

N. CLASS.	M 621.942
CUTTER	D 978 i
ANO/EDIÇÃO	2014

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS**  
**ENGENHARIA MECÂNICA**  
**FABRÍCIO DUTRA**

**IMPLANTAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM TORNO**  
**MECÂNICO**

**Varginha**

**2014**

**FABRÍCIO DUTRA**

**IMPLANTAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM TORNO  
MECÂNICO**

Trabalho de conclusão de Curso apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré requisito para obtenção do grau de Engenharia Mecânica, sob orientação do Prof. Esp. Rullyan Marques Vieira.

**Varginha**

**2014**

**FABRÍCIO DUTRA**

**IMPLANTAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM TORNO  
MECÂNICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para a obtenção do grau de Engenharia Mecânico pela banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em    /    /

---

---

---

OBS:

Dedico este trabalho primeiramente a Deus por ter me dado sabedoria e competência para fazê-lo. Depois, dedico este trabalho à minha família, pela compreensão e ajuda durante todos os períodos deste curso.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, por todo o apoio durante este período. Agradeço aos professores, que se empenharam ao máximo para transmitir todo o conhecimento possível para a minha formação. E agradeço aos amigos de trabalho pela imensa ajuda em ideias, opiniões e conselhos oferecidos durante a construção deste trabalho.

“Quando você puder medir aquilo que está falando e expressá-lo em números, você sabe alguma coisa sobre o que está falando. Quando você não puder expressá-lo em números, o seu conhecimento é parco e insatisfatório. Pode ser o começo de um conhecimento, mas mal se pode dizer que o seu pensamento atingiu o estado da ciência”. *Lord Kelvin*

## RESUMO

O trabalho tem como foco a implantação de um plano de manutenção preventiva em torno mecânico, com o melhor plano de ação preventivo, com a finalidade de reduzir possíveis falhas ou queda na produção, através de planejamento em intervalos de tempo. Apresentar os impactos de uma manutenção preventiva, realizada em máquinas que não estejam em falha, através de serviços realizados em datas predeterminadas. Abordando conceitos teóricos da estrutura organizacional da manutenção, evolução e apresentando conceitos gerais sobre os vários tipos de manutenção. Visando melhorias no sistema de gestão, fazendo com que a manutenção continue prestando serviços de qualidade, atendendo sempre as necessidades da produção, proporcionando o aumento da produtividade e da vida útil dos equipamentos e máquinas.

**Palavras-chave:** Manutenção. Manutenção Preventiva. Objetivo da Manutenção Preventiva.

## **ABSTRACT**

*This work has its focus on preventive maintenance, and also with the best plan of preventive action, as well as the good to reduce some possible failures or a declining production through planning in intervals. Presenting the impacts of a good preventive maintenance, done in machines that show no failure, through jobs that are done in predetermined dates. Approaching concepts in theoretical ways of maintenance organizational structure, evolution and presenting general concepts about the several types, kinds of maintenance. Aiming improvements in the management system, causing the maintenance to continue on providing services of a certain quality, attending, always, the need that the production demands, offering the rise of the productivity and equipment, machines lifespan.*

*Keywords: Maintenance. Preventive maintenance. Goals of maintenance preventive.*

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1: Torno Mecânico.....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 2: Barramento do Torno Mecânico.....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 3: Cabeçote Fixo.....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 4: Cabeçote Móvel.....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 5: Caixa Norton.....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 6: Setor de Ferramentaria.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 7: Barramento e Fuso.....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 8: Recomendações de Manutenção.....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 9: Sistema Elétrico do Torno Mecânico.....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 10: Lubrificação Geral do Torno Mecânico.....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 11: Pontos de Graxeiras.....</b>	<b>42</b>

## LISTAS DE TABELAS

<b>Tabela 1: Placa de Identificação do Sistema de Lubrificação.....</b>	<b>42</b>
<b>Tabela 2: Plano de Intervenções do Torno Mecânico.....</b>	<b>43</b>
<b>Tabela 3: Situação da Manutenção no Brasil.....</b>	<b>49</b>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 CONCEITOS DE MANUTENÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Históricos da Manutenção.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Funções da Manutenção.....</b>	<b>17</b>
2.2.1 Atividades da Manutenção.....	18
<b>3 TIPOS DE MANUTENÇÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1 Manutenção Corretiva.....</b>	<b>20</b>
3.1.1 Manutenção Corretiva Não Planejada.....	21
3.1.2 Manutenção Corretiva Planejada.....	22
<b>3.2 Manutenção Preventiva.....</b>	<b>23</b>
3.2.1 Manutenção Preventiva Não Periódica.....	24
3.2.2 Manutenção Preventiva Periódica Sistemática.....	25
3.2.3 Implantação da Manutenção Preventiva.....	25
3.2.4 Análises de Viabilidade e Custos da Manutenção Preventiva.....	26
3.2.5 Manutenção Preventiva Versus Manutenção Corretiva.....	27
3.2.6 Vantagens da Manutenção Preventiva.....	27
3.2.6.1 Desvantagens da Manutenção Preventiva.....	28
3.2.6.2 Objetivos da Manutenção Preventiva.....	29
<b>3.3 Manutenção Preditiva.....</b>	<b>30</b>
<b>3.4 Manutenção Detectiva.....</b>	<b>31</b>
<b>3.5 Engenharias de Manutenção.....</b>	<b>32</b>
<b>3.6 Manutenção Produtiva Total (TPM).....</b>	<b>32</b>
<b>4 MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM TORNO MECÂNICO.....</b>	<b>34</b>
4.1 Torno Mecânico.....	34
4.1.1 Principais Partes do Torno Mecânico.....	34
4.2 Conhecimento Operacional.....	37
4.3 Procedimentos.....	37
4.3.1 Resultados de Procedimentos.....	38
4.4 Recomendações de Manutenção para Torno Mecânico.....	38
4.5 4.5 Recomendações para Manutenção Preventiva do Sistema Elétrico do Torno Mecânico.....	40
<b>5 LUBRIFICAÇÃO.....</b>	<b>41</b>
5.1 Lubrificação Geral.....	41
5.2 Lubrificação Recomendado pelo Fabricante .....	43
<b>6 Planos de Intervenções no Torno.....</b>	<b>44</b>
6.1 Vantagens da Implantação da Manutenção Preventiva em Torno Mecânico.....	45

<b>7 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA MANUTENÇÃO.....</b>	<b>46</b>
<b>7.1 Manutenção Centralizada.....</b>	<b>46</b>
<b>7.2 Manutenção Descentralizada.....</b>	<b>47</b>
<b>8 CUSTOS DA MANUTENÇÃO.....</b>	<b>48</b>
<b>8.1 Custos Diretos.....</b>	<b>48</b>
<b>8.2 Custos Indiretos.....</b>	<b>49</b>
<b>8.3 Custos da Falta de Manutenção.....</b>	<b>49</b>
<b>9 TENDÊNCIAS MUNDIAIS DO TIPO DE MANUTENÇÃO.....</b>	<b>50</b>
<b>10 CONCLUSÃO.....</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>53</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A manutenção preventiva em torno mecânico proporciona um determinado ritmo de trabalho para o setor envolvido, assegurando o equilíbrio necessário ao bom andamento das atividades no processo produtivo. Com isso evitando que peças de um conjunto trabalhe de forma irregular sobrecarregando as demais peças que interagem com o sistema, proporcionando diminuição da vida útil das demais peças.

Através de estudos e relatos sobre o histórico de manutenção do torno mecânico e do detalhamento do seu funcionamento e suas principais partes e funções será apresentado uma proposta de manutenção preventiva, definindo o fluxo de intervenções da máquina e promovendo rotinas diárias de manutenção, com o auxílio dos operadores, buscando dessa forma um perfeito andamento o processo produtivo e da vida útil do equipamento. O plano preventivo de manutenção irá disponibilizar um melhor acompanhamento da situação da máquina com a análise periódica de sua situação geral, com isso se evita a quebra e a parada total do equipamento e conseqüentemente da produção.

Manutenção Preventiva é a manutenção ou a ação planejada prevenindo a ação corretiva, *realizada* com o objetivo de reduzir, evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado com periodicidade definida. De acordo com Xavier (2003) um dos segredos de uma boa preventiva está na determinação dos intervalos de tempo. Como, na dúvida, temos a tendência de sermos mais conservadores, os intervalos normalmente são menores que o necessário, o que implicam paradas e troca de peças desnecessárias. Um dos principais obstáculos para definir um bom planejamento de manutenção preventiva consiste na dificuldade em conciliar a minimização de custos com a satisfação de índices mínimos de confiabilidade.

Devido à grande competitividade das indústrias para se manter, no mercado, houve a necessidade de uma transformação da manutenção, afim dela ser usada não só quando estivesse problemas, mas com objetivo de evita-los. Assim, foram criados outros tipos de manutenção: preditiva é o monitoramento periódico de máquinas e equipamentos através de dados coletados por meios de inspeções. As técnicas mais usadas são análise de vibração, inspeção visual, ultrassom, e outras técnicas de análise não destrutiva, fornecendo dados para a manutenção preventiva; corretiva que tem a finalidade do conserto imediato assim que ocorre a falha ou quebra do equipamento ou máquina que não esteja em funcionamento, normalizando o processo produtivo, com o principal objetivo de obter a máxima eficiência do

equipamento logo após seu concerto sem causar grandes perdas devido a sua eventual quebra Sousa (2007).

Um dos fatores mais importante para a escolha da manutenção preventiva é o fato desse tipo de manutenção manter os processos de produção contínuo, mantendo máquinas e equipamentos em perfeito estado de funcionamento e preservada.

A manutenção preventiva deve ser considerada um dos tipos de manutenção de maior importância em uma empresa, pois visa evitar estas falhas através de inspeções periódicas.

A utilização da manutenção preventiva é definida através de dados estatísticos de arquivos ou históricos disponíveis nas empresas, geralmente descrito em manual de instruções ou checklist, feitos pelos supervisores, engenheiros ou gestores, procurando determinar o provável tempo que ocorrerá a falha. Reduzindo a probabilidade e falhas, devido a manutenção ser realizada com antecedência, visto que não poderá determinar exatamente quando. Com a manutenção preventiva é realizado algumas tarefas programadas como: inspeções, reformas e principalmente substituição de peças.

A manutenção preventiva é implantada em equipamentos onde não for possível fazer a manutenção preditiva (manutenção contínua); nos equipamentos fundamentais; se houver riscos de agressão ao meio ambiente; quando o equipamento possuir aspectos relacionados com a segurança pessoal e da instalação; nos equipamentos fundamentais; nos equipamentos complexo e de operação contínua.

## 2 CONCEITOS DE MANUTENÇÃO

Segundo a obra de Harris (1987), “a manutenção tem como função manter uma disponibilidade adequada a um custo adequado”.

De acordo com a obra de A.Kelly e M.J.Harris (1987, p. 1.1), “a manutenção tem sido desprezada a um nível organizacional inferior e, muitas vezes, até bastante deslocada em relação às demais funções da empresa”. A idéia de que a manutenção é uma fonte de gastos ainda é bastante comum, porém, com o advento dos atuais sistemas integrados de produção, estes conceitos devem ser modificados.

Hoje essa idéia de que a manutenção é uma fonte de gasto, já é bem diferente, devido aos atuais sistemas de produção que não permitem imprevisões, por causa de metas já estipuladas que deverão ser cumpridas, para manter a instituição no mercado atual, cada vez mais exigente e competitivo. A empresa que possuir o processo produtivo mais estável e contínuo se destacam com procedimentos de manutenção atuantes no sistema produtivo.

O autor afirma nessa época que a manutenção tinha pouca importância e de pouca relevância, pois não se tinham conhecimentos da série de vantagens que a empresa possuíam com uma manutenção bem estruturada.

Conforme reporta a obra TELECURSO 2000 (p.10), “o que a manutenção tem a ver com a qualidade total?”.

Disponibilidade de máquina, aumento da competitividade, aumento da lucratividade, satisfação dos clientes, produtos com zero defeito. Todos estes conceitos estão por trás da manutenção, que quando não levadas em consideração passam despercebidas, tornando-se um ponto fraco da empresa, deixando de obter todas essas vantagens competitivas.

Nas últimas duas décadas a manutenção tem passado por mudanças, mais do que qualquer outra parte das organizações.

