



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST

CURSO ENGENHARIA MECÂNICA

MAX CHAVES VARELA

## **APLICAÇÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM TORNO MECÂNICO**

LAGES  
2019

MAX CHAVES VARELA

**APLICAÇÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM TORNO  
MECÂNICO**

Trabalho de graduação apresentado na disciplina de TCC  
2 do Curso de Engenharia Mecânica do Centro  
Universitário UNIFACVEST.

Professor: Paulo Fernando Schimdt Spieker

LAGES  
2019

MAX CHAVES VARELA

**APLICAÇÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM TORNO  
MECÂNICO**

Trabalho de graduação apresentado na disciplina de TCC  
2 do Curso de Engenharia Mecânica do Centro  
Universitário UNIFACVEST.

Professor: Paulo Fernando Schimdt Spieker

Lages, SC \_\_/\_\_/2019. Nota \_\_\_\_\_

LAGES  
2019

## RESUMO

Estudos tem demonstrado que o desempenho insatisfatório dos equipamentos provoca perdas na produtividade, aumentam os custos, reduzem a lucratividade e conseqüentemente impactam no posicionamento estratégico no mercado atuante. Com isso, a adoção de estratégias de manutenção preventiva busca reduzir os riscos de falha e quebra do equipamento, além de aumentar seu ciclo de vida, beneficiando os processos produtivos como um todo. O objetivo deste projeto é compreender a importância da manutenção preventiva e sua aplicação em torno mecânico convencional. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica, cujos instrumentos de coleta de dados foram livros, artigos provenientes de base de dados reconhecidas pelo meio científico, teses, dissertações e periódicos que abordam o assunto foco deste trabalho. O projeto indica que a manutenção preventiva permite a identificação de falhas do equipamento; gerenciamento de recursos e a adoção de sistemas e softwares que facilitam e aperfeiçoam as intervenções, permitindo que a empresa tome decisões mais estratégicas.

**Palavras-chave:** Manutenção Preventiva. Torno Mecânico. Benefícios.

## **ABSTRACT**

Studies have shown that the unsatisfactory performance of the equipment causes losses in productivity, increase costs, reduce profitability and consequently impact on strategic positioning in the market. With this, the adoption of preventive maintenance strategies seeks to reduce the risks of equipment failure and breakdown, as well as increasing its life cycle, benefiting the productive processes as a whole. The objective of this project is to understand the importance of preventive maintenance and its application around conventional mechanical. A bibliographic research was carried out, whose instruments of data collection were books, articles from data bases recognized by the scientific community, theses, dissertations and periodicals that approach the subject of this work. The project indicates that preventive maintenance allows the identification of equipment failures; resource management and the adoption of systems and software that facilitate and optimize interventions, allowing the company to make more strategic decisions.

**Keywords:** Preventive Maintenance. Mechanical Lathe. Benefits.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Grau de previsão conforme tipo de manutenção .....	14
Figura 2 - Componentes do torno mecânico .....	16
Figura 3 - Torno platô .....	17
Figura 4 - Torno vertical .....	17
Figura 5 - Torno revolver .....	18
Figura 6 - Torno copiador .....	18
Figura 7 - Torno CNC .....	19
Figura 8 - Visores do nível de óleo das caixas e do carro principal.....	24
Figura 9 - Lubrificação em torno nardini.....	25
Figura 10 - Torno American.....	25
Figura 11 – Torno Clever L-2060 com Identificação.....	30
Figura 12 – Caminhos para geração de OS.....	31
Figura 13 – Solicitação de Serviço .....	32
Figura 14 – Fluxograma triagem da solicitação de serviço .....	33
Figura 15 – Exemplo de Os.....	34
Figura 16 – Checklist de manutenção preventiva do operador .....	35
Figura 17 – Checklist manutenção preventiva trimestral.....	36
Figura 18 – Checklist manutenção preventiva trimestral.....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cronograma de manutenção preventiva .....	20
Tabela 2 - Tabela comparativa do risco associado ao modo de falha antes e depois do Plano de Manutenção .....	21

