra. Com a crescente utilização de instrumentação de comando, controle e automação nas indústrias, maior a necessidade da manutenção detectiva para garantir a confiabilidade dos sistemas e da planta. Esse tipo de manutenção é novo e por isso mesmo muito pouco mencionado no Brasil (NASCIF, 2017).

ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

A Engenharia de manutenção é o conjunto de atividades que permite que a confiabilidade seja aumentada e a disponibilidade garantida. É deixar de ficar consertando, convivendo com problemas crônicos, melhorar padrões e sistemáticas, desenvolver a manutenibilidade, dar feedback ao projeto e interferir tecnicamente nas compras (NASCIF, 2017). Portanto o plano a ser elaborado consolidará uma atividade de engenharia de manutenção por atender os princípios acima citado.

TPM – MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

A TPM é uma sigla usada para *Total Productive Maintenance*, que em português significa Manutenção Produtiva Total, uma técnica desenvolvida no Japão na década de 70. Ele surge junto da necessidade de se cumprir as demandas por produtos, por meio do bom funcionamento dos aparelhos utilizados para sua fabricação, conforme a empresa de softwares de planejamento e controle de manutenção e serviços- Engeman (2017).

A Nippon Denso foi à primeira companhia a introduzir, de forma ampla, um programa de manutenção preventiva em 1960. A mesma seguia a manutenção preventiva e também adicionou a Manutenção Autônoma executada pelos operadores (Marçal, 2011).

Kardec e Nascif (2001) afirmam que a manutenção preventiva juntamente com manutenção autônoma e melhoria da manutenção deu à luz a Manutenção Produtiva Total em 1970.

Um dos princípios do TPM é a melhoria de pessoas. Sabe-se que é necessário ir além do maquinário; é preciso também aprimorar as habilidades dos profissionais que ali trabalham. Junta-se a manutenção à responsabilidade de cada um e à responsabilidade coletiva da empresa em geral (Engeman, 2017).

É preciso investir em treinamento e capacitação dos funcionários para que estejam preparados para o cumprimento de suas funções. Até ações mais simples, como o manter o ambiente limpo e organizado, são importantes para que haja maior rendimento no trabalho.

Uma das diretrizes é a qualidade dos equipamentos. Eles devem estar sempre em boas condições de funcionamento para garantir produtividade. Além disso, não devem oferecer riscos aos funcionários. O princípio-chave é a qualidade total. A empresa deve ser estruturada de modo a ter máxima produção e eficiência (Engeman, 2017).

Segundo Kardec e Nascif (2001), vários fatores econômicos sociais imprimem ao mercado exigências cada vez mais rigorosas, o que obriga as empresas a serem cada vez mais competitivas para sobreviver. Com isso, as empresas foram obrigadas a:

- Eliminar desperdícios;
- Obter o melhor desempenho dos equipamentos;
- Reduzir interrupções/ paradas de produção por quebras ou intervenções;
- Redefinir o perfil de conhecimento e habilidades dos empregados da produção e manutenção;
- Modificar a sistemática de trabalho.

Continua Kardec e Nascif (2001), utilizando a sistemática de grupos de trabalho conhecidos como CCQ – Círculos de Controle da Qualidade ou ZD – Defeito Zero, foram disseminados os seguintes conceitos de TPM:

- Cada um deve exercer o autocontrole;
- A minha máquina deve ser protegida por mim (operário);
- Homem, máquina e empresa devem estar integrados;
- A manutenção dos meios de produção deve ser preocupação de todos.

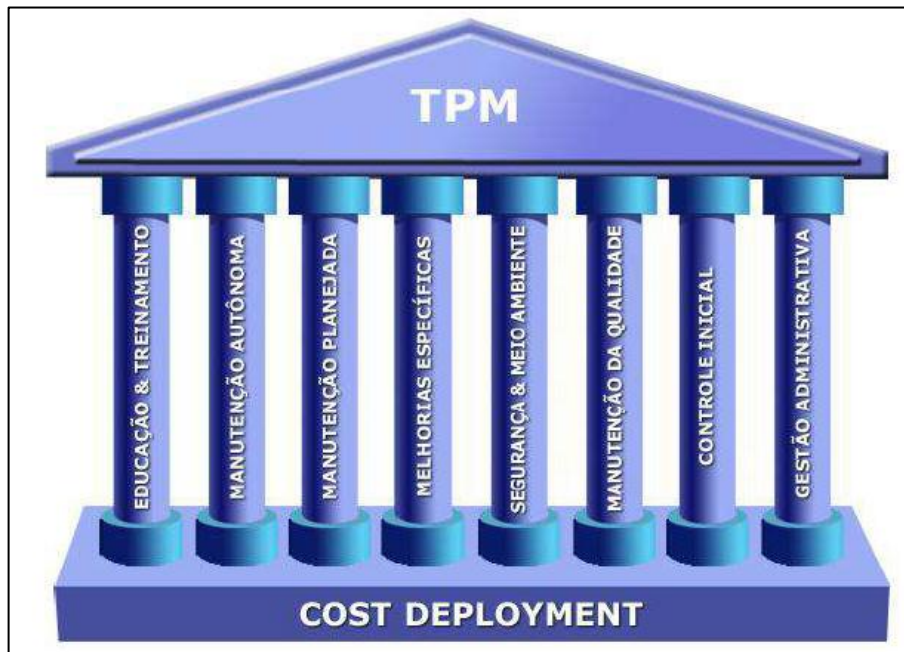
Podemos afirmar que os três objetivos principais do TPM são:

- Quebra zero;
- Acidente zero;
- Defeito zero.

Ao analisarmos rapidamente, podemos pensar que realmente estamos buscando uma utopia em que nenhuma máquina quebre, nenhum acidente aconteça e que não haja nenhum defeito. Porém, é preciso compreender que não é bem isso. Zerar esses fatores é evitá-los ao máximo e, caso aconteçam, conhecer suas causas.

Podemos observar na Figura 1 – a casa da TPM, é apoiada sobre oito pilares, que asseguram o estabelecimento de um sistema para atingir maior eficiência produtiva. (KARDEC; NASCIF, 2001).