Conforme relata Alan Kardec Pinto (1998, p.03): essas mudanças são em função do aumento bastante rápido do número e diversidade dos itens físicos, projetos mais complexos, novas técnicas de manutenção, novos enfoques sobre a organização da manutenção e suas responsabilidades.

## 2.1 Históricos da Manutenção

De acordo com Tavares (1998), a história da manutenção acompanha o desenvolvimento técnico industrial da humanidade. No fim do século XIX, com a mecanização das indústrias, surgiu a necessidade dos primeiros reparos. Até 1914, a manutenção tinha importância secundária e era executada pelo mesmo efetivo de operação. Com a chegada da primeira guerra mundial e a implantação da produção em série, instituída por Ford, as fábricas passaram a estabelecer programas mínimos de produção e, em consequência, sentiram necessidade de criar equipes que pudessem efetuar reparos em máquinas operatrizes no menor tempo possível. Assim surgiu um órgão subordinado à operação, cujo objetivo básico era de execução da manutenção, hoje conhecida como manutenção corretiva. Esta situação se manteve até a década de 30, quando, em função da segunda guerra mundial e da necessidade de aumento de rapidez de produção, a alta administração industrial passou a se preocupar, não só em corrigirem falhas, mas evitar que elas ocorressem, e o pessoal técnico de manutenção passou a desenvolver o processo de prevenção de avarias que, juntamente com a correção, completavam o quadro geral de manutenção, formando uma estrutura tão importante quanto à de operação.

Souza (2009), ressalta dizendo que entre 1930 a 1940 aparece a Manutenção Preventiva, quando a alta administração passou a se preocupar não apenas em corrigir as falhas, mas também a prevenir a ocorrência delas.

De acordo com Nakajima (1989), com a consolidação do termo manutenção na indústria, surge em 1951 a Manutenção Preventiva, em 1954 a Manutenção do Sistema Produtivo, e em 1957 a Manutenção Corretiva com a incorporação de melhorias.

Pinto e Xavier (2009), afirma que desde a década de 30, a evolução da manutenção pode ser dividida em quatro gerações.

A Primeira Geração correspondente ao período antes da Segunda Guerra Mundial, quando a indústria era pouco mecanizada, os equipamentos eram rudimentares e na sua grande maioria, superdimensionados, não eram padronizados. Devido à falta de condições econômica da época, não davam muito importância a produtividade, por isso não aviam a necessidade de uma manutenção sistematizada; ou seja, a manutenção era exclusivamente corretiva.

Por volta de 1950 com o crescimento industrial com o objetivo de atender aos esforços pós-guerra e com a evolução da aviação comercial e da indústria eletrônica observaram que o

tempo gasto para diagnosticar as falhas era maior do que o de execução do reparo, para atender essa deficiência passaram a selecionar equipes de especialistas para compor um órgão de assessoramento que se chamou de Engenharia de Manutenção que recebeu os encargos de planejar e controlar a Manutenção Preventiva e analisar as causas e efeitos das avarias.

No final dos anos 60 a manutenção passa a adotar ciclos com intervalos entre duas revisões durante a parada do equipamento, envolvendo todos trabalhos de ajustes e trocas de peças. Com isso a engenharia de manutenção passou a desenvolver critérios baseados e associados a métodos de planejamentos e controle de manutenção automatizada.

Com o objetivo de ocupar o tempo ocioso do colaborador de operação, em 1970 os japoneses adotam os próprios colaboradores para fazerem atividades simples de manutenção, analisando os equipamentos e a engenharia de manutenção para reavaliar os projetos dos equipamentos e instalações.

A Segunda Geração correspondente entre a Segunda Guerra Mundial e aos 70 quando começou um grande crescimento da mecanização e da complexidade das instalações industriais. Na busca de maior produtividade e evitar falhas, se viu a necessidade de maior disponibilidade e maior confiabilidade, se criou o conceito de manutenção preventiva.

Em consequência do elevado custo da manutenção, se viu a necessidade de buscar meios para aumentar a vida útil dos itens físicos através do uso de sistemas de planejamentos e controle de manutenção, fazendo parte até hoje da manutenção moderna.

A Terceira Geração corresponde entre os anos 70 e 90, período de crescimento da automação e da mecanização, que passou a indicar que a confiabilidade e disponibilidade tornaram se pontos chaves de setores distintos. As paradas da produção causam efeitos (aumento nos custos, diminuição da capacidade de produção e comprometimento da qualidade) se agravando com a tendência mundial de utilizar sistemas just-in-time. Reforçando o conceito de manutenção preditiva e a interação entre as fases de implantação de um sistema (projeto, fabricação, instalação e manutenção) tornando mais evidente a Disponibilidade/Confiabilidade.

Conforme relatam Pinto e Xavier (2009), a Quarta Geração teve seu início nos anos 90 e se estendendo até os dias atuais, mantendo algumas expectativas existentes na Terceira Geração. A medida de performance mais importante da manutenção e a disponibilidade. A confiabilidade dos equipamentos é um fator de constante busca pela manutenção. O fortalecimento das ações de Engenharia de Manutenção incorporado na estrutura organizacional da manutenção, tem como as três maiores justificativas da sua existência a

Disponibilidade, a Confiabilidade e a Manutenibilidade. Surgindo além disso, novas expectativas em relação à manutenção: como a segurança, preservação do meio ambiente, gerenciamento dos ativos e a influência nos resultados do negócio. Verificando também algumas mudanças nas técnicas de manutenção: minimização nas manutenções corretiva não planejada e preventiva, aumento da manutenção preditiva e monitoramento da condição, análise de falhas e contratações de serviços baseados em resultados.

Conforme o livro do TELECURSO 2000 (p. 11):

A manutenção, embora despercebida, sempre existiu, mesmo nas épocas mais remotas. Começou a ser conhecida com o nome de manutenção por volta do século XVI na Europa Central, juntamente com o surgimento do relógio mecânico, quando surgiram os primeiros técnicos em montagem e assistência.

Tomou corpo ao longo da revolução industrial e firmou-se, como necessidade absoluta, na segunda guerra mundial. No princípio da reconstrução pós-guerra, Inglaterra, Alemanha, Itália, e principalmente, o Japão, alicerçaram seu desempenho industrial nas bases da engenharia e manutenção.

Nos últimos anos, com a intensa concorrência, os prazos de entrega dos produtos passaram a ser relevantes para todas as empresas. Com isso, surgiu a motivação para se prevenir contra as falhas de máquinas e equipamentos. Essa motivação deu origem à manutenção preventiva.

## 2.2 Funções da Manutenção

A função da manutenção é garantir com suas atividades patamares cada vez mais altos na disponibilidade do sistema produtivo dentro de qualquer empresa, otimizando o desempenho da planta produtiva, controlando e reduzindo os custos de produção e aumentando ou pelo menos mantendo a lucratividade, num mercado cada vez mais competitivo e globalizado.

Segundo F Monchy (1989), a manutenção é um elemento chave de produtividade das empresas, para reparos e concertos dos equipamentos de produção, como para a qualidade dos produtos. É tratada como um desafio à gerência e torna necessário repensar sobre as estruturas atuais e promover métodos adaptados à nova realidade do mercado competitivo.

Conforme Nepomuceno (1998), a principal finalidade da manutenção é a conservação das máquinas e equipamentos, mantendo as em condições adequadas de funcionamento, cobrindo uma faixa bastante ampla de funções suas atividades, como exemplo: selecionar, treinar e qualificar pessoal para obter responsabilidade de manutenção, efetuar reparos, acompanhamento de projetos e montagens de instalações para que no futuro a manutenção possa ter condições de realizar melhorias dos mesmos, de acordo com a necessidade; preparar

lista de materiais sobressalentes necessários programando sua conservação; prevendo com antecedência a necessidade do material sobressalente; no que se refere a prever suas necessidades, separar o tratamento de cada equipamento estrangeiros dos nacionais sobressalentes; nacionalizar o maior número de equipamentos possíveis, dentro dos critérios de menor custo e ótima performance; para cada equipamento que haja intervenção manter um sistema de controle de custos de manutenção.

Diversos autores defendem que a função manutenção deve ter um caráter independente das operações (serviço ou produto), com orçamento definido com meios próprios. Mas destacam a necessidade de considerar as operações como função de prioridade da empresa, sendo a manutenção uma função de apoio na realização da empresa.

A ideia de que a função manutenção consiste numa atividade de apoio às operações não deve ser encarada como se a manutenção desempenhasse um papel de dependência em relação à prestação do serviço e a produção. Como causa deste raciocínio (incorreto), tem se o hábito exigir-se da manutenção uma resposta rápida no caso de dano do equipamento, sem ao menos dar os conhecimentos e os meios e para colocar em prática uma política de manutenção planejada e enquadrada na estratégica empresarial.

Nas empresas que adotam uma estrutura de gestão bem definido (médias e grandes empresas), a importância da função é reconhecida, retribuindo uma regra de igualdade com as operações e outras funções da empresa. À manutenção se refere a responsabilidade pelos equipamentos, edifícios e instalações, com participação no conjunto e intervenção na instalação e manutenção a vida útil dos equipamentos.

### 2.2.1 Atividades da Manutenção

De acordo com Branco Filho (2008), a atividade de manutenção deduz um propósito bem mais abrangente do que simplesmente manter as condições originais dos equipamentos. Algumas vezes é insuficiente manter essas condições, com a implantação de melhorias visando o aumento de produtividade devendo também fazer parte do trabalho dos departamentos de manutenção. As Atividades de Melhorias se baseiam no uso e implantação de novos métodos e técnicas para se tornarem mais produtivos e eficientes as atitudes e os métodos de trabalho.

Caetano (2009), relata que as Atividades de Melhorias incluem as alterações ou modificações aplicadas no melhoramento de desempenho do equipamento, ajustando para as

novas condições de funcionamento, reabilitando e melhorando as suas características operacionais.

De acordo Pinto e Xavier (2009), o modo pelo qual é executado a intervenção nos equipamentos, sistemas ou instalações caracterizam os vários tipos de manutenção existentes e podem ser destinadas também como Engenharia de Manutenção.

### 3 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Conforme relata Viana (2008), vários autores relatam os diversos tipos de manutenções, que nada mais são do que as maneiras de como são realizadas as intervenções nos instrumentos e máquinas de produção.

Os diversos tipos de manutenção esta relacionados aos acontecimentos ocorridos durante a sua operação gerando intervenções. Quando não organizadas corretamente essas intervenções, não são percebidas se tornam rotinas, gerando assim a necessidade de definir qual tipo de intervenção é mais adequada dentre todas existentes de acordo com a necessidade do processo.

De acordo com a apostila de manutenção mecânica do SENAI/SC (2000, P.03), a manutenção de equipamentos e máquinas, consiste na atividade que permite a indústria conservar seu potencial de produção em níveis economicamente competitivos e constantes, podendo ser corretiva, preventiva e preditiva. Se percebe cada vez mais que a manutenção está se tornando prioridade dentro das organizações, porém está ligada diretamente ao ponto forte da empresa que é seu produto acabado.

Com as técnicas de manutenção sendo cada vez mais com contínuo aperfeiçoamento, trazendo melhorias no sentido de otimizar o sistema de manutenção, observando que para cada tipo de manutenção as recomendações e procedimentos devem ser seguidos, de acordo com cada empresa.

Alan Kardec Pinto (1998, p.30), relata que algumas práticas simples definem os tipos de manutenção que são, manutenção corretiva planejada, manutenção corretiva não planejada, manutenção preventiva, manutenção preditiva e manutenção detectiva. Deve observar que esses não são novos tipos de manutenção, mas sim ferramentas que permitem a aplicação dos tipos principais de manutenção.

#### 3.1 Manutenção Corretiva

Segundo Viana (2008), manutenção corretiva é a imediata intervenção necessária, afim de evitar graves consequências aos equipamentos de produção, ao meio ambiente e à segurança do trabalhador.

Há uma imensa variedade de maneira de falhar apresentado pelo sistema, originando diferentes defeitos em diversas operações, em qualquer tipo de serviço em que estejam

realizando. As falhas acidentais ou abruptas não podem ser previstas, enquanto que as falhas causadas por degeneração, são consideradas do tipo gradual podem ser previstas.