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	10
1.2 OBJETIVOS.....	10
1.2.1 Objetivo Geral .....	10
1.2.2 Objetivos Específicos .....	10
1.3 METODOLOGIA .....	10
<b>2 CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO DA MANUTENÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>3 CONCEITO E TIPOS DE TORNO .....</b>	<b>14</b>
<b>4 A PRÁTICA DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM TORNO MECÂNICO .....</b>	<b>18</b>
<b>5 BENEFÍCIOS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM TORNO MECÂNICO .....</b>	<b>24</b>
<b>6 IMPLANTAÇÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM TORNO MECÂNICO CLEVER L-2060 .....</b>	<b>26</b>
6.1 METODOLOGIAS E TÉCNICAS UTILIZADAS.....	26
<b>7 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
7.1 IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO .....	27
7.2 CRIAÇÃO DE SOLICITAÇÃO E ORDEM DE SERVIÇO.....	28
<b>8 PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA TORNO CLEVER L-2060 .....</b>	<b>31</b>
<b>9 CONCLUSÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Observando o mercado atual, podemos notar que possui alta competitividade entre empresas, tornando indispensável que seus ativos e processos operacionais sejam valorizados e bem cuidados, a fim de garantir sua produtividade e rentabilidade e garantindo também sua vida útil. Dessa maneira, o planejamento e controle da manutenção, especialmente a de caráter preventivo, tem sido reconhecido como primordial para o bom funcionamento organizacional e operacional, reduzindo os custos e aumentando seu potencial estratégico.

Neste contexto, o planejamento e controle da manutenção (PCM) possui a finalidade de assegurar que os equipamentos funcionem adequadamente durante os processos operacionais, recebendo a manutenção e preservação de modo a evitar paradas bruscas, e possibilitando inspeções e monitoramentos periódicos, que evitam perdas de desempenho, acidentes de trabalho e redução da produtividade (HÜNEMEYER et al, 2017).

Para tanto, a problemática deste estudo parte da análise da seguinte questão: Quais são as necessidades e benefícios que o planejamento e controle da manutenção preventiva no funcionamento do torno mecânico?

Um estudo demonstrou que o desempenho insatisfatório dos equipamentos provoca perdas na produtividade, aumentam os custos, reduzem a lucratividade e conseqüentemente impactam no posicionamento estratégico no mercado atuante. Com isso, a adoção de estratégias de manutenção preventiva busca reduzir os riscos de falha e quebra do equipamento, além de aumentar seu ciclo de vida, beneficiando os processos produtivos como um todo (MARQUES; RIBEIRO, 2012).

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O projeto visa implementar um plano de manutenção preventiva onde seu principal fundamento é evitar paradas inesperadas, almejando seu excelente funcionamento, produtividade e conseqüentemente melhorando a vida útil do equipamento. Para o aluno e autor do trabalho, este estudo será fundamental para a aquisição de maior potencial intelectual, visto sua atuação no mercado e indispensável para futuramente obter maior crescimento profissional almejado.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

- Implantar um plano de manutenção preventiva em torno mecânico demonstrando através de pesquisas um breve comparativo entre manutenção corretiva e preventiva.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Conceituar e classificar os tipos de manutenção realizadas no ambiente organizacional e elaborar um plano de manutenção preventiva para implantação no torno mecânico convencional Clever L-2060.

## 1.3 METODOLOGIA

Para Minayo (1993, p. 23) a pesquisa é “uma atividade de aproximação sucessiva da realidade que nunca se esgota, fazendo uma combinação particular entre teoria e dados”. Ao se compreender os aspectos metodológicos da pesquisa é possível identificar o melhor meio ou método a ser praticado de acordo com a delimitação do problema, sendo possível analisar e desenvolver observações, e estabelecendo reflexões de causa e efeitos.

Para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, cujos instrumentos de coleta de dados foram livros, artigos provenientes de base de dados reconhecidas

pelo meio científico, teses, dissertações e periódicos que abordam o assunto foco deste trabalho.

## **2 CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO DA MANUTENÇÃO**

Equipamentos precisam de manutenção periódica, a fim de assegurar a máxima conservação, visando sua operação regularmente e permanente, evitando problemas técnicos que podem interferir em sua produtividade (STEVENSON, 2001). Segundo Viana (2002, p. 7) a manutenção “é a capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas”. Para Batista et al (2014, p. 95) “a manutenção é uma atividade estruturada da empresa, integrada às demais atividades que fornece soluções buscando maximizar os resultados”.

A missão da manutenção é possibilitar que os equipamentos que atendem os processos operacionais cumpram com suas funções sempre que solicitados, assegurando a confiabilidade, segurança e preservação dos recursos a custos conscientes e responsáveis.

Para Viana (2002, p. 09) os tipos de manutenção “nada mais são do que as formas como são encaminhadas as intervenções nos instrumentos de produção”. Com isso, existem vários tipos de manutenção que podem ser realizadas, dentre elas:

- Manutenção corretiva: responsável pela correção de defeitos, falhas e baixo desempenho do equipamento. Pode se dar de forma planejada, permitindo que a intervenção ocorra conforme a necessidade da empresa e seus respectivos requisitos de segurança, meio ambiente, qualidade e produção; e não planejada, quando ocorrem falhas e problemas inesperados, exigindo que as ações sejam tomadas rapidamente, implicando em custos elevados e perdas de produção, impactando até mesmo em acidentes ambientais e redução da qualidade do produto (BATISTA et al, 2014).