Figura 1: Os pilares da TPM



Fonte: Advanced Consulting & Training, 2014

MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

Esse pilar trata da capacitação técnica do profissional envolvido na operação, evitando falhas humanas. Para que os processos da manutenção ocorram com um bom fluxo, é preciso que os funcionários tenham um bom conhecimento das rotinas que os envolvem (Engeman, 2017).

Para Gomes (2011), o gerenciamento estratégico da atividade de manutenção consiste em ter a equipe atuando para evitar que ocorram falhas, e não manter esta equipe atuando, apenas, na correção rápida destas falhas.

Gomes (2011) enfatiza que a Manutenção autônoma está focada no desenvolvimento das habilidades dos operadores, de forma que os mesmos tenham domínio sobre os seus equipamentos. O desenvolvimento com enfoque no equipamento é feito em sete passos, sendo:

1º passo: Limpeza Inicial;

2º passo: Eliminação das fontes de sujeira e locais de difícil acesso;

3º passo: Elaboração de normas provisórias de limpeza, inspeção e lubrificação;

4º passo: Inspeção geral;

5º passo: Inspeção autônoma;

6º passo: Padronização;

7º passo: Gerenciamento autônomo.

O Pilar de Manutenção Autônoma tem sido uma ferramenta essencial para acelerar os resultados na área produtiva e se fundamenta em desenvolver nos operadores o sentimento de responsabilidade e cuidado pelos equipamentos bem como a habilidade de inspecionar e identificar os focos de falha e defeitos, além de realizar pequenos reparos, ajustes e regulagens (Marçal, 2011).

MANUTENÇÃO PLANEJADA

Manutenções combinam com planejamento e periodicidade. Sendo assim é importante que se faça uma programação organizada das intervenções que serão realizadas, com um cronograma determinado. É preciso saber quando tudo será feito e quais medidas preventivas e corretivas serão tomadas. A Manutenção Planejada tem como objetivo aumentar a eficiência do equipamento, buscando a quebra zero.

MANUTENÇÃO DA QUALIDADE

É preciso garantir que os dispositivos e mão de obra utilizados durante todos os processos de produção da empresa estejam sempre com alta qualidade. É muito comum a utilização de sistemas de inspeção e programas de análise de produtividade (Engeman, 2017).

Esse pilar tem como objetivo zerar o número de defeitos que afetam o consumidor. A busca desta redução é feita de duas maneiras: prevenindo e corrigindo os problemas (Souza, 2001).

MELHORIAS ESPECIFICAS

Mesmo com a realização de medidas bem programadas e aplicação de técnicas corretas, problemas ainda poderão surgir. Eles podem aparecer nos detalhes de cada procedimento e você precisará de conhecimento específico para propor uma solução eficaz. Assim, sua equipe deve ser composta por profissionais de áreas diversificadas. Desta forma, haverá mais circulação de conhecimento e a chance de encontrar resoluções será maior (Engeman, 2017).

CONTROLE INICIAL

Para Kardec e Nascif (2001), Controle inicial é o estabelecimento de um sistema de gerenciamento da fase inicial de novos equipamentos com o intuito de eliminar falhas no nascedouro, implantar sistemas de monitoração.

Segundo Souza (2001), o controle inicial visa garantir a melhor performance do equipamento adquirido através de uma abordagem sistemática de especificação, projeto de feedback ao projeto/fornecedores.

TREINAMENTO E EDUCAÇÃO

Esse pilar é semelhante ao da manutenção autônoma, já que se relaciona à capacitação da mão de obra. Porém, ele é mais focado no trabalho do funcionário em si do que na sua ajuda com manutenções (Engeman, 2017).

Com a tecnologia avançando cada vez mais rápido que no passado, é preciso que os profissionais sejam prontamente apresentados aos novos equipamentos e técnicas. Esse aprendizado deve ser parte da rotina dos seus funcionários. É relevante lembrar que trabalhadores bem preparados aumentam a produção e sofrem menos acidentes.

SEGURANÇA, HIGIENE E MEIO AMBIENTE

A segurança e a higiene do local de trabalho diminuem os riscos de acidentes e doenças. Propiciar um ambiente salubre é importante, pois essa ação diminui as perdas humanas e operacionais (Engeman, 2017).

As questões ambientais podem trazer dois fatores muito vantajosos. O primeiro um bom sistema de gestão ambiental, é possível ter uma economia significativa. A segunda razão tem a ver com a consciência ecológica em alta e as pessoas se preocupando cada vez mais com esse tema. Obter certificações e realizar trabalhos voltados para a área ecológica acaba sendo um marketing positivo para sua marca (Engeman, 2017).

ÁREAS ADMINISTRATIVAS

A aplicação do TPM não depende somente da área de execução, do chão de fábrica. Os setores administrativos têm grande responsabilidade, afinal, são eles que fornecem as informações e recursos necessários para a produção em si (Engeman, 2017).

MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE - RCM

A Manutenção Centrada na Confiabilidade é um método estruturado para estabelecer a melhor estratégia de manutenção, com o objetivo de definir um processo sistemático de análise que garanta a confiabilidade e segurança da operação do equipamento com o menor custo possível. Essa metodologia reúne, de maneira equilibrada, as melhores técnicas de manutenção — corretiva, preventiva e preditiva. Ao garantir a confiabilidade e disponibilidade de itens considerados críticos para a produção de uma empresa, a RCM surge como uma excelente estratégia de gestão de ativos dentro de uma companhia. Por outro lado, por ser uma metodologia que envolve custos relativamente altos e por nem todos os equipamentos serem críticos em relação à manutenção, utilizar outras técnicas, como o TPM (Manutenção Produtiva Total), em complemento à RCM, pode ser uma alternativa viável e igualmente eficiente (Engeman, 2017).