De acordo com Sousa (2009), a falha de um equipamento pode causar perda parcial ou total da capacidade operacional do equipamento. Acontecendo essa falha, a mesma deverá ser corrigida de qualquer forma, essa correção é definida como Manutenção Corretiva. Este tipo de manutenção mantém em operação a unidade produtiva ou equipamento, ocorrendo tal falha ela tem o objetivo de prestar os serviços de manutenção no melhor prazo possível, permitindo o imediato retorno das operações, conforme os níveis de segurança e qualidades exigidos.

É de responsabilidade da Manutenção Corretiva a geração de informações necessárias para análise de desempenho, de outros parâmetros e da repetitividade da falha. É necessário que seja dado destaque à formação de uma equipe competente para transmitir estas informações de forma correta ao programa de manutenção preditiva, a partir de análise das causas das falhas, visto que as principais informações necessárias à análise originam da Manutenção Corretiva.

A tendência dos serviços de manutenção corretiva é se tornarem repetitivos ao longo do tempo, por isso é necessária uma velocidade maior nas intervenções e com aparecimento de novas técnicas, materiais e oficinas adequadas. O grande volume de intervenções é por causa da ação de corrosão e de deterioração devido a ação do tempo e o uso, por causa das falhas operacionais, se aplica o regime corretivo aos equipamentos rotativos.

A ocorrência das falhas nos leva a uma profunda análise da busca da causa através do sistema. Se a causa for identificada e eliminada, a correção será finalizada com a identificação e registros das informações no histórico do equipamento.

### 3.1.1 Manutenção Corretiva Não Planejada

Conforme aborda Sousa (2009), o aparecimento de uma falha, quase não nos possibilita de um planejamento prévio ou uma preparação, tal falha acontece de forma imprevisível e súbita, causando uma ação de urgência ou emergência para a equipe de manutenção. Reconhecemos imediatamente uma urgência que deve ser executada rapidamente, onde toda equipe de manutenção deve dar atenção para atender a ocorrência para o reparo do equipamento.

De acordo com Santos (2007), a manutenção corretiva não planejada descreve o princípio, em que os mecânicos somente consertavam o que estavam quebradas, não dando a devida atenção com os efeitos ou causas que provocaram o defeito.

Na manutenção corretiva não planejada, a sua adoção leva em conta fatores econômicos e técnicos. A ação é tomada sempre após a ocorrência da falha de maneira aleatória.

Esse tipo de manutenção do ponto de vista do custo é a mais barata do que prevenir falhas dos equipamentos, entretanto pode causar enormes perdas por causa da parada da produção.

Em equipamentos que não comprometem o sistema produtivo (quantitativo ou qualitativo), e a integridade física do funcionamento, utilizam-se a manutenção corretiva, entretanto é preciso obter dos recursos necessários, mão de obra, ferramental para agir com rapidez e peças de reposição.

No caso de uma emergência, é fundamental fazer uma minuciosa avaliação, originando uma atividade de melhoria no equipamento, Manutenção Preventiva e Preditiva.

### 3.1.2 Manutenção Corretiva Planejada

Conforme relatam Pinto e Nascif (2009), a manutenção corretiva não planejada é a correção de um desempenho menor do que da falha ou esperado, é a atuação em função do acompanhamento, ou seja, pela decisão de operar até a quebra, por decisão da gerencia diretamente ligada aquele equipamento.

De acordo com Xavier (2009), a correção do desempenho menor do que o esperado ou da falha por decisão da gerencia, com base na modificação dos parâmetros de condição observados pela manutenção preditiva.

A maneira correta dos procedimentos da manutenção corretiva planejada pode resultar de vários fatores, como, aspectos relacionados com segurança; negociação de paradas de produção; garantia da existência de sobressalentes, ferramental, recursos humanos, equipamentos e tecnologia necessária para a execução dos serviços e em qualidade suficiente.

Uma vez que a falha é esperada a manutenção corretiva planejada facilita o planejamento dos recursos necessários para a operação. Em equipamentos simples e com falhas bem nítido também se justifica a implantação da política da manutenção corretiva

programada. Os custos de prevenção e planejamento dos reparos são bem elevados em relação ao da corretiva não planejada.

### **3.2 Manutenção Preventiva**

Conforme relata Branco Filho (2009), manutenção preventiva se baseia em todo serviço em máquinas que não estejam com falhas, isso é aquele trabalho realizado antes do acontecimento da falha, estando no máximo em condições de defeito ou em condições operacionais.

Para Sousa (2009), é aquela manutenção que auxilia a corretiva, através de aplicação de uma técnica que envolve o conhecimento dos equipamentos e suas instalações, sendo responsável pela intervenção no sistema que poderá interromper ou não a produção de forma programada e planejada. Não é apropriado imaginar que a manutenção preventiva seja uma mistura de atividades de verificações e trocas periódicas de peças. Para esse tipo de manutenção não existe uma padronização, devido aos equipamentos, aos processos e as operações serem diferentes.

É tarefa do Gerente de Manutenção da empresa definir uma estratégia para justificar e facilitar a ideia da manutenção preventiva, e os argumentos deverão ser escolhidos com base nos atos que abrange menor custo para a empresa e maior produtividade. Tal resultados podem ser conseguidos em um pequeno período, pela introdução de métodos e de um sistema de manutenção preventiva organizada, escolhendo primeiramente um planejamento de inspeção, calibração, limpeza e lubrificação, e em último caso, é que se precisa partir para a implantação de um programa de troca de componentes, que representa um elevado custo da manutenção preventiva.

Na manutenção preventiva não poderá haver imprevisto, toda manutenção deverá ser prevista e planejada. Tal imprevisto será, na realidade uma atividade corretiva e deverá ser anotada como tal, distinguindo o verdadeiro sintoma, sua causa e o procedimento essencial para anular a causa da falha.

A intervenção preventiva eficaz e correta é baseada em planos previamente determinados entre a produção e manutenção, originado de um arquivo técnico, cuja sua criação iniciou-se durante o período do projeto até ao acompanhamento do histórico, Sousa (2009). Cujos registros deverão ser melhorados com informações de montagem e, em seguida, das manutenções corretivas e realimentações.

A análise da vida útil dos componentes é fundamentada em dados estatísticos ou informações do fabricante, com acompanhamento constante ao longo do tempo, do número e o tipo de falha da máquina, com objetivo de localizar peças de duração limitada ou sujeitas a desgaste anormal. Ainda assim os equipamentos não são revisados no momento correto, agravando-se componentes que poderiam estar em boas condições de uso, caso se a troca fosse feita no tempo correto.

A manutenção preventiva sofre várias críticas por apresentar diversas vezes discussão sobre os resultados, devido os equipamentos serem revisados antes do tempo mínimo necessário.

Caetano (2009), relata que a elaboração de um programa de manutenção preventiva depende de vários fatores, não sendo fácil encontrar uma maneira para defini-la. Mesmo assim estabelece algumas regras para serem consideradas importantes: determinar quais são os pontos chave, conjuntos ou máquinas de maior importância para a produção e que apresentam um custo elevado de manutenção, ou alta soma de paralisação forçada ou repetidas, devido a defeitos de funcionamento; conhecer a constância com que cada conjunto ou unidade deve ser revisado em seu contexto, para localizar pontos de maior desgaste. Métodos estatísticos, gráficos de controle e curvas de probabilidade são importantes para a determinação de frequência de falhas; organizar o trabalho de modo claro (mínimo custo e tempo, máxima eficiência) aproveitando a mão de obra disponível e verificando a satisfação da mesma; fazer registros de parada do equipamento, manutenções, custos e frequência dos mesmos com visão do possível controle ou substituição da máquina; e apenas proceder à realização da manutenção preventiva se necessária, tendo em vista que é fácil passar de uma manutenção insuficiente à excessiva ou vice versa.

### 3.2.1 Manutenção Preventiva Não Periódica

Para Sousa (2009), a manutenção preventiva não periódica é aquela utilizada quando se identifica no equipamento uma degeneração, antes que ocorra a falha, podendo ser observada durante o funcionamento do equipamento e identificado pelo próprio operador ou mantenedor durante a atividade ou inspeção de manutenção

Observa-se, então que o equipamento mostra uma degeneração que não causa a perda parcial e nem total do serviço, porem futuramente poderá ser necessário o uso da manutenção preventiva não periódica.

Segundo Lafraia (2001), a manutenção preventiva não planejada ou imperfeita é aquela feita de forma não satisfatória, não acarretando a falha no sistema.

### 3.2.2 Manutenção Preventiva Periódica Sistemática

De acordo com Lafraia (2001), manutenção planejada ou imperfeita consiste naquela na qual um processo ou componente é restaurado, levado ao estado de uso tão bom quanto ao novo.

Para Sousa (2009), a manutenção preventiva periódica sistemática com suas ações se baseia no conhecimento da lei de deterioração aplicado a um componente específico e de um risco de falha confirmado. Esse tipo de manutenção é o que considera as ações de inspeção, calibração, limpeza, lubrificação e algumas trocas de componentes. As práticas de manutenção procedem sob a formato de programas de rotineiros, diários, semanais, quinzenais, composto por uma tabela organizada e conduzida para uma análise do seletivo itinerário na instalação, finalizando associação lógica de funcionário.

Podemos citar alguns exemplos de trabalhos realizados numa manutenção preventiva periódica sistemática: a limpeza dos equipamentos, pinturas de rotinas, rodagem de equipamento novo ou reparado, lubrificação, intervenções periódicas, elaboração de certificados de segurança e qualidade e revisões periódicas sazonais.

### 3.2.3 Implantação da Manutenção Preventiva

Toda empresa necessita efetuar a manutenção preventiva em seus equipamentos ou máquinas, independente da atividade que ela exerce. O checklist de manutenção preventiva é um formulário importante para que o pessoal da manutenção verifique as condições dos equipamentos e máquinas ou dispositivos mecânicos. Para isso necessita da elaboração de um plano de preventiva, através de inventário técnico, com desenhos, catálogos de manutenção dados pelos fabricantes com a característica de cada equipamento; procedimentos técnicos, com listas de obras a efetuar periodicamente; registros de reparos com históricos de problemas anteriores, com peças de reposição e custos que auxiliam o plano; frequência de controle, com a indicação precisa da data para realizar o trabalho de manutenção.

Ao implantar um programa de manutenção preventiva, o especialista levará em conta todos os prováveis defeitos que podem afetar o sistema. Através de programas simulados de

computador e testes de protótipos físicos é registrado todos os dados sobre quando e como a máquina ou equipamento deve ser mantido. Com esses dados se notam quais as peças são propensas ao desgaste e a apresentar problemas comuns que podem reduzir ao longo do tempo a eficiência de um equipamento ou máquina, com isso corrigir pequenas falhas antes que resultem em grandes problemas.

Xenos (1998), afirma que ao implantar a manutenção preventiva, deve-se levar em conta as ações preventivas como: inspeções, realizadas pelo próprio pessoal envolvido, com o operador do equipamento ou máquina e pessoal da manutenção. Outro fato importante é utilizar os sentidos humanos, como visão, audição, tato e olfato promovendo resultados eficazes e rápidos; também baseado no tempo, com objetivo de restaurar e substituir componentes e peças com tendência a falha sem intervalos determinados, ação executada não depende do estado que a peça se encontre; baseadas na condição, através dos resultados de inspeções periódicas de acompanhamento e conclusões, afim de detectar anomalias e falhas em componentes e peças dos equipamentos e máquinas. Com o monitoramento se permite agir antes que as falhas aconteçam.

A manutenção preventiva tem ampla aplicação em equipamentos e instalações cuja as falhas podem causar grandes catástrofes ou riscos de agressão ao meio ambiente e a segurança das pessoas; sistemas de operação contínua ou complexas; também se adota a manutenção preventiva quando não for possível a manutenção preditiva; em equipamentos fundamentais.

Em algumas empresas e determinados setores a implantação da manutenção preventiva é fundamental para determinados componentes e sistemas, devido ao fator segurança que sobrepõe aos demais, por causa das falhas e consequências que são catastróficas. Como no caso do setor de aviação, petroquímica, siderúrgica, indústria automobilística, em usinas de açúcar, álcool e bioenergia em equipamentos elétrico.

A manutenção preventiva dos equipamentos e máquinas devem ser agendadas quando as mesmas estiverem em menor uso, ou mesmo quando estiverem paradas. Proporcionando vários benefícios, pois se as máquinas interromperem a produção, isso pode causar problemas de serviços ao cliente, devido ao prazo de entrega.