- Preventiva: intervém no equipamento combatendo possíveis defeitos ou falhas a partir de um plano previamente elaborado. Pinto e Xavier (2001, p. 39) afirma que “este tipo de manutenção serve para reduzir ou evitar a falha ou quebra no desempenho, baseada em intervalos de tempo”. Os custos deste tipo de

manutenção são mais elevados do que os que envolvem a manutenção corretiva, pois é indicado que a empresa efetue o planejamento das intervenções, a fim de antecipar as decisões e poder elaborar ações mais estratégicas relacionadas aos custos, produtividade e segurança.

- Preditiva: modifica algum parâmetro ou condição, a fim de melhorar sua operação. Podem ser realizadas inspeções periódicas nos equipamentos, visando a observação de ruídos, temperatura, pressão e outros fatores que influenciam em seu desempenho e quando não aferidos, pode acarretar paradas inesperadas. Esta avaliação permite estabelecer tempo de troca antes de haver a quebra das peças (BATISTA et al, 2014).

- Detectiva: detecta falhas ocultas ou não perceptíveis dos sistemas de proteção.

De acordo com Oliveira (2009, p. 5), “o processo de planejar envolve, portanto, um modo de pensar; e um salutar modo de pensar envolve indagações; e indagações envolvem questionamentos sobre o que fazer, como, quando, quanto, para quem, por que, por quem e onde”.

É fundamental que o planejamento da organização esteja voltado para a identificação das tarefas desempenhadas pelos recursos físicos e humanos; para a integração das tarefas mediante a responsabilidade dos seus respectivos trabalhadores; e disponibilização de todas as informações e recursos para que as tarefas sejam cumpridas, alcançando níveis elevados de desempenho (OLIVEIRA, 2009).

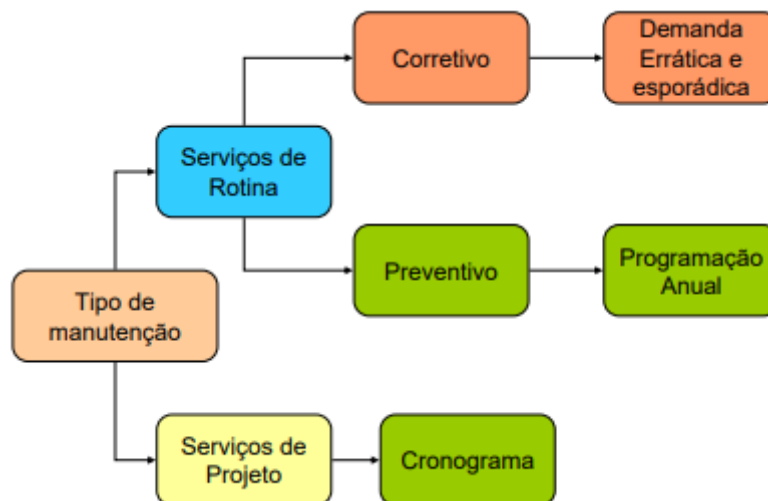
O Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) busca que todas as características do segmento sejam atendidas, sendo elaborado, a fim de possibilitar o fácil acesso aos componentes durante as manutenções, facilitando a limpeza e os processos de inspeção e/ou reparo (BRANCO, 2008).

Segundo Lamb et al (2013, p. 06) o PCM gerencia as “atividades de manutenção que vão desde o seu planejamento e programação, até a devida verificação através de padrões já conhecidos. A partir do controle podem ser tomadas ações para retificar desvios e falha”.

Padilha Júnior e Rodrigues (2012) afirmam que considerando a previsão da demanda, o planejamento atua significativamente na qualidade da informação relacionada com as necessidades da manutenção, sendo possível efetuar o

gerenciamento mediante o potencial de previsibilidade de acordo com o tipo de manutenção a ser realizada, conforme o esquema apresentado pela Figura 1:

**Figura 1** – Grau de previsão conforme tipo de manutenção



**Fonte:** Padilha Júnior e Rodrigues (2012)

Com base na figura acima, entende-se que o planejamento está destinado para atender as mais diversas atividades e tipos de manutenção. Especialmente para os serviços de manutenção preventiva, o controle é mais confiável e previsível, devendo ser o foco mais importante da empresa, uma vez que a manutenção preventiva visa otimizar os processos operacionais, reduzir custos e aumentar a produtividade.