A (RCM) consiste em um processo usado para determinar os requisitos de manutenção de qualquer item físico no seu contexto operacional. Ou seja, esta técnica visa estudar diversas formas de como o processo ou um componente pode vir a falhar. Segundo Viana (2002), a Manutenção Centrada da Confiabilidade se coloca como um importante instrumento para tomada de decisão gerencial, sobre a política de manutenção a serem seguidas por um processo industrial.

Fogliatto e Ribeiro (2009, p.223), a Manutenção Centrada em Confiabilidade pode ser implementada em nove etapas:

- Escolha da equipe;
- Capacitação em MCC;
- Estabelecimentos dos critérios de confiabilidade;
- Estabelecimento da base de dados;
- Aplicação do FEMEA e classificação dos componentes;
- Seleção das atividades de MP pertinentes;
- Documentação das atividades de MP;
- Estabelecimento de metas e indicadores;
- Revisão do programa de MCC;

O principal objetivo da implementação da Manutenção Centrada na Confiabilidade em uma organização é o de aumentar a disponibilidade dos equipamentos, de modo otimizar a

produtividade. É evidente também a ampliação da vida útil dos equipamentos, visto que cada componente do sistema terá a manutenção necessária para cumprir satisfatoriamente a sua função. Além disso, melhorias do desempenho operacional em função da maior disponibilidade dos equipamentos e otimização do custo-benefício da área de manutenção surgem como vantagens da metodologia.

Por fim, a Manutenção Centrada na Confiabilidade gera ganhos significativos em outras áreas da companhia. Quando se extrapola a análise dos resultados após a implementação da metodologia, é possível notar, a médio e longo prazos: maior confiabilidade; maior segurança; melhoria na qualidade dos produtos; ausência de danos ao meio ambiente; maior custo eficaz (Engeman, 2017).

INDICADORES DE MANUTENÇÃO

A implementação de um programa de manutenção preventiva permite garantir a confiabilidade e a disponibilidades dos equipamentos. Os indicadores são definidos conforme as necessidades do cliente ou que seja de fácil entendimento dos interessados.

Os indicadores listados a seguir são considerados indicadores chaves para o processo de manutenção.

1 – Disponibilidade

É o principal indicador de Manutenção por estar ligado ao resultado, isto é, aquilo que o cliente necessita. (Nascif, 2017)

MTBF – Mean Time between failures (Tempo médio entre falhas – TMEF)

MTTR – Mean Time to repair (TMPR – tempo médio para reparo)

Disponibilidade, do inglês Availability, é a porção do tempo em que o ativo está disponível para utilização.

MTBF – média dos tempos de bom funcionamento

MTTR – média dos tempos de reparo

O cálculo de disponibilidade de um equipamento ou instalação tem muito a dizer sobre os seus processos, manutenção e operação.

Uma vez que temos os valores de MTBF e do MTTR podemos calcular a disponibilidade que é dada pela seguinte relação:

$$\% \text{Disponibilidade} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100 (\%)$$

E-1

A alta disponibilidade é o principal objetivo da manutenção. Ela é definida como sendo a probabilidade de uma máquina ou equipamento poder ser operado, satisfatoriamente em qualquer instante em determinadas condições. (Dutra, 2017)

2 – Custo de manutenção

O custo de manutenção é composto pelas seguintes rubricas: (Nascif,2017)

- Custo da Mão de Obra (própria) (CMO)
- Custo de Materiais (materiais e sobressalentes) (CMT)
- Custo de Serviços de Terceiros (contratos, serviços externos, etc) (CSE)
- Outros custos que não se enquadram nesses três principais (OC)

$$\text{Custo de Manutenção} = \text{CMO} + \text{CMT} + \text{CSE} + \text{OC}$$

E-2

Uma vez feito o levantamento mensal do custo de manutenção, será possível determinar: (Nascif,2017)

- Custo anual de manutenção
- Relação entre o custo de manutenção e o imobilizado
- Relação entre o custo de manutenção e o faturamento bruto
- Influência do custo de manutenção no custo operacional (ou custo de produção)

Segundo Nascif (2017), para fazer uma análise, verificando onde e como foram efetuados os gastos, é fundamental a identificação dos serviços realizados, com centro de custo e TAG bem como a apropriação indicando o total de hh gasto (por função) e materiais/sobressalentes aplicados. O mesmo vale para a caracterização dos serviços terceiros.

3 – Custo de Manutenção/Imobilizado

Custo de manutenção em relação ao imobilizado é um indicador utilizado mundialmente. Imobilizado é o valor da planta industrial, computando tudo – terreno, edificações, ativos, sistemas, etc.

O imobilizado é denominado VER – Estimated Replacement Value (ou valor estimado de substituição) ou RAV – Replacement asset value, nos Estados Unidos e outros países (Nascif, 2017).

$$CMI\% = \frac{\text{custo de manutenção (R\$)}}{\text{Imobilizado (R\$)}} \times 100$$

E-3

4 – Custo de Manutenção/ Faturamento Bruto

Faturamento bruto é o valor faturado pela empresa antes de descontados impostos e taxas.

$$\text{CMF\%} = \frac{\text{custo de manutenção (R\$)}}{\text{Faturamento bruto (R\$)}} \times 100$$

E-4

5 – Custo de Manutenção/ Custo Operacional

O custo operacional é formado pelas despesas relacionadas à operação de uma empresa ou à operação de uma planta industrial, de um dispositivo, componente, equipamento ou instalação (Nascif, 2017).

Um dos componentes do custo operacional é o custo da manutenção.

O custo operacional pode ser calculado como total diário, mensal, anual ou o custo sobre uma unidade produzida (Nascif, 2017).

6 – Aplicação da mão de obra por tipo de manutenção

Conforme Nascif (2017), esses indicadores estratificam a aplicação da mão de obra disponível nas diversas técnicas de manutenção permitindo a constatação e posterior plano de ação para melhoria

Tabela 2 - Aplicação da mão de obra por tipo de manutenção

Indicador	Fórmula	Nota
% preventiva	$\%PM = \frac{\text{hh apropriado preventiva}}{\text{hh disponível para apropriação}}$	
% preditiva	$\%PdM = \frac{\text{hh apropriado preditiva (monitoramento)}}{\text{hh disponível para apropriação}}$	1
% inspeção de manutenção	$\%IM = \frac{\text{hh apropriado inspeção de manutenção}}{\text{hh disponível para apropriação}}$	

Fonte: Nascif (2017).