#### 3.2.4 Análises de Viabilidade e Custos da Manutenção Preventiva

Segundo Lafraia (2001), as despesas da manutenção é o mesmo da soma dos custos de manutenção preventiva de consertos e frequência, médias de problemas.

Uma boa maneira de determinar o avanço da confiabilidade de um conjunto de equipamentos é determinar indicadores que mostram claramente o que se medir e calcular periodicamente esses indicadores, também podem ser empregados para conferir as melhorias no caso de implantar as medidas corretivas num equipamento específico.

Conforme Affonso (2005), o principal objetivo da análise de falhas é o aumento da confiabilidade operacional, reduzir os riscos de acidentes com os equipamentos, pessoais, agressão ao meio ambiente e reduzir os custos da manutenção, fazendo também pesquisa para avaliar as causas básicas de cada defeito e com esses resultados podem se inserir ações corretivas ou até mesmo outro tipo de manutenção.

Viana (2008), relata que até 1993 a composição dos custos de manutenção era formada de gastos com pessoal, e contratação de serviços externos, com a chegada do conceito de manutenção classe mundial, foram incorporados a desvalorização a e perda de faturamento.

### 3.2.5 Manutenção Preventiva Versus Manutenção Corretiva

A conciliação entre a manutenção preventiva e a corretiva está ligada inteiramente aos custos criados pelas duas, devendo ser empregadas de maneira que ocorra um equilíbrio entre nível de manutenção preventiva e custos de interrupção de produção.

A obra de Nigel Slack (1997, p.638), diz que:

A maioria da produção planeja sua manutenção incluindo certo nível de manutenção preventiva regular, o que resulta em uma probabilidade razoavelmente baixa, mas finita, de falhar. Normalmente, quando mais freqüentes os episódios de manutenção preventiva, menor é a probabilidade de ocorrer falhas. O equilíbrio entre manutenção preventiva e manutenção corretiva é estabelecido para minimizar o custo total de paradas. Manutenção preventiva pouco freqüente custara pouco para realizar, mas resultara em uma alta probabilidade de manutenção corretiva. Inversamente manutenção preventiva muito freqüente será dispendiosa de realizar, mas reduzira o custo de ter que providenciar manutenção corretiva.

### 3.2.6 Vantagens da Manutenção Preventiva

Conforme relata Zaions (2003), a manutenção preventiva mostra algumas vantagens, como a continuidade do funcionamento do equipamento, só parando para reparos em horas planejadas; a sequência da produção, uma vez que seus equipamentos determinam uma

intensidade elevada de confiabilidade, tornando executável promover a empresa a execução de metas na qualidade necessária e no tempo de entrega.

Segundo Sousa (2009), com a introdução da manutenção preventiva podemos ter a possibilidade de reduzir ou limitar a degeneração ou envelhecimento do equipamento; eliminar ou reduzir em menor quantidade os riscos de quebra nos equipamentos; estabelecer os equipamentos e suas peças sobressalentes; efetuar os concertos nos maquinários nas melhores condições para a operação; eliminar as causas de acidentes graves, garantindo a credibilidade nos equipamentos.

De acordo com Viana (1991), a manutenção preventiva traz vantagens em relação a corretiva, devido ao prolongamento da vida útil das peças diminuindo as probabilidades de quebras inesperadas e amplia a segurança dos usuários, assegurando a continuidade do funcionamento das máquinas, com paradas para reparos somente em horas programadas, facilidade por parte da produção em cumprir o planejado, as peças de podem ser previstas e o aumento de vida das máquinas.

#### 3.2.6.1 Desvantagens da Manutenção Preventiva

Segundo Viana (1991), as desvantagens da manutenção preventiva são: a maior utilização de tempo para a análise, necessidade de oficinas com mão de obra especializada e ferramentas adequadas, complexidade em avaliar se a peça substituída estava no final de sua vida útil.

Conforme Wyrebski (1997), a manutenção preventiva apresenta as seguintes desvantagens: requer um programa de manutenção bem estruturado e a necessidade de uma equipe de mecânicos competentes e a dificuldade em analisar a eficácia do prestador do serviço.

Outras desvantagens da manutenção preventiva são: o custo elevado de cada operação devido a periodicidade, a possibilidade de erro humano ser maior devido as constantes intervenções, elevado custo de mão de obra devido as intervenções serem realizadas aos fins de semana, desmontagem ainda que superficial incita à substituição de peças provocadas pela síndrome de precursão e a diversidade de operações aumenta o risco de aparecimento de novas avarias.

Sousa (2009), afirma que alguns fatores afetam a rentabilidade da manutenção preventiva; como a falta de conhecimento ou descrição dos trabalhos, erros no fornecimento

ou na administração dos estoques, má coordenação geral, insatisfatórios bens materiais, deficientes meios humanos e gênero de produção na empresa.

### 3.2.7 Objetivos da Manutenção Preventiva

Conforme abordam Smith (1993) e Palarchio (2001), a grande dificuldade da manutenção preventiva obtenha os seus objetivos é definir mediante cada equipamento a frequência de uma atividade de manutenção.

De acordo com o Livro Telecurso 2000 (p. 39), os principais objetivos das empresas são diminuição dos custos, aumento de produção, qualidade do produto, aumento da vida útil dos equipamentos, diminuição dos acidentes de trabalho e preservação do meio ambiente.

Atualmente as empresas estão na busca da qualidade total, que é hoje em dia indispensável no mercado competitivo, por isso buscam com a manutenção preventiva uma diminuição nos seus custos, com o objetivo de ampliar sua capacidade de competitividade com a vantagem de possuir um processo consecutivo e um estoque de reposição em ordem, de acordo com a sua necessidade.

O resultado de uma manutenção bem preparada e estruturada tem como complemento a qualidade do produto, pois os equipamentos empregados para a fabricação desse produto estão de acordo com as especificações requeridas de funcionamento.

Por causa das peças danificadas serem teoricamente extintas no horário de produção normal por meio do planejamento dos serviços em períodos de menor importância, a produção se torna bem mais confiável e contínuo, refletindo inteiramente na produção total, possibilitando-se acrescentar metas e alcançá-las com facilidade sem aborrecimento com quebras imprevistas.

Através da manutenção preventiva agindo constantemente, haverá um prolongamento da vida útil dos equipamentos, no entanto, as peças que ocorrer desgaste mais vezes haverá um acompanhamento mais rigoroso, e fazendo a troca de acordo com sua vida útil, promovendo a conservação das demais, entretanto a mesma não irá promover a quebra de outro elemento ligado a ela.

### 3.3 Manutenção Preditiva

De acordo com Nepomuceno (1998) a manutenção preditiva se baseia em um procedimento diferente, devido a manutenção ser realizada no momento apropriado e antes que se verifique a quebra ou qualquer outra falha. Deste modo é fundamental que a manutenção permaneça em condições de estabelecer quais os parâmetros que interessam analisar, determinar quais os limites admitidos para operações, introduzir um processo de medição e acompanhamento e apontar propriamente os valores examinados e suas variações com o funcionamento do equipamento.

Viana (2008), afirma que a manutenção preditiva são tarefas de manutenção preventiva que tem o objetivo de acompanhar a máquina ou peças, por monitoramento, por medições ou por controles estatísticos com a finalidade de tentar anteceder a continuidade da ocorrência da falha.

Conforme relatam Otani e Machado (2008), mesmo existindo outros tipos de manutenção, nenhuma categoria substitui a outra. Elas podem estar juntas, afim de obter melhores resultados. O significado da manutenção preditiva é prever, prevendo falhas nos sistemas ou equipamentos através do monitoramento do funcionamento dos equipamentos em operação.

Para Pinto e Xavier (2009), a atuação da manutenção preditiva é realizada com base em modificações de parâmetros de condições ou desempenho, pelo qual o acompanhamento obedece a uma sistemática. Os custos que envolvem a manutenção preditiva devem ser examinados por dois ângulos: a verificação periódica através de instrumentos, aparelhos de medição e análise não é muito elevado, e a mão de obra envolvida não mostra custo expressivo, tendo em vista o possível acompanhamento, também pelos operadores; entretanto, a instalação de sistemas de monitoramento contínuo online apresenta um custo inicial relativamente alto. Em relação aos gastos envolvidos, estima-se que o nível inicial de investimento é de 1% do capital total do equipamento a ser monitorado e que um programa de acompanhamento de equipamento bem gerenciado apresenta uma relação ao custo benefício de 1/5.

Para adotar a manutenção preditiva o equipamento tem que ter as condições básicas para permitir algum tipo de monitoramento ou medição; sistema ou instalação devem merecer esse tipo de ação, em função dos custos envolvidos; os monitoramentos de falhas devem

serem oriundas de causas e ter o progresso acompanhada; seja estabelecido um programa de acompanhamento, sistematizado, diagnóstico e análise.

A manutenção preditiva adota alguns fatores para análise relacionados com a segurança operacional e pessoal; redução dos custos pelo acompanhamento constante das condições dos equipamentos, evitando intervenções desnecessárias; manter os equipamentos operando por mais tempo de maneira segura. É indispensável que mão de obra da manutenção seja bem treinada, para analisar e diagnosticar os resultados, afim de produzir ação de intervenção com a qualidade semelhante aos dados registrados.

Conforme relata Caetano (2009), as técnicas mais usadas em inspeções são: análise de vibrações, análise dos parâmetros de rendimento, inspeção visual, medições ultra sônicas, termografia e análise de lubrificantes em serviço. Os objetivos da manutenção preditiva são de reduzir os trabalhos não planejados; determinar com antecedência a necessidade de realizar serviço de manutenção numa peça específica de um equipamento, admitindo um bom relacionamento com os clientes por causa da redução de paradas imprevistas de produção; maior tempo de disponibilidade dos equipamentos, proporcionando uma produção elevada a partir do capital investido; evitar a propagação dos danos; ampliar a segurança do operador da máquina; facilitar a melhoria da especificação e o projeto de futuras instalações através do histórico obtido a partir das inspeções; reduzir as perdas de produção e reduzir os custos da manutenção.

Conforme o livro do TELECURSO 2000 (p. 50)

A periodicidade dos controles é determinada de acordo com o número de máquinas a serem controladas, número de pontos de medição estabelecidos, duração da utilização da instalação, caráter estratégicos das máquinas instaladas, meios materiais colocados à disposição para a execução dos serviços.

### **3.4 Manutenção Detectiva**

Conforme Pinto e Xavier (2009), a manutenção detectiva é a ação efetuada em sistemas de proteção, controle e comando, procurando identificar falhas não percebidas pelo pessoal de manutenção e operação.

A partir da década de 90 a manutenção detectiva passou a ser mencionada na literatura, caracterizada por permitir a detecção e correção das falhas, mantendo o sistema operando. Os especialistas com esse tipo de manutenção verificam todo sistema, com objetivo

de detectar falhas ocultas podendo corrigir a situação e mantendo o sistema operando sem tirá-lo de operação. Como exemplo disso é o botão de teste de lâmpada de sinalização e alarme em painéis. É primordial a identificação de falhas ocultas afim de garantir a confiabilidade em sistemas complexos. Estas ações devem ser executadas pela equipe de manutenção, que é treinada e habilitada para esse tipo de operação.

### **3.5 Engenharias de Manutenção**

Araújo e Santos (2008), afirmam que a engenharia de manutenção é um novo conceito que compõe a quebra de padrão na manutenção. Deixando de concertar o equipamento constantemente, procurando as causas básicas, modificando situações permanentes de mau desempenho, abandonar a convivência com problemas crônicos, interferir tecnicamente nas compras, desenvolver a manutenibilidade, do feedback ao projeto, melhorar sistemáticas e padrões, também aplicando modernas técnicas com isso nivelando com a manutenção de primeiro mundo.

Engenharia de Manutenção - “é o conjunto de atividades que permite que a confiabilidade seja aumentada e a disponibilidade garantida”. Ou seja, é de ficar consertando e convivendo com problemas crônicos —, mas melhorar padrões e sistemáticas, desenvolvendo a manutenibilidade, dar feedback ao projeto e interferir tecnicamente nas compras. Quem só faz a manutenção corretiva continua “apagando incêndio”, e alcançando péssimos resultados. Desta forma, a organização que utilizar a manutenção corretiva, mas incorporando a preventiva e a preditiva, rapidamente estará executando a engenharia de manutenção (XAVIER, 2003, p. 5).