Pinto e Xavier (2001) consideram que o planejamento busca detalhar o serviço e determinar as principais tarefas que irão compor o trabalho, bem como os recursos necessários e o tempo de cada uma, além de levantar quais as ferramentas pesadas que atuarão nas atividades mais críticas, bem como o custo de todo o serviço. Sua missão é melhorar a produtividade a partir de serviços de manutenção programados, mediante análise prévia dos equipamentos e observação dos possíveis problemas que afetam os processos operacionais.

Dentre as principais vantagens do PCM para as empresas, Lamb et al (2013) destacam:

- Otimização do tempo mediante o acesso à informação rapidamente;
- Aumento da produtividade através da disponibilização de equipamentos com paradas programadas e risco de paradas inesperadas reduzido;

- Padronização das rotinas operacionais;
- Avaliação de indicadores de desempenho;
- Desenvolvimento de planos de manutenção que visem o cumprimento das metas estabelecidas pela empresa.

Batista et al (2014) afirma que é indispensável que a empresa utilize indicadores de qualidade da manutenção, a fim de medir o índice de disponibilidade de peças, possível perda de produção, nível de retrabalho, defeitos ocasionados nos produtos e outras complicações que podem ser revertidas e melhoradas a partir da inserção de métodos melhorados. Esta necessidade engloba a agilidade e eficácia das respostas organizacionais para garantir a estabilidade no processo de gestão da qualidade, estando associada também ao desejo de se manter lucrativa e permanecer no mercado atuante.

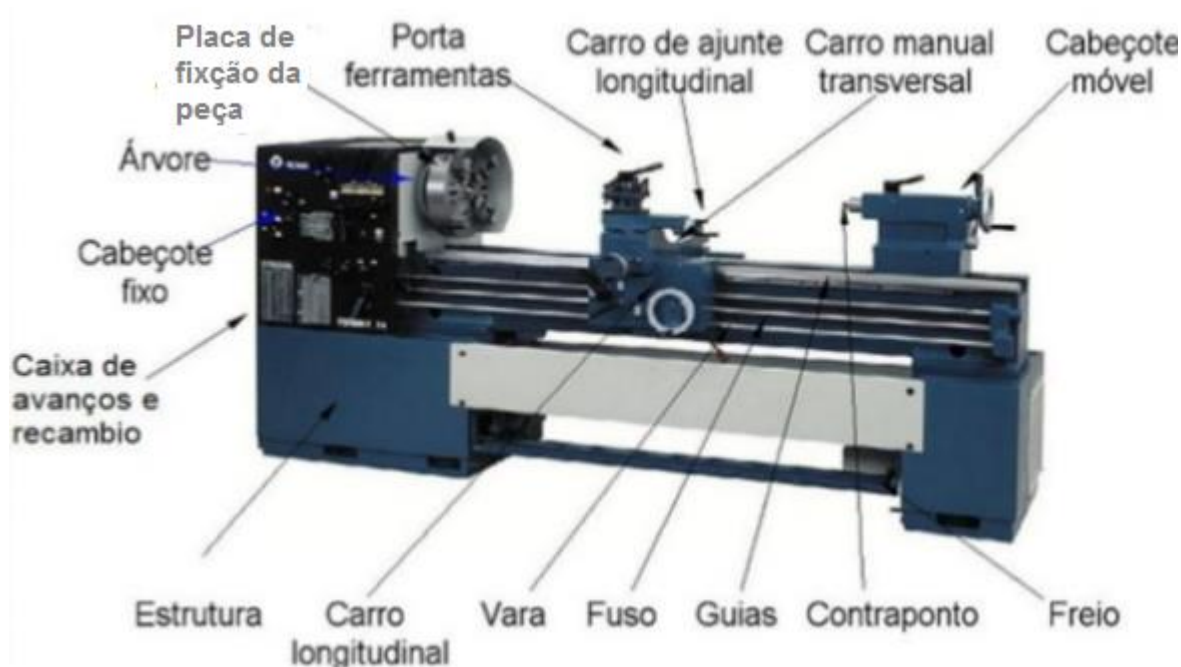
### **3 CONCEITO E TIPOS DE TORNO**

Os tornos são definidos como máquinas que “executam trabalhos de torneamento destinados a remover material da superfície de uma peça em movimento de rotação por meio de uma ferramenta de corte que se desloca continuamente” (BARBOSA, 2019, p. 08).

A principal característica do torno mecânico diz respeito ao movimento rotativo contínuo efetuado pelo eixo-árvore, aliado ao movimento de avanço que proporciona o corte no torneamento. O diâmetro do furo do eixo principal e a distância mantida entre as pontas e sua altura também são elementos fundamentais para sua atividade. O processo de torneamento ocorre em três etapas básicas, onde faz-se o corte mediante a rotação da peça; o avanço referente a translação da ferramenta; e obtém-se a profundidade com o movimento transversal da ferramenta (SENAI, 2014).