O somatório de cada uma das parcelas apropriadas nas diversas técnicas de manutenção será igual ao total de homens hora disponível para apropriação.

$$\text{Hh disponível para apropriação} = \text{PM} + \text{PdM} + \text{IM} + \text{MC} + \text{MCP}$$

E - 5

LEGENDA

HH – Homem hora

PM – Manutenção Preventiva

PdM – Manutenção Preditiva

IM – Inspeção de Manutenção

MC – Manutenção Corretiva não planejada

MCP – Manutenção Corretiva Planejada

7 – Indicadores ligados ao Planejamento e Programação da Manutenção

7.1 - % de serviços programados

Para Nascif (2017), esse indicador mostra o nível de programação de serviços na manutenção. Quanto menor o percentual de serviços programados, maior a indicação de atuação comandada pela falha, ou seja, manutenção corretiva não planejada.

$$\text{Serviços programados \%} = \frac{\text{hh apropriados em serviços programados}}{\text{hh apropriados nos serviços realizados}} \times 100$$

E-6

7.2 – Cumprimento da Programação

O cumprimento da programação indica o percentual de aderência à programação

$$\text{Cumprimento da programação \%} = \frac{\text{Serviços programados completados}}{\text{Serviços programados}} \times 100$$

E-7

7.3 – Backlog

O Backlog indica quantos homens hora ou quantos dias, para aquela determinada força de trabalho, serão necessárias para executar todos os serviços solicitados (Dutra, 2017).

$$\% \text{ Backlog} = \frac{\text{Total de Hh necessários para executar os trabalhos planejados}}{\text{Total de Hh disponíveis para execução dos trabalhos}} \times 100$$

E-8

8 – Retrabalho

Indicador que define a qualidade da execução dos serviços de manutenção.

É medido pela relação entre os serviços que tiveram retrabalho em relação total de serviços executados (Dutra, 2017).

$$\text{Retrabalho \%} = \frac{\text{Hh aplicados em retrabalho}}{\text{Total Hh aplicados na execução de todos os serviços}} \times 100$$

E-9

Tabela 3: Exemplo de indicador de Retrabalho.

mês	hh retrabalho	total hh apropriado	% retrabalho
J	80	1540	5,2
F	120	1400	8,6
M	12	1380	0,9
A	60	1320	4,5
M	240	1480	16,2
J	0	1500	0,0
J	16	1540	1,0
A	32	1250	2,6
S	48	1350	3,6
O	12	1100	1,1
N	24	1280	1,9
D	84	1460	5,8

Fonte: Nascif (2017).

Em geral as causas do retrabalho são devido a mão de obra (manutenção), operação, projeto e material.

PLANO DE LUBRIFICAÇÃO

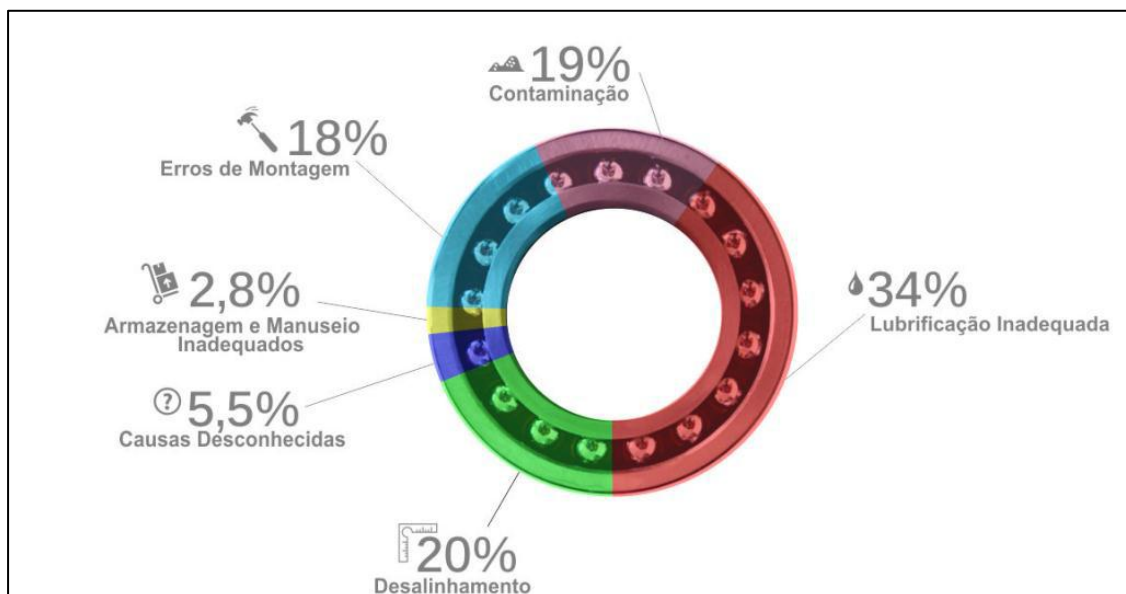
A lubrificação industrial é uma forma primitiva de manutenção preventiva que, quando conduzida de forma correta, aumenta a disponibilidade do equipamento, melhorando sua confiabilidade, deliberando-se como uma ferramenta eficaz na diminuição de custos e aumento de produtividade (Gomes, 2012).

“Os lubrificantes têm como suas principais funções: diminuir o atrito entre superfícies, evitar e/ou controlar corrosão e desgaste, proteção como isolante térmico (refrigeração) e elétrico, transmitir força (sistema hidráulico) e atuar como vedação e amortecimento de elementos de máquina” (Belinelli, 2009, p.90).

A lubrificação é uma atividade importante para a elevação dos índices de confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos mecânicos, e assim como as atividades de manutenção preventiva e preditiva, ela deve ser planejada, programada e controlada (Dutra,2017).