### **3.6 Manutenção Produtiva Total (TPM)**

Xenos (1998), relata que a manutenção produtiva total surgiu no Japão na década 70, criada e desenvolvida dentro do Sistema Toyota de Produção (STP), com o objetivo de eliminar os desperdícios, envolvendo todos os colaboradores e aperfeiçoando constantemente as técnicas e pessoas envolvidas.

Conforme Mirshawka (1993) e Nascimento (2002), relatam que manutenção produtiva total (TPM) procura a eficiência da própria estrutura organizacional da empresa, por meio de investimentos em treinamentos das pessoas e de melhorias acrescentadas nos equipamentos, dispositivos e máquinas.

A manutenção produtiva total (Total Productive Maintenance), é um método próprio que propõem alcançar a zero perda dos equipamentos, garantindo preço e qualidade do produto, essa manutenção é visto também como uma forma de diminuir os custos globais, indicando que os próprios operadores de máquinas podem realizar muito das tarefas de manutenção como: medidas de prevenção contra os focos de sujeiras, lubrificantes e limpeza de máquinas.

De acordo com Quintas (1989) e Nascimento (2002), a implantação da TPM traz vantagens para os colaboradores, porque valoriza suas opiniões e oferece treinamentos.

Nepomuceno (1989) e Nascimento (2002), citam o elemento homem como sendo o essencial fator da implantação da TPM. Quebrando alguns paradigmas dos sistemas de gerenciamento de pessoal, tirando toda responsabilidade do operador e introduzindo uma boa parcela na gerencia e empresa, mostrando a diferença e a importância de um treinamento correto e de atividades padronizadas adequadas a cada função.

Para Willmott e McCarth (2001), o principal objetivo da manutenção produtiva total é ampliar a rentabilidade dos negócios, eliminando falhas por quebras de máquinas e equipamentos, eliminando pequenas paradas no processo de produção, redução do tempo gasto para organizar os equipamentos, mantendo a rapidez no funcionamento das maquinas constante e qualidade final dos produtos.

Segundo Suzuki (1994, apud Sena, 2002)

O TPM surgiu e se desenvolveu inicialmente na indústria de automóvel e rapidamente passou a formar parte da cultura corporativa de empresas tais como Toyota, Nissan, e Mazda, e seus fornecedores e filiais. Foi introduzido posteriormente em outras indústrias como eletrodomésticos, microeletrônicas, máquinas, ferramentas, plásticos, fotografia, etc. Inicialmente, as atividades de TPM se limitaram aos departamentos diretamente relacionados com os equipamentos. Sem embargo, atualmente os departamentos administrativos e de apoio, de vez que apóiam ativamente ao TPM na produção, o aplicam também para melhorar a eficácia de suas próprias atividades.

## 4 Manutenção Preventiva em Torno Mecânico

### 4.1 Torno Mecânico

É mais antiga e importante das máquinas ferramentas, considerado como a mais importante máquina ferramenta, pois dele que tem derivado todas as outras máquinas e também pode se executar maior variedade de operações do que de qualquer outra máquina. As principais partes do torno são: barramento, cabeçote fixo, cabeçote móvel, caixa de roscas e avanços, caixa de mudança (Caixa Norton).

Figura 1- Torno Mecânico



Fonte: o autor.

O Torno Mecânico permite a usinagem de materiais em estado bruto, em peças que podem ter seções circulares e qualquer combinação dessas seções, como confeccionar pinos eixos, polias e qualquer tipo e formato de roscas, peças cilíndricas internas e externas, esferas e cônicas e os mais variados e estranhos formatos.

#### 4.1.1 Principais Partes do Torno Mecânico

**Barramento:** é a base de um torno mecânico já que ele sustenta a maioria de seus acessórios como lunetas, cabeçote fixo e móvel, fabricado de ferro fundido resistente e na parte superior contém guias prismáticas ou planas. Tem a finalidade de suportar pressões, criar uma direção de colocação dos cabeçotes fixo e móvel, cujo avanço longitudinal deve ser perfeitamente paralelo à direção criada pelo eixo ideal de trabalho ou as pontas.

Figura 2- Barramento do Torno Mecânico



Fonte: o autor.

Cabeçote Fixo: é uma peça de ferro fundido, nele está montado a árvore principal ou de trabalho. Através de combinações das alavancas de acordo com uma tabela pode se alterar a velocidade de rotação e o torque fixo possui um dispositivo de inversão, que permite alterar o sentido de rotação (inversor), por meio da qual a peça recebe o movimento de rotação. (Exemplo: a placa do torno).

Figura 3- Cabeçote Fixo



Fonte: o autor.

Cabeçote móvel: é a parte do torno que se desloca sobre o barramento é utilizado como um encosto ou mesmo apoio para montagem entre pontos de peças a tornejar que apresentam comprimentos significativos, fixar o mandril para obter o furo de centro nas peças, prender brocas, alargadores, machos. Através do deslocamento da contra ponta se obtém a usinagem de formatos cônicos.

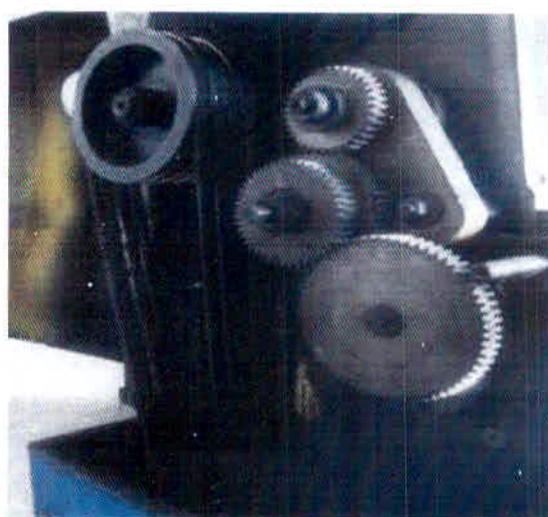
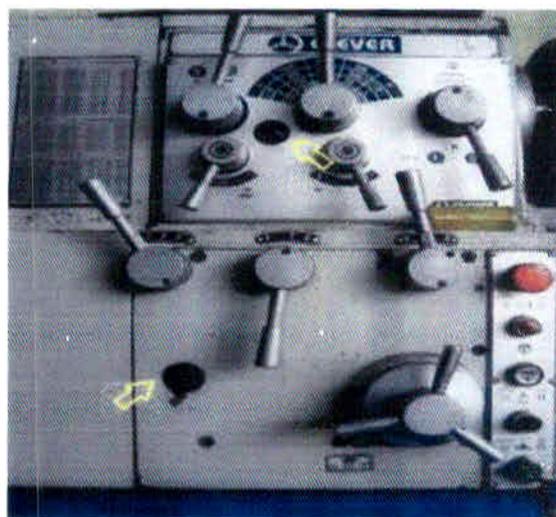
Figura 4- Cabeçote Móvel



Fonte: o autor.

Caixa Norton: é uma caixa de mudança rápida, que proporciona através de alavancas avanços mecânicos e passos de roscas com economia e tempo. Estas alavancas acionam uma série de engrenagens, cuja combinação depende o avanço do carro principal.

Figura 5- Caixa Norton



Fonte: o autor.

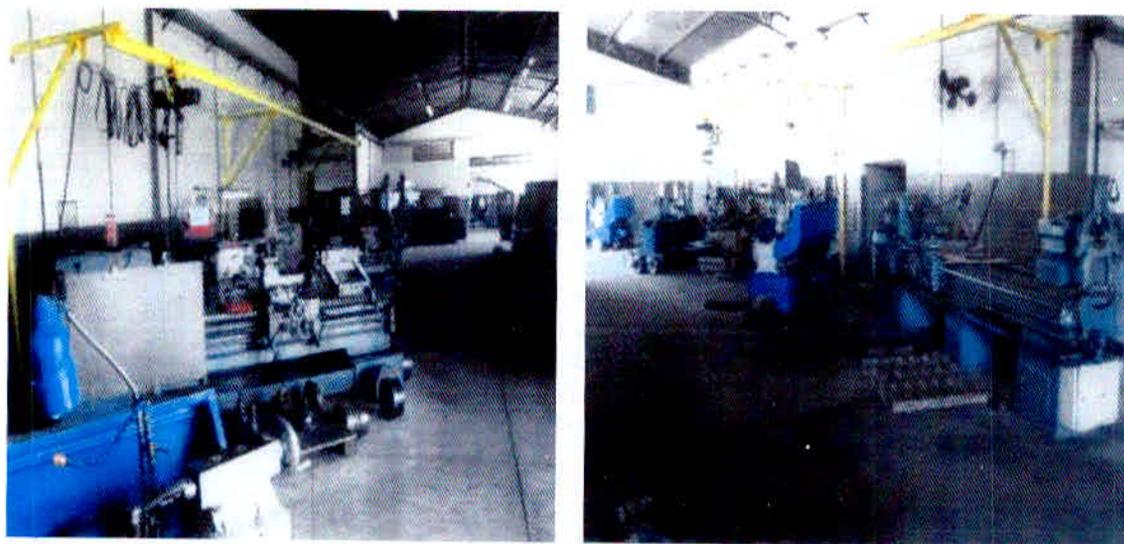
## 4.2 Conhecimento Operacional do Torno Mecânico

Azira (1974, p.35), relata que o profissional de manutenção deve ter conhecimento da máquina operacionalmente, assim ele conseguirá perceber as falhas ou os defeitos do equipamento apenas pelo aparecimento de ruídos ou outras manifestações que a máquina venha a apresentar. Pois quando o mecânico e o operador conhecem a máquina operacionalmente, conseguem reduzir o tempo de aplicação da manutenção.

## 4.3 Procedimentos

A manutenção mecânica em conjunto com operador do torno mecânico, realizaram um levantamento, análise e codificações de todos os componentes que integram o torno Clever e o torno Promeca, para fazer o acompanhamento de sua vida útil, analisando o seu histórico de quebras, as intervenções realizadas, os custos de intervenções no equipamento entre outros fatores relevantes. Foi descrito a atual situação do torno mecânico Clever L1840 e L2660 e Promeca IM500 e IS750; tempo de uso do equipamento: torno clever 6 anos, Promeca 30 anos; grau de utilização do equipamento: em constante utilização, 9 horas por dia; situação do equipamento: em operação; setor onde está apropriado o torno: Setor de Ferramentaria; obsolescência tecnológica: satisfaz as atuais necessidades dos usuários e histórico de quebras.

Figura 6: Setor de Ferramentaria



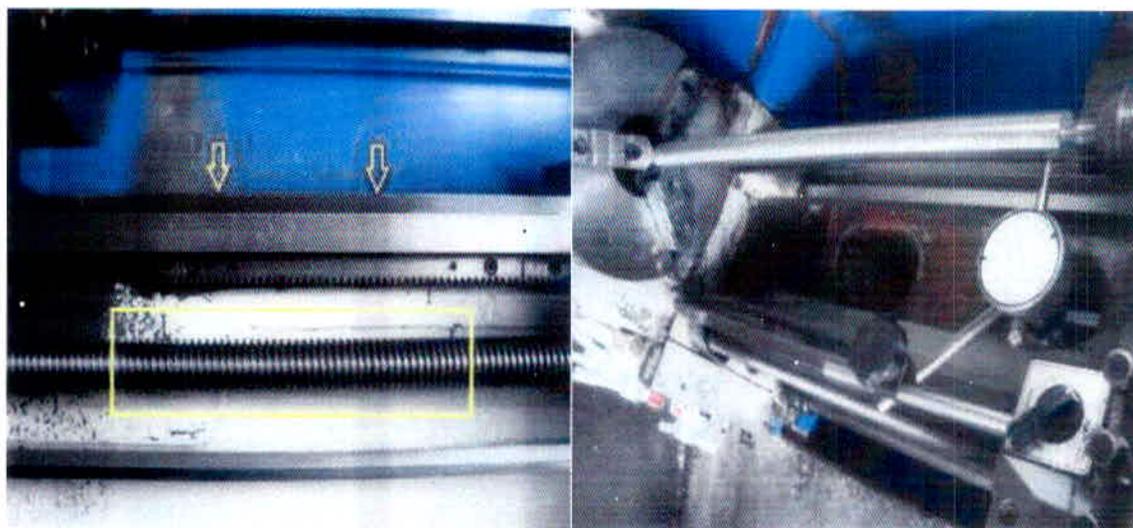
Fonte: o autor

As figuras acima mostram o setor de ferramentaria, composta por sete Tornos Mecânicos, onde foram feitos os estudos para a aplicação de um plano de manutenção preventiva nas máquinas com a total participação dos colaboradores do setor.