Basicamente, o torno é formado pelos componentes apresentados na figura abaixo:

**Figura 2 – Componentes do torno mecânico**



Fonte: SENAI (2014, p. 06)

Ainda conforme o SENAI (2014) existem vários tipos de tornos, dentre eles:

- Torno platô: também denominado de torno de placa, usado para o torneamento de peças curtas e com diâmetro elevado como rodas, polias volantes e outros elementos.

**Figura 3 – Torno platô**



Fonte: SENAI (2014, p. 37)

- Torno vertical: constituídos por um sistema de rotação vertical adotado no torneamento de peças com dimensões e peso elevados.

**Figura 4 – Torno vertical**



Fonte: SENAI (2014, p. 39)

- Torno revolver: indicados para processos operacionais em grande escala, pois possuem diversas ferramentas dispostas e preparadas para efetuar as tarefas de modo ordenado e sucessivo, assegurando uma grande produção.

**Figura 5 – Torno revolver**



Fonte: SENAI (2014, p. 41)



- Torno copiador: essas máquinas realizam um movimento combinado, onde a função é “cortar um perfil na peça, que acompanha, por meio de uma guia, um outro semelhante tomado como modelo” (SENAI, 2014, p. 42).

**Figura 6 – Torno copiador**



Fonte: SENAI (2014, p. 41)

- Torno CNC: seu funcionamento é realizado através de programação computadorizada e operações automáticas ordenamento conforme as ações em cada operação. Também são indicados para processos de produção em larga escala.

**Figura 7 – Torno CNC**



Fonte: SENAI (2014, p. 45)

- Torno universal: também conhecido como torno horizontal devido ao seu barramento estar alocado nessa posição, com capacidade para efetuar todas as operações como faceamento, torneamento interno e externo, além de broqueamento, furação e corte (SENAI, 2014). Sua estrutura é semelhante a Figura 2.

#### **4 A PRÁTICA DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM TORNO MECÂNICO**

As manutenções são classificadas mediante sua função como corretiva ou preventiva, sendo possível identificar quais os recursos físicos e humanos serão necessários para a tarefa. Em situações de manutenções com prioridade máxima, o atendimento é realizado o quanto antes mediante a abertura de uma ordem de serviço (NASCIMENTO, 2017).

Conforme relata Pereira (2009) a manutenção preventiva relaciona-se com o combate de avarias através da avaliação de fatores como previsão e fiabilidade, exigindo um conhecimento detalhado do equipamento para que a manutenção ocorra adequadamente e conforme as recomendações do fabricante e características operacionais. A manutenção preventiva pode ser:

- Sistemática: desenvolvida periodicamente, mantendo intervalos de tempo pré-determinados seguindo um protocolo específico conforme a quantidade de equipamentos em funcionamento.

- Condicionada: realizada conforme a condição do equipamento variando de acordo com as características operacionais do torno, possibilitando a previsão de problemas e falhas futuros, uma vez que as informações serão controladas.

Garcia e Nunes (2014) afirmam que uma política de manutenção preventiva deve seguir um cronograma.

**Tabela 1** – Cronograma de manutenção preventiva

<b>Fases</b>	<b>Atividade</b>	<b>Descrição</b>
1ª fase	Setor	Organização das ferramentas e do setor de manutenção
2ª fase	Documentação	Cadastrar e codificar os componentes críticos do equipamento
3ª fase	Plano	Elaborar um plano de manutenção preventiva indicando as frequências de inspeção
4ª fase	Banco de dados	Criar um banco de dados para armazenar as informações
5ª fase	Indicadores	Definir os indicadores
6ª fase	Treinamento	Preparação da equipe para a inspeção

**Fonte:** Garcia e Nunes (2014)

Com base na tabela acima, primeiramente, torna-se preciso organizar as ferramentas que serão utilizadas na manutenção do torno e efetuar a documentação necessária conforme as indicações da empresas, possibilitando o reconhecimento dos componentes mais críticos do equipamento e melhorando manutenções preventivas futuras (GARCIA; NUNES, 2014).

Após, elabora-se o plano de manutenção preventiva e cria-se um banco de dados. Por fim, torna-se necessária a definição de indicadores e conseqüentemente a preparação da equipe para realizar a inspeção. É de fundamental importância, “manter e controlar as fichas dos equipamentos atualizadas, pois é nesses registros de inspeção que está a base das informações e programação da sua manutenção (GARCIA; NUNES, 2014, p. 07).