Para elevar o nível de lubrificação o primeiro passo é criar um plano e uma rota de Lubrificação.

Figura 2: principais causas de falhas em rolamentos.



Fonte: Dutra (2017).

A figura acima evidencia que, 53% dos rolamentos falham por problemas ligados à lubrificação. Pois devemos considerar que a contaminação é um problema que pode ser evitado se a lubrificação for realizada de forma correta (Dutra, 2017).

Os Planos de Lubrificação é a base da gestão da Lubrificação, pois são eles que mostram todos procedimentos os passos para uma correta execução além de conter dados primordiais como: localização do equipamento, tipo de ferramenta a ser utilizada, tipo de lubrificante e muitas vezes instruções para segurança do trabalhador (Belinelli, 2009).

O plano de lubrificação permite o controle das manutenções dos equipamentos, assim como o consumo de peças, filtros, mão de obra e combustíveis. É o instrumento que facilita o planejamento e o controle das lubrificações e manutenções de seus equipamentos. No plano, devem ser registradas todas as ações, tarefas, atividades, riscos, produtos a serem aplicados, períodos e demais informações sobre um equipamento industrial. Por isso, é importante que o plano seja claro, objetivo e construído de maneira lógica, para facilitar a compreensão do profissional que irá executá-lo. Proporcionando assim, visibilidade do equipamento e a interpretação das atividades, garantindo a segurança do profissional (NGI, 2016).

A seguir 4 etapas facilitadoras do plano de lubrificação:

- Levantamento das máquinas, equipamentos e dos pontos de lubrificação

Este é o momento de listar todas as máquinas e equipamentos que irão fazer parte do plano de lubrificação. Além disso, é preciso identificar os pontos a serem lubrificados, o tipo de lubrificante, as quantidades e os intervalos de lubrificação recomendados. Para facilitar, consulte o manual do equipamento ou máquina, segundo a empresa de softwares para manutenção, facilities e gestão ambiental (NGI, 2016).

- Elaboração e programação das rotas de lubrificação

Para definir as rotas, deve-se considerar o layout das máquinas, a disponibilidade, a frequência de aplicação e os intervalos de tempo para deslocamento e lubrificação. As rotas são elaboradas seguindo a ordem de manufatura da empresa, no ritmo do fluxo do processo. O programa do plano de lubrificação deve indicar quando a máquina ou equipamento estará disponível para a lubrificação. Alguns pontos podem ser lubrificados com as máquinas em movimento; já outros exigem a parada dos equipamentos (NGI, 2016).

- Identificação dos lubrificantes e controle do plano de lubrificação

É preciso indicar os lubrificantes a serem usados em cada ponto, para evitar problemas com o uso indevido. No plano e nos pontos de lubrificação, o ideal é usar métodos com códigos definidos, de acordo com a norma DIN 51502, que regulamenta todas as classes de lubrificantes convencionais. Além da identificação dos lubrificantes, é preciso fazer o controle do plano de lubrificação. Para isso, o profissional deve estar seguro em relação aos serviços executados, não executados e transferidos. O controle é feito com base na análise diária da rotina individual do lubrificador, e na reprogramação, se necessária (NGI, 2016).

- Adequação dos estoques

É preciso garantir o fornecimento contínuo e automático do lubrificante na quantidade e no tempo certo, e verificar também o ponto de reposição, evitando a falta dos insumos.

Tabela 4: Sugestão de Lubrificantes para máquinas operatrizes.

Aplicação	Sistema de Lubrificação	Denominação conforme DIN 51502	Viscosidade mm ² /s (cSt) A 50°C	ISO - VG DIN 51.519	BR	Castrol	Esso	ELCHS	MOBIL
1 SISTEMA HIDRÁULICO	CIRCULAÇÃO	HLP 25 VERDE	25 ± 4	32	LUBRAX INDUSTRIAL HR 43 EP	HYSHIN AMS 32	TERESSO 32	RENOLIN MR 10	HYDR DRIV HP 3
2 CAIXA DE VELOCIDADES, CAIXA DE AVANÇOS, COROA E SEM-FIM, E CAIXA DO BINO LIVRE	CIRCULAÇÃO EM BANHO DE ÓLEO	C-LP 48 ROXO	49 ± 5	68	LUBRAX INDUSTRIAL HR 68 EP	HYSHIN AMS 68	TERESSO 68	RENOLIN MR 20	HYDR DRIV HP 6
3 BUCHA DA ANVORE, CAIXA DE CAMBIO, SISTEMA DE DESLOCAMENTO VERTICAL, CABECOTE E MESA, TORPEDO, REGUA DE AJUSTE, ROLAMENTOS, FUSOS, MANCAIS, CABECOTE CHAVETEIRO, TORPEDO UNIVERSAL, PARTES EM ARTICULAÇÃO	CIRCULAÇÃO EM BANHO DE ÓLEO	C-LP 144 BRANCO	144 ± 11	220	LUBRAX INDUSTRIAL FP 88	LIO SP 220	SPARTAN EP 220	RENEP COMPOUNO 106	MAQUILL TENACE
4 CAIXA DE VELOCIDADE, CAIXA DE AVANÇOS, COROA E SEM-FIM, SISTEMA DE DESLOCAMENTO DE CABECOTE	CIRCULAÇÃO EM BANHO DE ÓLEO	C-LP 144 BRANCO	144 ± 11	220	LUBRAX TMM 5 - 90	LIO SP 220	SPARTAN EP 220	RENEP COMPOUNO 106	MAQUILL TENACE
5 ROLAMENTO DA ANVORE, DO FUSO, SEM-FIM E COROA, ANVORE HORIZONTAL, CABECOTE ANGULAR	ENCHER OU REJETAR	K 2K VIOLETA	PENETRAÇÃO 265-295	—	LUBRAX INDUSTRIAL GMA-2	LM GREASE	BEACON 2	RENOLIX FEP 2	GRAX LA

Fonte: Sanches Blanes S A.