#### 4.31 Resultados de Procedimentos

Após a avaliação das máquinas, constatou-se com o relógio comparador que o torno se encontrava com desgastes no barramento, com uma variação de 0,05 centésimo no seu barramento. Esse procedimento foi realizado correndo o relógio comparador em toda a extensão do eixo, onde se verificou um desvio de medida no mesmo, e para verificar desgaste do fuso foi feito uma rosca numa peça, constatando variação causada pela folga quando se utiliza esse procedimento na máquina.

Figura 7- Barramento e Fuso



Fonte: o autor.

Essa variação no barramento é mais elevada próximo da placa do torno, onde o carro principal trabalha com mais frequência, o mesmo se constatou com o fuso. A solução proposta para solucionar e minimizar essas falhas são deslocar o carro principal o mais próximo possível do cabeçote móvel, assim que se encerra o expediente de trabalho, com isso o deslocamento do carro principal será em toda a extensão do barramento, minimizando o desgaste do mesmo. A solução para o desgaste do fuso (rosca trapezoidal), será inverter o fuso de posição, devido seu uso ser mais próximo da placa e também promover a troca da porca do

fuso que se desgastou, tendo em vista que essa porca é fabricado de bronze devido ao deslizamento, não se esquecendo das constantes lubrificações para melhor deslizamento do conjunto e evitar novos desgastes. São pequenos detalhes, que com o tempo fazem toda a diferença, em relação a vida útil do equipamento e da qualidade do produto. Caso o desgaste do barramento aumente com o passar dos anos, se recomenda o aplainamento ou retífica do barramento, afim de se obter o paralelismo do mesmo.

#### 4.4 Recomendações de Manutenção para Torno Mecânico

É fundamental que toda a manutenção seja feita com a máquina desligada. Desligando todos os disjuntores localizados no painel elétrico, colocar aviso de máquina em manutenção no equipamento, comunicar ao superior qualquer operação de manutenção que deve ser feita, verificar semanalmente o estado dos limpadores dos prismas, pois se estiverem em mau estado, ou danificados, deve troca-los imediatamente, pois uma pequena falha poderá comprometer seriamente a precisão e a durabilidade das guias, verificar semanalmente a tensão das correias conforme instruções descritas na motorização, mensalmente controlar as ajustagens da régua cônica da mesa, certificar-se que as peças de reposição tenham características e qualidades idênticas às originais ou que sejam recomendadas pelo fabricante. Também é fundamental a limpeza diária do equipamento após o uso.

Figura 8- Recomendações de Manutenção

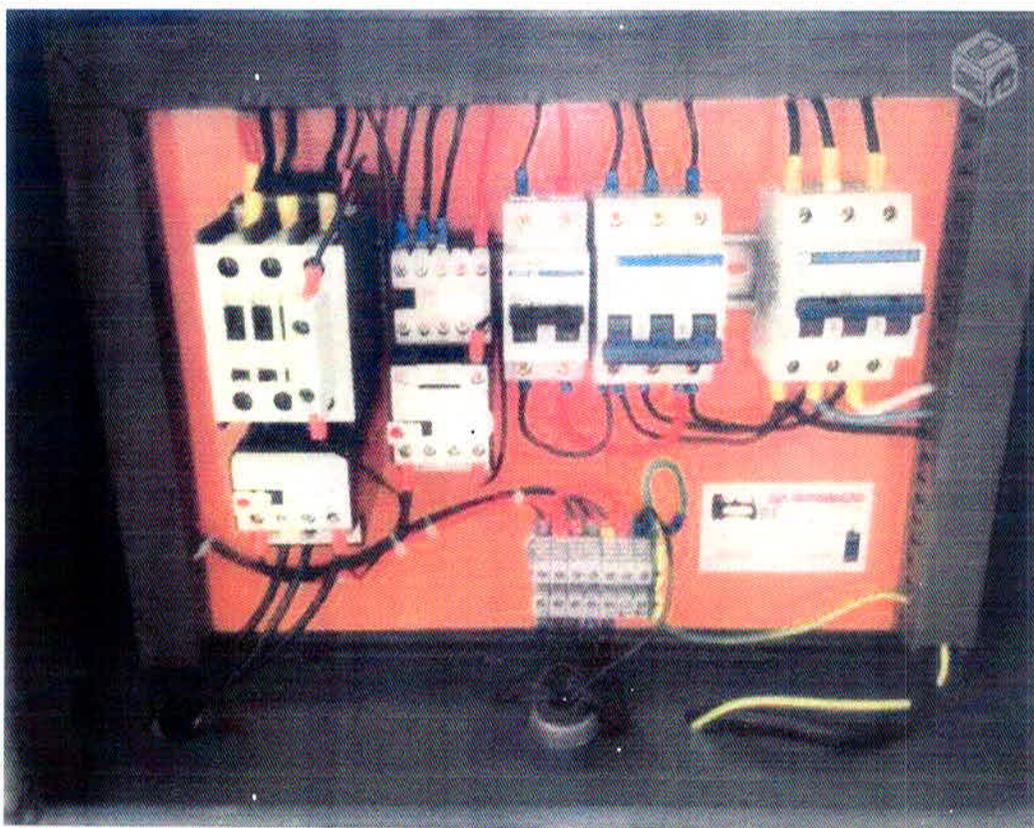


Fonte: o autor.

#### 4.5 Recomendações para Manutenção Preventiva do Sistema Elétrico do Torno Mecânico

A cada três meses reapertar os parafusos dos contatos, a cada seis meses limpar o motor e suas ligações elétricas: painel, armários e bomba de refrigeração, anualmente verificar a situação dos contadores e se necessário substituí-los, verificar se o equipamento está aterrado. Esse tipo de manutenção deverá ser efetuado pelo pessoal da manutenção e sempre com a máquina desligada e se possível com os cabos de entrada de energia desenergizado.

Figura 9- Sistema Elétrico do Torno Mecânico



Fonte: Google

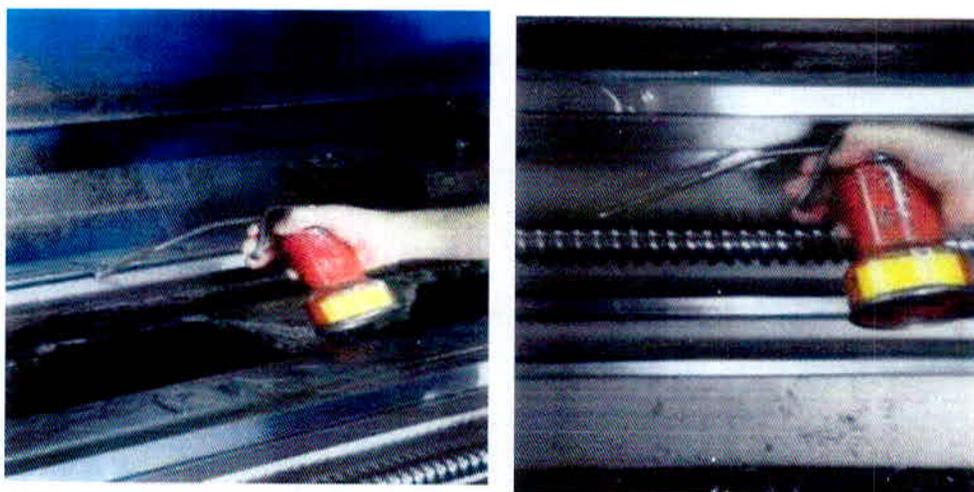
## 5 Lubrificação

Segundo Viana (2002), em um plano de manutenção a lubrificação diária e de vital importância para o bom funcionamento do sistema mecânico de uma máquina ou equipamento. A lubrificação tem o objetivo de reduzir o atrito entre superfícies ajustadas entre si, evitando desgastes e temperaturas indesejáveis aos componentes, servindo como uma boa refrigeração aos componentes e também atua como uma proteção contra corrosão e a ferrugem, e tem a função de vedar as partes em movimento, permitindo aos componentes um movimento livre e eliminando ruídos, promovendo vida longo aos equipamentos.

### 5.1 Lubrificação Geral do Torno Mecânico

A lubrificação geral do torno mecânico deve ser feita com regularidade. Diariamente antes de usar a máquina, o operador deverá ter o hábito e familiarizar-se com todos os pontos de lubrificação, e certificar-se de que sejam lubrificados corretamente, conforme as figuras abaixo:

Figura 10- Lubrificação Geral do Torno Mecânico

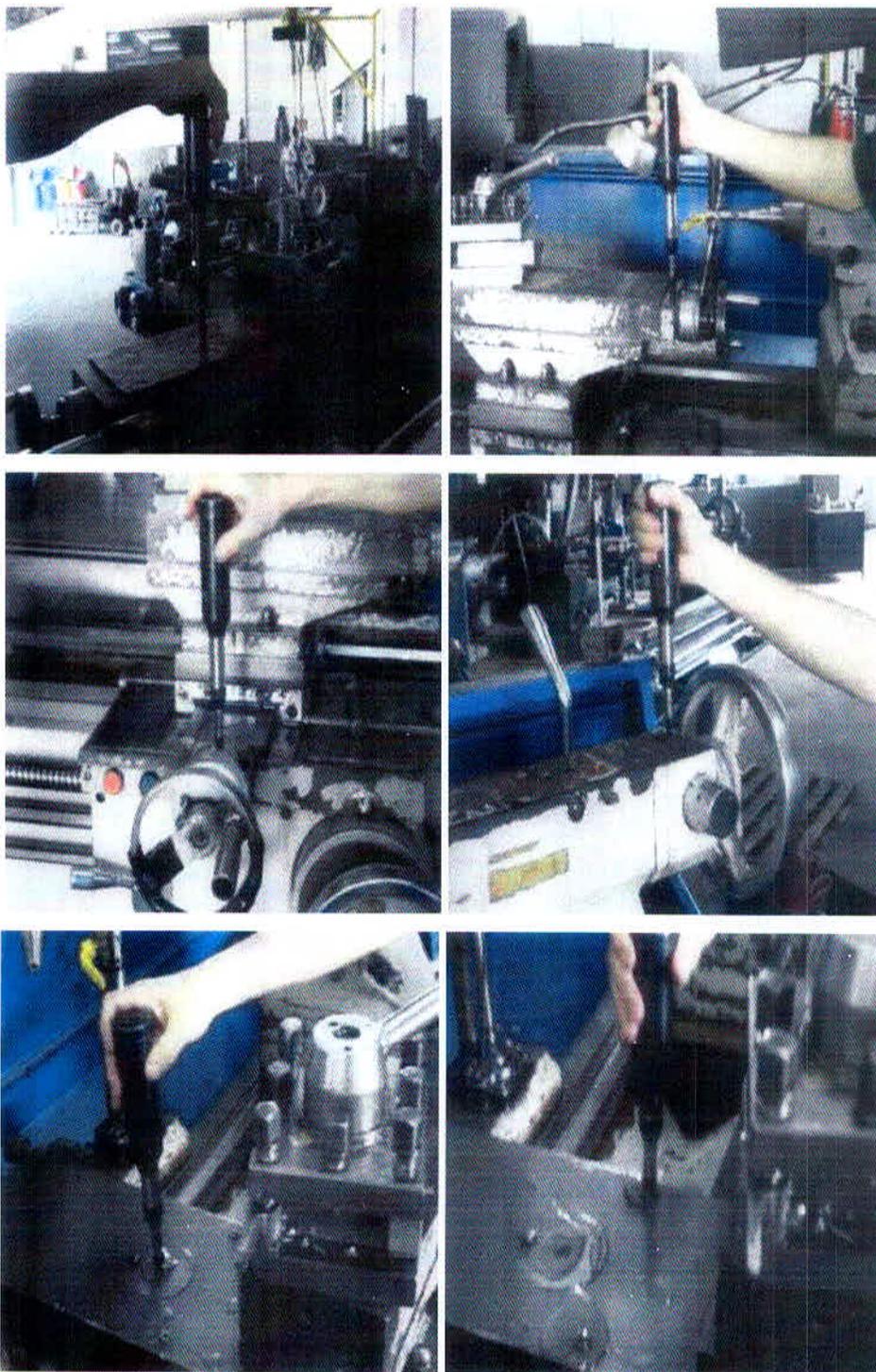


Fonte: o autor.