Marques e Ribeiro (2012) apresenta um modelo de manutenção preventiva em tornos, cujo objetivo era reduzir o tempo de paradas mensais e os custos relacionados com as mesmas:

**Tabela 2** – Tabela comparativa do risco associado ao modo de falha antes e depois do Plano de Manutenção

Modo de falha	ANTES					DEPOIS				
	Tarefa indicada	Tipo man	Responsável	Intervalo	Risco	Tarefa indicada	Tipo man	Responsável	Intervalo	Risco
Quebra dos rolamentos da árvore	realização de preventiva de lubrificação	Preventiva - recuperação programada	Operação	Quinzenal	84	realização de preventiva de lubrificação	Preventiva - recuperação programada	Operação	Semanal	56
Vazamento de óleo	completar reservatório e inspecionar local do vazamento	Preventiva - recuperação programada	Operação	20 em 20 dias	126	completar reservatório e inspecionar local do vazamento	Preventiva - recuperação programada	Operação	Semanal	72
Contaminação do lubrificante	troca dos retentores da árvore / trocar lubrificante	Preventiva - substituição programada	Manutenção	Mensal	210	troca dos retentores da árvore / trocar lubrificante	Preventiva - substituição programada	Manutenção	Quinzenal	48

**Fonte:** Marques e Ribeiro (2012, p. 14)

Pode-se adotar os cadastros em software, processos produtivos e consequentemente, métodos de manutenção de cada departamento. Armazena-se ainda a equipe responsável pela manutenção e informações que são utilizadas para combater os problemas de segurança, possíveis riscos, alocação dos trabalhadores e outros dados relacionados com as atividades efetuadas pela empresa. Isto contribui com o entendimento da rotina organizacional e sobretudo, com a identificação de períodos propícios e adequados para se efetuar as intervenções (NASCIMENTO, 2017).

As funções mais importantes do PCM foram a elaboração de planos de manutenção de acordo com as tarefas efetuadas pela empresa, havendo o agrupamento de atividade buscando a otimização do serviço; a definição de um fluxo de informação e elaboração de ordens de serviço que contribuem com a documentação das tarefas, servindo para a padronização dos processos; e por fim, o uso de indicadores de desempenho possibilitaram a observação das melhores práticas, levantando as oportunidades de melhorias (HÜNEMEYER, 2017).

Segundo Pereira (2009) a avaliação de avarias é essencial, pois permite entender o comportamento dos equipamentos, possibilitando o desenvolvimento de estratégias de melhoria contínua, a fim de reduzir os riscos de problemas e consequências desastrosas para a vida útil do torno e para a produtividade da

indústria. Enfatiza-se que o controle e classificação dessas avarias estabelecem quais serviços dispõem de mais recursos quando comparados a outros.

Em sistemas de operação contínua, a proporção de tempo para a ocorrência de falhas é analisada a partir de dois elementos, as taxas de avaria e a de reparação (PEREIRA, 2009).

Para um dado período de funcionamento, a disponibilidade,  $A(t)$ , é o tempo durante o qual um equipamento se encontra disponível para funcionamento. Se considerada a fiabilidade (probabilidade de um bem não vir a falhar) e a manutibilidade (probabilidade de um bem ser reparado após falha), então é necessária uma terceira medida que determina a probabilidade de um bem-estar operacional a uma dada altura  $t$ . Esta medida de probabilidade é a disponibilidade (PEREIRA, 2009, p. 34).

O Tempo Médio entre Falhas, do inglês, Mean Time Between Failures (MTBF) possui a função de definir a média para o tempo de funcionamento entre a ocorrência de uma falha até a outra para cada elemento do equipamento. Quando esta média se torna cada vez maior, significa que a manutenção preventiva está alcançando seus objetivos, visto que a quantidade de intervenções para correção estará diminuindo e as horas de operação aumentando (GARCIA; NUNES, 2009). Esta média é obtida através da equação a seguir:

$$MTBF = \frac{T}{N}$$

Onde:

T= Tempo de funcionamento

N= Número de falhas

Outro fator importante apresentado por Garcia e Nunes (2009) refere-se ao Tempo Médio para Reparo, do inglês, Mean Time to Repair – MTTR, que possibilita investigar o tempo que os colaboradores responsáveis pela manutenção levam para reparar o equipamento, variando conforme as condições de operação, capacitação dos trabalhadores que manuseiam o equipamento e o PCM da empresa. Pode ser verificada através da equação:

$$MTTR = \frac{TRPT}{N}$$

Onde:

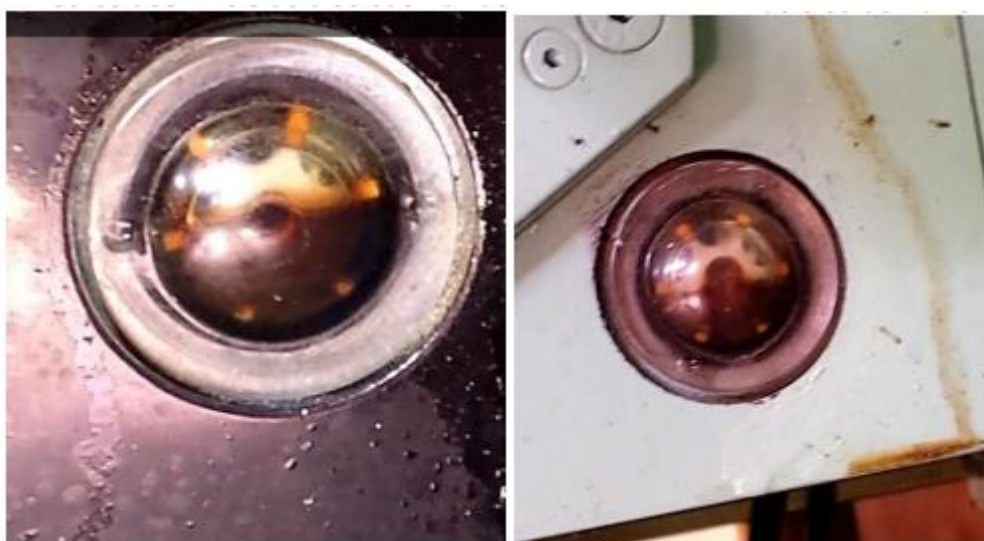
TRPT= Tempo em reparo total

N= Número de ciclos de trabalho

Na prática, Lottermann (2014) apresenta em seu estudo uma lista com dos serviços a executar durante a inspeção da manutenção preventiva em um torno mecânico convencional, juntamente com as especificações de como deve ser realizada a inspeção, com a máquina ligada, desligada ou em operação. Esta lista também apresenta dados sobre a frequência do serviço, sendo normalmente definido como um procedimento de rotina ou programada. Os serviços gerais incluem: verificação das condições de fios, cabos e parte elétrica externa; fixação e apoio do torno no piso, bem como de todos os seus elementos constituintes; condição das proteções de segurança; funcionamento da iluminação; e possível vazamento de ar quando o torno se encontra ligado ao sistema pneumático.

Após a análise geral, faz-se a verificação do cabeçote, inspecionando o nível de óleo na caixa; possíveis vazamentos de óleo; identificação de barulhos e ruídos fora do normal; inspeção dos elementos internos como engrenagens, tubulação e condição de lubrificação; observação de folgas e vibração da árvore; e estado dos manípulos e alavancas. Na caixa de roscas, recambio, avental, cabeçote móvel e conjunto dos carros, o responsável pela manutenção preventiva busca verificar o nível de óleo, vazamentos e ruídos. Na placa, a inspeção abrange a verificação da fixação e funcionamento da mesma, sendo normalmente indicado realizar a desmontagem, limpeza e lubrificação para manter as condições ideais, sendo necessário ainda inspecionar o estado das castanhas (LOTTERMANN, 2014).

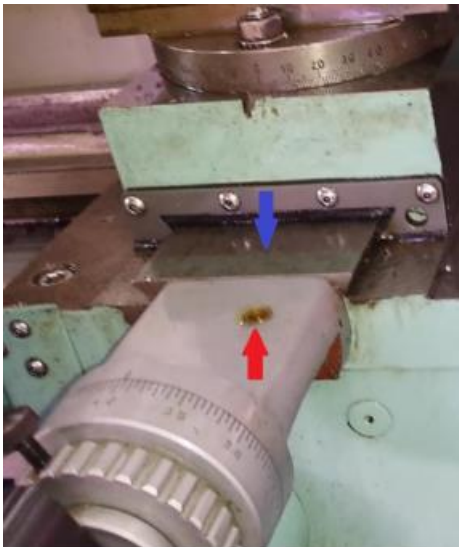
**Figura 8** – Visores do nível de óleo das caixas e do carro principal



Fonte: Nascimento (2017, p. 46 e 47)

Nascimento (2017) apresenta uma manutenção preventiva realizada em torno Nardini que necessitam de lubrificação. A seta vermelha indica onde deve-se efetuar a lubrificação do equipamento com o uso de almotolia, enquanto a seta azul indica onde o óleo deve ser passado mediante fina camada para facilitar o movimento do carro transversal, conforme figura abaixo:

**Figura 9** – Lubrificação em torno nardini



**Fonte:** Nascimento (2017, p. 48)

Alguns tornos como o American não necessitam de lubrificação manual, pois possuem um sistema de auto lubrificação, sendo necessário apenas assegurar o nível de óleo do compartimento, conforme demonstrado na figura abaixo:

**Figura 10** – Torno American



**Fonte:** Nascimento (2017, p. 48)

A transmissão também deve ser inspecionada para a identificação de ruídos e vibrações do moto, bem como sua condição e fixação, possibilitando a observação das polias, tensão das correias, sistema elétrico, adequações da corrente elétrica e alinhamento. Na inspeção do freio, deve-se garantir que o nível do fluido nunca permaneça inferior a  $\frac{3}{4}$  da capacidade, verificando também os aspectos de funcionamento (LOTTERMANN, 2014).