2.3 PLANEJAMENTO DA MANUTENÇÃO

O processo de manutenção, cada vez mais tem importância no alcance dos objetivos globais da organização, principalmente aqueles relacionados com a estratégia de produção. O processo de manutenção deve servir de apoio para que a produção consiga atingir seus objetivos, ou seja, ele deve estar adequado às suas necessidades (Lima, 2015). Este alinhamento desejado entre o processo de manutenção e os objetivos de produção é alcançado com um bom planejamento de manutenção.

O processo de planejamento permite elevar o grau de controle sobre o futuro dos sistemas internos e das relações com o ambiente. O planejamento tem como finalidade comunicar as intenções daquilo que se planeja, levando outras pessoas a conhecerem a realidade que se pretende e, assim, à execução das etapas que conduzem às metas e objetivos.

Segundo Viana (2002), todo plano tem duas características:

- Tarefas: coisas a fazer;
- Recursos: pessoas, máquinas, materiais que serão utilizados para a realização das tarefas.
- É possível estimar o número de etapas envolvidas no plano de manutenção e o custo de cada uma.

Através do plano de manutenção é possível aperfeiçoar os processos produtivos, garantindo qualidade e confiabilidade, além da redução de custos. Ao manter todos os equipamentos em perfeito funcionamento, o planejamento possibilita diversas melhorias.

Para a elaboração do roteiro do operador os padrões de manutenção devem conter informações detalhadas, instruções sobre o que inspecionar, reformar ou trocar, com que frequência, por que e como estas tarefas devem ser executadas. Assim, com base nas informações contidas nos padrões, é possível elaborar planos de manutenção que definem, para cada tarefa, suas respectivas datas de execução.

No caso de equipamentos novos, o ponto de partida para elaboração dos primeiros planos são as informações fornecidas pelos fabricantes através dos manuais de manutenção.

O Planejamento de manutenção emprega os conceitos do TPM , e tem como objetivo a padronização das atividades e uma melhoria continua.

O Pilar da manutenção autônoma é um dos oitos pilares de manutenção mais importante para o plano de manutenção, pois visa capacitar pessoas (funcionários e alunos) a cuidar de seu equipamento desde a limpeza e pequenos ajustes até a administrar todos os cuidados de conservação e preservação do equipamento.

O Pilar educação e treinamento, para que seja colocado em prática todas as pessoas envolvidas na manutenção e operação da máquina devem ser conscientizadas e treinadas para um correto manuseio da máquina

O pilar manutenção planejada nesse trabalho tem como foco o levantamento de todas informações para um plano de manutenção preventiva que venha a garantir a confiabilidade e disponibilidade das máquinas.

Para cada ação a ser realizada nos equipamentos e sua periodicidade as informações foram extraídas dos catálogos dos fabricantes. Para a realização da manutenção dos equipamentos serão efetuadas manutenções específicas, pois estas necessitam de mão de obra qualificada e treinada.

Foram montados dois planos de atividades de manutenção para as máquinas, um a ser realizado pelo próprio operador, baseando-se nos conceitos do TPM, onde o próprio operador se envolve com a manutenção da máquina que opera, e outro a ser realizado pelo técnico de manutenção especializado.

O roteiro do operador é um plano de manutenção preventiva, em que o operador deverá realizar as inspeções diárias, semanais e mensais, conforme o cronograma do plano.

PLANO DE MANUTENÇÃO DO TORNO

Os tornos Romi, são tornos universais responsáveis por usinar peças de forma geométrica de revolução, utilizados para confecção e acabamentos de peças. Com eles, são possíveis fazer diversos tipos de peças, como parafusos, roscas, virabrequins, pinos, rebites, válvulas, polias etc.

Figura 3: Torno Romi Maxi-520



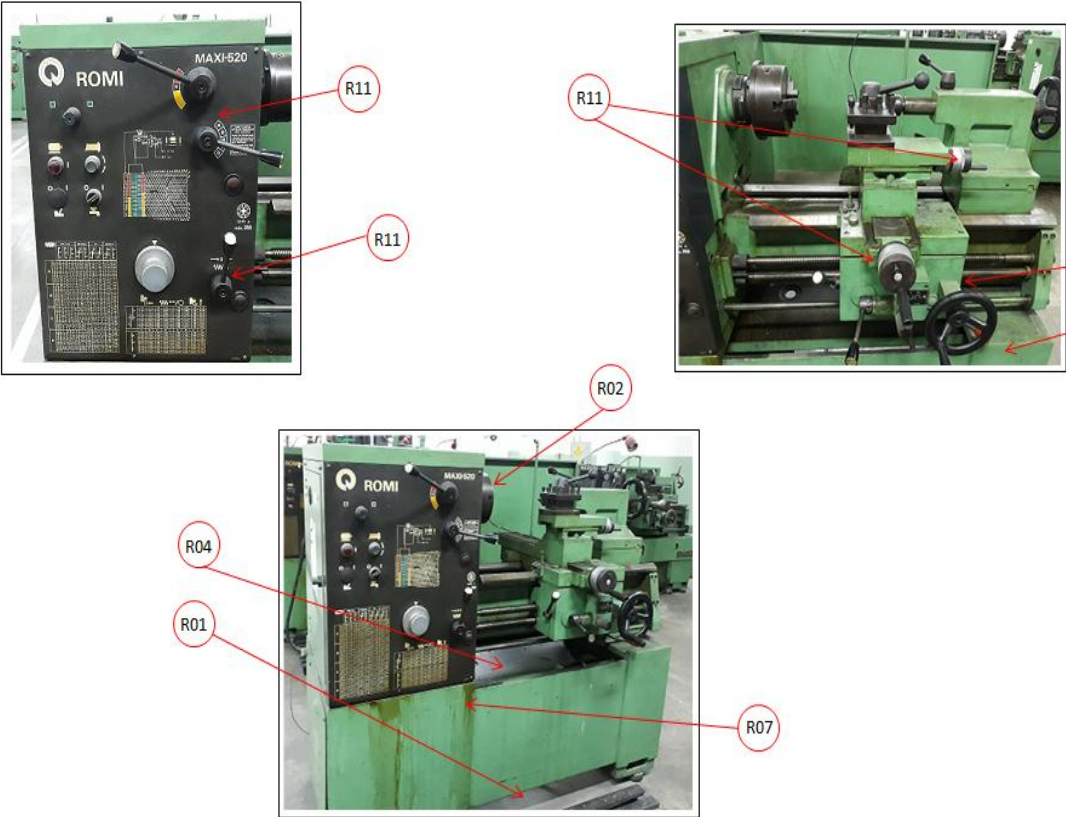
Fonte: A autora, 2018.