Essas lubrificações são feitas no barramento, no fuso, no carro principal e carro superior, no conjunto de engrenagens e em outros pontos que contem graxeiros. Dependendo do ponto a lubrificação será feita a cada duas horas de trabalho. É fundamental que

lubrificação seja feito diariamente nos pontos de graxeiras para manter o bom funcionamento. Conforme mostra as figuras abaixo:

Figura 11 - Pontos de Graxeiras



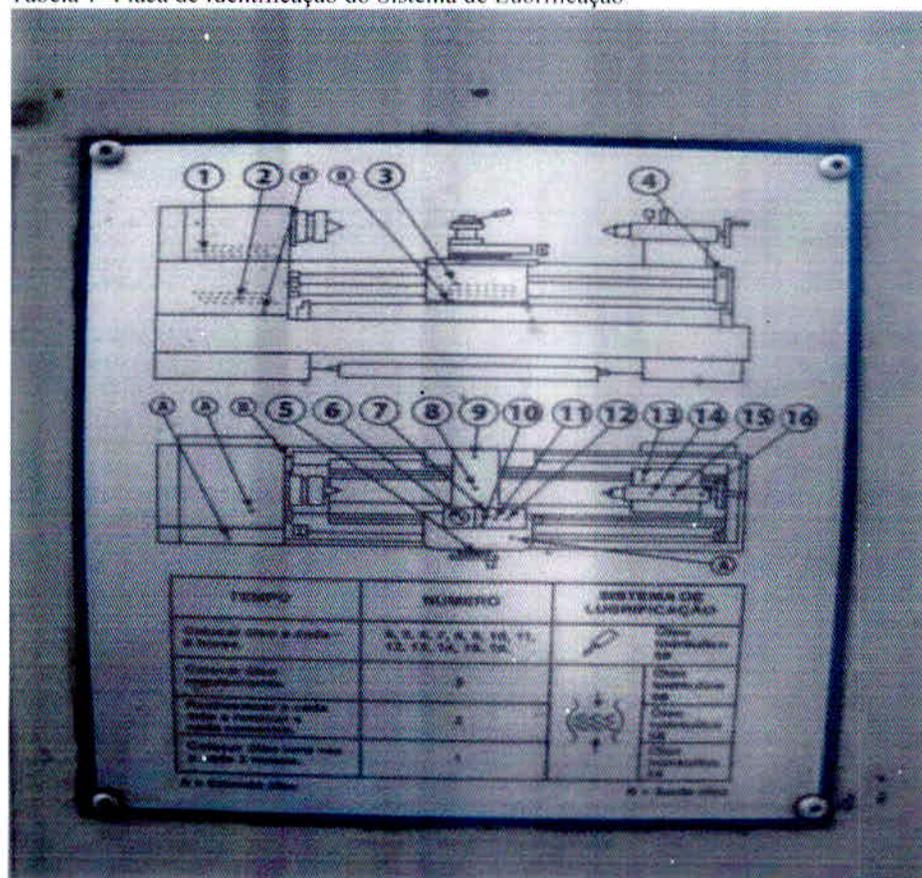
Fonte: o autor.

A lubrificação nos pontos de graxeiras devem ser um hábito diário do operador da máquina, afim de garantir maior vida útil dos fusos, porcas e componentes que compõem o equipamento.

## 5.2 Lubrificantes Recomendados pelo Fabricante

Existem vários tipos de lubrificantes que são específicos para utilização em determinadas máquinas. Cada fabricante recomenda o uso de um tipo de determinado de lubrificante. Algumas maquinas já vem com uma tabela indicando o tipo de lubrificante e o componente que será lubrificado. Para o torno segue abaixo a tabela de óleos que são semelhantes ou equivalentes para o bom funcionamento do sistema. Os lubrificantes utilizados nas máquinas são o óleo ISSO 68 (Shell Tellus, Ipiranga eureka 68), e a graxa de sabão a base de complexo de lítio, (IPIFLEX 1116, LUBRAX LITHPLUS HV).

Tabela 1- Placa de Identificação do Sistema de Lubrificação



Fonte: o autor.

## 6 Planos de Intervenções no Torno

Para Azira(1978,p.37), a manutenção preventiva do torno é planejada, sendo realizada de acordo com o tipo da intervenção, que podem ser a manutenção diária realizada através de uma manutenção superficial, feito pelo próprio operador com a limpeza do torno no fim expediente e verificar o nível de óleo do torno; na manutenção semanal a intervenção já é mais complexa envolvendo um aprofundamento maior da manutenção no torno com a verificação dos níveis de desgaste das principais peças e fazendo a lubrificação das engrenagens e polias; manutenção mensal envolve todas as partes do torno é feita pelo mecânico, independente dela ser elétrica ou mecânica. Nesse período será feita uma análise mais profunda verificando os desgastes, a funcionalidade dos interruptores do sistema elétrico, realizando uma completa lubrificação nas partes do torno; anualmente, nesse tipo de intervenção é verificado as partes mais robustas e que sofrem pouco desgastes o decorrer do ano. Como a estrutura geral da máquina e motores.

Tabela 2- Plano de Intervenções do Torno Mecânico

<b>Manutenção Preventiva no Torno Mecânico</b>		
<b>Equipamento</b>	<b>Procedimentos</b>	<b>Realizador</b>
<b>Manutenção Diária</b>		
Torno	Limpar com ar comprimido	Operador
Lubrificante	Verificar o nível de óleo	Operador
Area de trabalho	Limpeza	Operador
<b>Manutenção Semanal ou Quando Necessário</b>		
Barramentos	Lubrificação	Operador
Polias e Engrenagens	Verificar desgastes e lubrificar	Operador
Eixos	Verificar desgastes e alinhamento	Operador
<b>Manutenção Mensal</b>		
Torno	Verificar se os conjuntos estão fixados	Mecânico
Filtros de Limpeza	Verificar se não estão coestionados	Mecânico
Barramentos	Limpeza e lubrificação	Mecânico
Polias	Limpeza e verificar tensão	Mecânico
Engrenagens	Limpeza e lubrificação	Mecânico
Botões	Verique se estão bem fixados e funcionado	Mecânico
Fios de Alimentação	Verificar o izolamneto	Mecânico
Lubrificante	Verificar nível e qualidade	Mecânico
Fluido de Corte	Verificar qualidade e quantidade	Mecânico
Eixos	Verificar desgastes e alinhamento	Mecânico
Estrutura do Torno	Verificar nivelamento e limpeza superficial	Macânico Operador
<b>Manutenção Anual</b>		
Bomba do Fluido de Corte	Verificar vedações e pressão da bomba	Mecânico
Motor	Verificar força motriz, mancais e rolamentos	Mecânico
Estrutura da maquina	Verificar se há indiem corrosões e oxidação	Mecânico

Fonte: Google.

## **6.1 Vantagens da Implantação da Manutenção Preventiva no Torno Mecânico**

A implantação da manutenção preventiva no torno mecânico apresenta resultados extremamente importante para a conservação de componentes do equipamento, conforme estudos apresentados, sendo que a falha ou a quebra do equipamento resultará na perda da capacidade produtiva e da qualidade do produto, ocasionar acidentes, podendo gerar desconforto em relação a seus clientes, devido aos prazos de entrega dos produtos, causando a perda do mesmo. A escolha desse tipo de manutenção, adotada no setor de ferramentaria proporciona uma conscientização com os operadores em relação a conservação da máquina, através de constantes prevenções. Esse tipo de manutenção tem um custo muito baixo pois é feita também através do próprio operador, que passa a gelar pelo patrimônio da empresa, pois o mesmo e quem passa a maior parte do dia com a máquina. O setor de manutenção passa a interagir mais com o operador da máquina, orientando o mecânico sobre as prováveis falhas, ocasionando um comprometimento maior de ambas as partes, proporcionando maior vida útil do equipamento e componentes e evitando paradas no processo produtivo.

## 7 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA MANUTENÇÃO

Segundo Nepomuceno (1998), a estrutura organizacional da manutenção deve ser organizada afim de atender às necessidades das instalações o por uma atitude ou filosofia da diretoria que conhece os problemas e pretende resolver a questão de maneira adequada.

Silva (2004), relata os principais pontos para o gerenciamento da manutenção, como sendo os objetivos e as metas da empresa; padrão de qualidade estabelecido e desejado; a existência de um número adequado de pessoas, afim de acompanhar o seu crescimento; o tamanho da empresa e de suas instalações; o aumento da manutenção em relação ao dado anterior; preparo e competência do pessoal de manutenção.

Em geral, nos dias atuais o que se observa é uma procura por estruturas cada vez mais leve. Eliminando níveis de chefia e supervisão, tanto na área de produção como na área de manutenção; contratação de serviços por parcerias; junção de especialistas, como instrumentação e eletricidade.

Como essa atividade de manutenção é encontrada em vários tipos de instalação sua subordinação e sua estrutura variam em relação ao porte das empresas e dos empreendimentos. Para que as estruturas organizacionais da empresa estejam adaptadas ao departamento de manutenção, são escolhidos sistemas essenciais de gerenciamento de manutenção, criadas de acordo com as características da instalação ou fábrica.

Pinto e Xavier (2009), ressaltam alguns modelos encontrados atualmente; como a manutenção centralizada, manutenção descentralizada, manutenção integrada e manutenção matricial.

### 7.1 Manutenção Centralizada

Nepomuceno (1998), relata que a manutenção centralizada apresenta algumas vantagens: maior agilidade, permitindo a rotatividade de diversos especialistas para muitos serviços, aproveitando esses funcionários especializados com mais eficácia; o número de funcionários é mais constante, existindo menos demissões e horas extras; os imprevistos e as quebras são resolvidos com mais eficiência e rapidez; a presença de pessoas qualificadas e habilitadas para exercer as tarefas de manutenção; os dispositivos especiais e os equipamentos são empregados com maior eficácia; existência de um grande responsável pela manutenção, existindo maior controle nos novos serviços e no capital. Entretanto apresenta algumas

desvantagens: imensa dificuldade para supervisão dos envolvidos da manutenção, devido a dispersão dos mesmos; os mesmos equipamentos e ferramentas são utilizados por diversos indivíduos; havendo uma grande demora na retirada de materiais, ferramentas e na obtenção das instruções; a preferência é dada pela manutenção e não pela produção; a coordenação ou programação dos especialistas se tornam mais difícil; grande demora entre o tempo de uma requisição de serviço e a sua execução; necessidade de maior controle de gerenciamento; aparecimento de atritos entre a manutenção e a produção, devido a prioridades de ambos serem diversos.

Percebe-se que esse modelo de manutenção está presente na maioria das pequenas e médias empresas, especialmente quando o layout m oferece uma ampla concentração de equipamentos numa mesma área moderadamente pequena.

## **7.2 Manutenção Descentralizada**

Conforme Branco Filho (2006), esse tipo de estrutura organizacional de manutenção se baseia na divisão das áreas mantidas em áreas, unidades e zonas, escolhendo a cada uma delas um determinado contingente de pessoal.

Na estrutura descentralizada as decisões de gerenciamento dependem de duas ou mais pessoas de mesmo poder hierárquico. Com isso cada área pode adotar políticas de manutenção próprias, de acordo com a orientação de seu gerente.

A manutenção descentralizada apresenta algumas vantagens: o gerente tem um conhecimento permanente dos problemas da fábrica, devido a área gerenciada ser menor; facilidade de preparação e programação dos trabalhos de manutenção por causa de cada área possuir um planejamento e controle de manutenção (PCM).

Cavichioli (1990), relaciona algumas desvantagens da manutenção descentralizada: falta de visão do grupo, porque todos estão focados só nos seus problemas; existirá métodos desiguais de levantamento de valores e índices de manutenção, anulando comparações de desempenho; a divisão de pessoal de suas funções se tornam problemáticas.

## 8 CUSTOS DA MANUTENÇÃO

Conforme Mirshawka (1993), a falta de uma política de manutenção provoca custos. Alguns visíveis, relacionados com a mão de obra, material utilizados nos reparos ferramentas e instrumentos, custo com contratações e outros referentes à instalação ocupada pela equipe de manutenção. Os custos invisíveis são os relacionados com a falta de disponibilidade do equipamento.

De acordo com Sousa (2009), um dos principais desafios que os gerentes de manutenção enfrentam é o gerenciamento dos custos de manutenção. Tendo em vista que, precisam ter informações e controles dos vários tipos de custos. Como os custos por equipamentos ou grupos; custos referentes com concertos, melhorias e alterações e custos de manutenção por instalações; custos por serviço realizado e relacionado reformas; custos gerias com outros tipos de manutenção, como preventiva, corretiva e preditiva; custos de manutenção devido a longa parada;

Conforme o site de um centro tecnológico especializado em reparos e reformas de máquinas e equipamentos foi descoberto a seguinte observação referentes aos custos a manutenção corretivo:

Os maiores custos associados com este tipo de gerência de manutenção são: altos custos de estoques de peças sobressalentes, altos custos de trabalho extra, elevado tempo de paralisação da máquina, e baixa disponibilidade de produção. (...)A análise dos custos da manutenção indica que um reparo realizado no modo corretivo- reativo terá em média um custo cerca de 3 vezes maior que quando o mesmo reparo for feito dentro de um modo programado ou preventivo. (WESTFALIA SERVICE CENTER, 2007)

### 8.1 Custos Diretos

Conforme Mirshawka (1993), os custos diretos são aqueles referentes ao custo de mão de obra direta, com instrumentos e ferramentas, material utilizados nos reparos, custos com contratações e outros relacionados à instalação ocupada pela equipe e do pessoal da administração ligado à manutenção.

## 8.2 Custos Indiretos

Segundo Mirshawka (1993), os custos indiretos são aqueles atribuídos ao serviço de manutenção na porcentagem do mesmo, como o percentual de custo dos serviços de informática, com salário do pessoal administrativo, com custos de despesas administrativas. Também é mencionado como custos indiretos com a despesa decorrentes do desgaste do edifício da fábrica e dos equipamentos instalados.

Conforme Sousa (2009), as anotações corretas desses custos de manutenção nos equipamentos são essenciais para o gerenciamento, porque constroem o histórico econômico do equipamento, que são também relacionados ao custo final do produto acabado. Por essa razão que os custos de manutenção são destinados nas ordens de serviço em campo apropriado, chamado centro de custo, onde está instalado o equipamento em que serão feitos os reparos.

## 8.3 Custos da Falta de Manutenção

Conforme Mirshawa e Olmedo (1993), os custos produzidos pela função manutenção são apenas a ponta do iceberg. Correspondente aos custos com mão de obra, material utilizados nos reparos, instrumentos e ferramentas, e custo de contratações. Abaixo desse iceberg, estão os maiores custos, invisíveis decorrentes de parada de equipamentos. Causando perda de produção, da não qualidade dos produtos, da restauração da produção e das penalidades comerciais e consequências com a imagem da empresa devido à falta de manutenção.

Cattini (1992), relata esses aspectos quando mostra os custos ligados à indisponibilidade e deterioração do equipamento devido à falta de manutenção. Essa relação entre o custo de manutenção, custo da indisponibilidade de produção foi estudada em um modelo matemático apresentado por Chiu e Huang (1996), que aponta uma boa relação de custo benefício quando a manutenção é tratada de forma preventiva, em vez de situações de descontrole do processo produtivo causada pela falta de manutenção.

Pinto (2005), relata que as quebras que ocorrem nos equipamentos compõem um dos problemas mais graves na indústria, sendo fácil de encontrar empresas onde a parada do equipamento ronda valores superiores a 50%, devido a limitação da capacidade de produção, agravando os custos e aumentando os períodos de produção.

## 9 TENDÊNCIAS MUNDIAIS DO TIPO DE MANUTENÇÃO

Xavier (2005), relata que após analisar algumas empresas líderes e de sucesso, nota-se que essas empresas adotam cada vez mais as técnicas da manutenção preditiva e a prática da engenharia de manutenção. Com isso a manutenção passa a ser estratégica para as organizações, garantindo a disponibilidade dos equipamentos e instalações com segurança, confiabilidade dentro dos custos apropriados. Conforme a tendência mundial e fundamental o entendimento do tipo correto de manutenção utilizada para cada organização garantir sucesso, com a otimização nos processos e lucros, além de garantir a sobrevivência das organizações e possibilitando crescimento e expansão.

Estudos realizados pela Associação das Empresas Brasileiras de Manutenção (Abraman), durante o ano de 2009, demonstram os dois tipos de manutenção mais utilizados pelas empresas, independente do ramo em que atuam, conforme apresentado na tabela abaixo.

Tabela 3: Situação da Manutenção no Brasil.

<b>Ano</b>	<b>2009</b>
<b>Manutenção Corretiva</b>	<b>35%</b>
<b>Manutenção Preventiva</b>	<b>40%</b>
<b>Manutenção Preditiva</b>	<b>18%</b>
<b>Engenharia de Manutenção</b>	<b>7%</b>

Fonte: ABRAMAN (2009).

Deve incentivar a mudança de maneira que o nível de atuação da manutenção cresça mais rapidamente para a manutenção preditiva, reduzindo vigorosamente a manutenção preventiva e aumentando a participação da manutenção preditiva, afim de obter melhores resultados para as empresas brasileira.

## 10 CONCLUSÃO

Num mundo cada vez mais globalizado e competitivo, a manutenção se destaca-se como sendo um setor essencial para a sobrevivência de qualquer organização que utilize equipamentos e máquinas. Para isso é necessário que existam profissionais treinados e qualificados, afim de organizar prever, planejar e estabelecer prioridades para garantir um bom plano de ação para efetuar os reparos dessas máquinas. A manutenção preventiva surgiu para atender essas necessidades. A grande dificuldade da manutenção preventiva é definir mediante cada equipamento a frequência de uma atividade de manutenção.

A implantação de um plano de manutenção preventiva realizado em Torno Mecânico só traz grandes benefícios para o equipamento e seus componentes, pois mantém a máquina em excelentes condições para execução de serviços com as tolerâncias das medidas conforme as normas e prover a segurança do operador. Estes benefícios estão relacionados ao fato de que uma peça com desgaste, acaba interferindo no estado e no desempenho de peças boas, quando ambas interagem entre si no equipamento.

Tendo em vista que os Tornos Mecânicos são equipamentos fundamentais no setor de uma ferramentaria, o mesmo não pode estar sujeito as paradas inesperadas, pois irá comprometer diretamente o processo produtivo e o faturamento da organização.

Nem sempre a manutenção preventiva é suficiente para atender as necessidades da empresa. Entre todos os tipos manutenção nenhuma modalidade substitui outra, porém associadas umas às outras e levando em conta o objetivo de cada uma, trarão resultados positivos em termos de performances gerais nas gestões. Isto é, o tipo de manutenção a ser utilizada na empresa depende do modo pelo qual é executado a intervenção nos equipamentos, sistemas ou instalações.

Diante dos estudos realizados e dos fatos apresentados, afirma-se que através do plano de manutenção preventiva, em conjunto com os operadores apresentará resultados extremamente positivos e satisfatório, obtendo o máximo de rendimento do equipamento com a harmonia de todos os componentes.

Pode-se observar que para o plano de manutenção preventiva ter um bom resultado, não depende só das pessoas da manutenção, é preciso o apoio dos operadores, porque são elas que estão em contato permanente com os equipamentos. Muitos problemas são resolvidos e evitados, quando a manutenção trabalha em conjunto com o operador num espírito de partilha e melhoria continua.

Verifica-se que os objetivos da manutenção devem ser compatíveis com os objetivos da empresa. O resultado de uma manutenção bem preparada e estruturada tem como consequência a qualidade do produto e a redução dos custos às organizações.

Conforme as tendências mundiais de tipos de manutenção, cada vez mais as organizações adotam técnicas preditivas e a prática de engenharia de manutenção, garantindo a otimização nos processos, crescimento e expansão. Mudando aquela antiga ideia de que a manutenção é uma fonte de gasto, devido aos atuais sistemas de produção que não permitem imprevistos, devido as metas já estipuladas que deverão ser cumpridas, afim de manter a instituição no mercado competitivo.

Através deste trabalho, pode-se concluir que esse tipo de manutenção preventiva adotado nos Tornos Mecânicos tem um custo baixo, devido ser realizado pelo próprio operador em conjunto com a manutenção, proporcionando confiabilidade dos componentes que compõem o equipamento. Relacionados com uma equipe competente e bem coordenada pode se esperar os melhores resultados, garantindo o máximo de aproveitamento do equipamento nas tarefas de produção.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (NBR/5462 Confiabilidade e Manutenibilidade) Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- ABRAMAN. **Situação da Manutenção no Brasil**. 2009. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br>>. Acesso em: 05/05/2014.
- CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO, 18º, 2003, Porto Alegre. **A situação da manutenção no Brasil**: Abramam – Associação Brasileira de Manutenção, 2003.
- AFFONSO, Luiz Otávio Amaral. **Equipamentos mecânicos: análise de falhas e solução de problemas**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.
- BRANCO FILHO, GIL. **A Organização, O planejamento e o Controle de Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Moderna Ltda, 2008.
- BRANCO FILHO, Gil. **Dicionário de Termo de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2006.
- CAETANO, Rute Filipa Duarte. **Desenvolvimento do Sistema de Gestão da Manutenção da CIPAN 2009**. Dissertação (Mestrado)-Instituto Superior Técnico- Universidade técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.
- CAVICHIOLO, Carlos Aparecido. **Planejamento e Administração da Manutenção**. São Paulo: Se HARRIS. A. Kelly e M.J. **Administração da Manutenção Industrial**. São Paulo: Atlas, 1987.
- FREIRE, J.M., **Torno Mecânico**, Editora S.A, RJ, 1984.
- HARRIS. A. Kelly e M.J. **Administração da Manutenção Industrial**. São Paulo: Atlas, 1987.
- LAFRAIA, João Ricardo Baruso. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.
- Livro Manutenção - Função Estratégica de Alan Kardec Pinto e Júlio Nascif Xavier, 1ª edição 1998, editora Quality Mark - Rio de Janeiro – RJ.
- MIRSHAWKA, V.& OLMEDO, N.C. **Manutenção-combate aos custos na não-eficácia - a vez do Brasil**. São Paulo: Editora McGraw-Hill Ltda, 1993.
- MONCHY, François. **Manutenção – Métodos e Organizações – 2ª edição**. Paris: Dunod, 1989.
- NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.
- NEPOMUCENO, Lauro Xavier. **Técnica de Manutenção Preditiva: volume 1**. São Paulo: Blucher, 1989.

PINTO, Alan Kardec; Xavier, Júlio Aquino Nascif. **Manutenção: Função Estratégica**. 3 Ed. Rio de Janeiro, Qualitymark: Petrobras, 2009.

SANTOS, Valdir Aparecido dos. **Manual Prático da Manutenção Industrial**. 2. Ed. São Paulo, 2007.

SENAI/SC. Apostila de manutenção mecânica. – Ano de 2000.

SIQUEIRA, Iony Patriota de. **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implementação**. Rio de Janeiro: Qualitmark, 2005.

SILVA, Romeu Paulo. **Gerenciamento do Setor de Manutenção**. 2004. Monografia (Pós Graduação, Gestão Industrial) - Pró Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2004).

SOUZA, Valdir Cardoso. **Organização e Gerência da Manutenção – Planejamento, Programação e Controle da Manutenção**. 3ª Ed, revisada. São Paulo: All Print, 2009.

SODANO, E, **Manual do Torneiro Mecânico**, Editora Presença, 1979.

SCHOEPS, Wolfgang. **Manual de Administração da Produção**. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1994.

SLACK, Nigel ... [et. al]. Revisão técnica Henrique Corrêa, Irineu Giancesi. **Administração da Produção**. - São Paulo: Atlas, 1996.

TAVARES, Lourival. **Administração Moderna de Manutenção**. Novo Pólo Editora – New York, 1998.

TELECURSO 2000 – Curso Profissionalizante: Manutenção. – São Paulo, Editora Globo, [s.d.].

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM, planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2008.

XAVIER, Júlio Nascif. **Manutenção Classe mundial**. Congresso Brasileiro de **Manutenção**. Salvador, 2005. Disponível em: <http://www.bhnet.com.br/tecem>.

XAVIER, Júlio Nascif. **Manutenção – Tipos e Tendências**. Disponível em <<http://tecem.com.br/site/downloads/artigos/tendencia.pdf>>.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**, Belo Horizonte: editora de desenvolvimento gerencia, 1998.

ZAIOS, Douglas Roberto. **Consolidação da Metodologia de Manutenção Centrada na Confiabilidade em uma Planta de Celulose e Papel**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.