Figura 4: Roteiro do operador de torno

IFAM - CMC	CÓD: RO1	ROTEIRO DO OPERADOR			DATA: 21/05/2018	PÁG 1/1
MÁQUINA: TORNO ROMI MAXI-520		ID: TO 1				
ATIVIDADES		LEGENDA		FREQÜÊNCIA		
		D- DESLIGADO		DIÁRIA	SEMANAL	MENSAL
		L - LIGADO				
		DL - DESLIGADA E LIGADA				
		LO - LIGADA E OPERANDO				
		QS - QUALQUER SITUAÇÃO				
EXECUTAR COM A MÁQUINA						
1	Limpar e retirar cavacos da área de trabalho da máquina, mesa, painel de comando, piso.	D				
2	Limpar, lubrificar com óleo a placa, e verificar condições das castanhas	D				
3	Limpar e verificar as condições da tela filtrante no retorno do líquido para a unidade de refrigeração	D				
4	Limpar a caixa de contenção de cavacos.	D				
5	Limpar e lubrificar os guias e barramentos depois do uso	LO				
6	Verificar a existência de vazamentos de ar comprimido em toda a máquina.	DL				
7	Verificar a existência de vazamentos de óleo em toda a máquina	QS				
8	Verificar nível de óleo no cabeçote, caixa de roscas e avental	D				
9	Verificar a existência de vazamentos ou emulsão de líquido de refrigeração em toda a máquina.	D				
10	Verificar nível do líquido de refrigeração no tanque.	QS				
11	Verificar condições e funcionamentos de todos os manipuladores e alavancas do painel.	LO				
12	Verificar existência da micro de segurança das portas laterais e traseira (5p) e testar seu funcionamento. (Obs: não operar a máquina, caso o sistema não esteja conforme)	DL				
13	Verificar condições e funcionamento das lâmpadas de sinalização e colunas luminosas (3p)	LO				
14	Verificar condições e funcionamento dos manipuladores e alavancas dos conjuntos de réguas.	D				
15	Verificar existência de peças soltas, quebradas, amassadas, e outras inconformidades em toda a máquina. Se perceber qualquer anomalia chamar a manutenção urgentemente.	D				
16						
17						
18						
19						
20						
ELAB:		APROVADO:			REVISADO:	
DATA:		DATA:			DATA:	

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Figura 5: Pictório do roteiro do operador

IFAM - CMC	CÓD: RO1	PLANO DE MANUTENÇÃO ROTEIRO DO OPERADOR	DATA: 21/05/2018	PÁG 1/1
MÁQUINA: TORNO ROMI MAXI-520			ID: TO 1	
 <p>The figure consists of three photographs of a green ROMI MAXI-520 lathe machine. The top-left photo shows a close-up of the control panel with callouts R11 pointing to two different knobs. The top-right photo shows the lathe's carriage and tool post with callouts R11, R08, and R16. The bottom-center photo shows the machine from a side angle with callouts R02, R04, R01, and R07 pointing to various parts of the machine's body and control area.</p>				
ELAB:		APROVADO:		REVISADO:
DATA:		DATA:		DATA:

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

PLANO DE MANUTENÇÃO DA FURADEIRA

Furadeiras são máquinas que têm como função principal executar furos em qualquer tipo de materiais. As furadeiras de coluna destacam-se por apresentarem uma coluna de união entre a base e o cabeçote. Esse arranjo possibilita a furação de elementos com as formas mais diversificadas e em série.

Figura 7: Furadeira S.A. YADOYA FY-S38



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

PLANO DE MANUTENÇÃO DA FRESADORA

Fresadora é uma máquina de movimento contínuo da ferramenta, destinada a usinagem de materiais. Os cavacos são retirados por meio de uma ferramenta de corte chamada fresa. É utilizada para cortar, desbastar, entalhar ou perfurar diversos tipos de materiais.

Figura 9: Fresadora Romi U-20



Fonte: A autora, 2018.

Figura 10: Plano de Manutenção Preventiva da fresadora

PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA										Datas para execução da man													
MÁQUINA: FRESADORA ROMI U-20		ID: FR 2	operator																				
Atividades				Frequência	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	Verificar condições dos fios, cabos e instalação elétricas externa.	MENSAL																					
2	Verificar fixação e/ou apoio da máquina no piso.	SEMESTRAL																					
3	Verificar condição e fixação das proteções de segurança.	MENSAL																					
4	Verificar fixação do cabeçote fixo e barramento da base.	SEMANAL																					
5	Verificar condições e funcionamento das chaves, botoeiras e sinais.	TRIMESTRAL																					
6	Verificar condições e funcionamento da iluminação.	MENSAL																					
7	Verificar vazamentos de ar comprimido.	MENSAL																					
8	Verificar condições, fixação e funcionamento das chaves, botoeiras e sinais.	MENSAL																					
9	Verificar no painel de operação o funcionamento e condições do sistema de emergência.	MENSAL																					
10	Efetuar nivelamento.	TRIMESTRAL																					
11	Limpar os filtros de ar do quadro de comando e verificar suas condições. Substituir caso seja necessário.	SEMANAL																					
12	Verificar nível de óleo do reservatório.	SEMANAL																					
13	Verificar a existência, condições e limpeza de placas e etiquetas de avisos e de advertência na máquina, quadros e painel de comando.	ANUAL																					
14																							
15																							
ELABORADO:																							
DATA:																							
APROVADO:																							
DATA:																							
REVISADO:																							
DATA:																							

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

PLANO DE MANUTENÇÃO DO MOTO ESMERIL

Os esmeris são compostos por rebolos de material especialmente duro, presos ao eixo de um motor elétrico que faz com que eles girem. São ferramentas de usinagem utilizadas para desbaste, tirar rebarbas de uma peça forjada ou serrada, arredondar cantos de peças, etc.

Figura 11: Moto esmeril



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

PLANO DE MANUTENÇÃO DA MORSA

A morsa é uma ferramenta normalmente montada sobre uma bancada, que serve para segurar um objeto enquanto se trabalha nele ou para fazer acabamentos como cortar, lixar, limar, entre outros. Eles possuem diferença no tamanho dos mordentes.

Figura 13: Morsa



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

As atividades, assim como sua periodicidade, podem mudar de acordo com a identificação de necessidade, esta identificação se dá através do cálculo dos indicadores da manutenção conforme foi abordado na revisão bibliográfica.

CONCLUSÃO

Propõe-se o planejamento de manutenção preventivo para as máquinas e equipamentos do laboratório de usinagem do IFAM, com o objetivo de aumentar a confiabilidade e disponibilidade.

O modelo proposto, ao final objetiva à distribuição adequada de recursos, a adoção de políticas diferenciadas para cada equipamento e a análise das principais atividades que envolvem uma área de PCM. Entretanto, a palavra-chave do modelo é o planejamento, seja na compra de equipamentos e itens críticos que podem acarretar paradas do sistema; na provisão de qualificação para a equipe da manutenção ou no uso de software de manutenção.

Sendo assim, o modelo proposto apresentado pode ser muito importante para garantir a disponibilidade e confiabilidade do equipamento. Desta forma, acredita-se que, de forma geral, esta sugestão é aplicável e apresentará resultados positivos.

REFERÊNCIAS

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

BELINELLI, Marjorie et al. **Implantação de planos de lubrificação industrial: estudo de caso em uma indústria papelreira**. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 1, n. 1, p. Páginas 88-99, 2009.

DUTRA, Jhonata Teles. **Planejamento e Controle da Manutenção Descomplicado**. ENGETELES: Curso de Planejamento e Controle de Manutenção, Novembro 2017.

FIGUEIREDO, Marcelo Tamaoki; RODRIGUES, Anderson Lacerda. **Proposta de implantação da manutenção preventiva no setor de solda em uma empresa metalmeccânica**. Trabalhos de Conclusão de Curso do DEP, v. 13, n. 1, 2018.

FOGLIATO, Flavio; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Elsevier Brasil, 2009.

GARCIA, Fabiano Luiz. **Proposta de Implantação de Manutenção Preventiva em um Centro de Usinagem Vertical: Um Estudo De Caso**. Tecnologia e Tendências, v. 9, n. 2, p. 88-115, 2017.

GOMES, P. C. et al. **Manutenção Autônoma Aplicada na Melhoria dos Processos Industriais: Um Estudo de Caso em uma Empresa do Pólo Industrial de Manus-PIM.** In: VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 2011.

GOMES, Marcelo Cavalcante; LIMA, Carlos Roberto Camello; DA SILVA, Iris Bento. **Implantação da lubrificação autônoma como ferramenta essencial do TPM: uma abordagem prática.** XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2012.

KARDEC, Allan; NASCIF, Júlio. **Manutenção - Função Estratégica.** 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, 2001.

LAMB, Maiquel Auri et al. **Modelo de Planejamento e Controle da Manutenção Para Empresas de Saneamento Básico.** XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, 2013.

LIMA, Rafael Sales de. **A importância da manutenção e do seu planejamento para a indústria,** Trabalho de Conclusão de curso, 2015.

MARÇAL, Rui Francisco Martins UTFPR. **Aplicação da Manutenção Produtiva Total (TPM): estudo de caso em uma Indústria Alimentícia,** 2011.

MARQUES, Dorli João Carlos. **Trabalhos acadêmicos: normas e fundamentos.** Revista e ampliada. Manaus: Faculdade Salesiana Dom Bosco, Universidade Federal do Amazonas, 2009

NOGUEIRA, Cássio Ferreira; GUIMARÃES, Leonardo Miranda; DA SILVA, Margarete Diniz Brás. **Manutenção industrial: implementação da manutenção produtiva total (tpm).** e-xacta, v. 5, n. 1, 2012.

NASCIF, Júlio. **Manutenção: Tipos e tendências:** ENGEMAN, 2017. Disponível em: <<http://blog.engeman.com.br/manutencao-tipos-e-tendencias>> Acesso em: 26 de maio de 2018.

NASCIF, Júlio. **Indicadores de Manutenção:** ENGEMAN, 2017. Disponível em: <<http://blog.engeman.com.br/indicadores-de-manutencao/>> Acesso em: 26 de maio de 2018.

Manutenção Centrada na Confiabilidade: ENGEMAN, 2017. Disponível em: <<http://blog.engeman.com.br/manutencao-centrada-na-confiabilidade/>> Acesso em: 10 de junho de 2018.

QUINELLO, Robson; NICOLETTI, José Roberto. **Inteligência competitiva nos departamentos de manutenção industrial no Brasil**. JISTEM: Journal of Information Systems and Technology Management, v. 2, n. 1, 2005.

ROMI. Disponível em:
<http://www.romi.com.br/index.php?id=mf_romi_dcm62&L=ufascostrwempr> Acesso em:
17 maio de 2018.

TPM – **Guia completo da Manutenção Produtiva** total: ENGEMAN. Disponível em:
<<http://blog.engeman.com.br/e-books>> Acesso em: 26 de maio de 2018.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM-Planejamento e Controle da Manutenção**. Qualitymark Editora Ltda, 2002.

YADOYA. Disponível em: <<http://www.yadoya.com.br>> Acesso em: 17 maio de 2018.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, v. 171, 1998.

4 etapas para construir o plano de lubrificação de sua empresa: NG Blog. Disponível em:
<<http://www.ngi.com.br/novidades/4-etapas-construir-plano-lubrificacao-empresa/#sobre>>
Acesso em: 10 de Junho de 2018.