Com relação à refrigeração, é indispensável inspecionar a motobomba, assim como o líquido de refrigeração para eventual troca e identificação do risco de vazamento. Os componentes do comando elétrico também devem passar pela manutenção preventiva perante a observação de fenômenos como oxidação e umidade para ser efetuada a correta vedação. Faz-se também a limpeza interna e verificação da chave geral. Por fim, a identificação de riscos está relacionada com a observação dos avisos e advertências escritos no torno, que precisam estar sempre legíveis, sendo substituídos quando isso não ocorrer (LOTTERMANN, 2014).

## **5 BENEFÍCIOS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM TORNO MECÂNICO**

De acordo com Lottermann (2014) normalmente a manutenção realizada em fresadoras e tornos mecânicos são do tipo corretiva, onde o conserto é efetuado apenas quando é verificada a parada do equipamento e conseqüentemente a quebra de alguns de seus elementos constituintes. Além de acarretar maiores custos de manutenção, se torna um ciclo vicioso, já que o esforço não permanece voltado para a solução da causa e nem para a redução do tempo de interrupção do equipamento.

O maior benefício relaciona-se com a melhoria contínua do processo de fabricação do produto, a partir de metodologias e tarefas padronizadas que garantem a excelência das mercadorias comercializadas, uma vez que o torno mecânico a manutenção preventiva adequada. No entanto, as principais dificuldades no processo de implantação deste tipo de manutenção são a resistência e falta de comprometimento dos funcionários e colaboradores, implicando em falhas operacionais, além dos custos um pouco elevados e falta de compreensão das normativas (NASCIMENTO, 2017).



Por sua vez, em estudo mais recente, Nascimento (2017) demonstrou que a manutenção preventiva em tornos incide na diminuição dos custos com componentes, elevando a vida útil do equipamento como um todo, bem como a disponibilidade para o uso das máquinas e equipamentos. O autor afirma que:

No início de sua implantação os benefícios não serão tão nítidos, pois a um alto custo de implantação e o planejamento exigido pelo plano demandam disponibilidade e dedicação. Mas após o tempo de adaptação já será possível notar todos os benefícios citados acima. Dessa forma pode-se concluir que mesmo sendo mais trabalhoso e exigindo maior empenho por parte dos responsáveis pela manutenção, o plano de manutenção preventiva em longo prazo é mais recomendado e eficiente em relação à manutenção corretiva (NASCIMENTO, 2017, p. 87).

Os benefícios mais importantes da manutenção preventiva estão à redução tanto dos custos quanto dos riscos operacionais, otimizando os processos e desenvolvendo diferenciais estratégicos. Constata-se que os custos são diminuídos através da extinção de despesas desnecessárias e racionalização de recursos humanos, físicos e financeiros. Com isso, trata da aquisição da conformidade operacional, utilizando os passivos capazes de subsidiar seu gerenciamento, garantindo a segurança legal por meio de uma gestão sistematizada de acordo com a política de negócios da empresa (VIANA, 2002).

Em seu estudo, Lottermann (2014) descreveu que normalmente as máquinas que não recebem manutenção preventiva, já ultrapassaram o tempo de vida útil no setor de produção, entrando em desgaste ou degradação rapidamente. Com a falta de inspeção periódica, o equipamento recebe consertos apenas quando necessário, prejudicando intensamente a produtividade. Com isso, a manutenção não deve ser realizada apenas com o intuito de assegurar a qualidade do processo, mas sim de evitar problemas que prejudiquem a rotina industrial.

Com isso, a prática da manutenção preventiva em tornos mecânicos evita a ocorrência de falhas e problemas que podem levar às paradas bruscas do equipamento e até mesmo quebra dos constituintes, ocasionando maiores gastos e redução da produtividade. Busca-se atuar precocemente, evitando a quebra da máquina, assegurando eficientemente a produção contínua e o funcionamento adequado (GARCIA; NUNES, 2014).

## **6 IMPLANTAÇÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM TORNO MECÂNICO CLEVER L-2060**

### **6.1 METODOLOGIAS E TÉCNICAS UTILIZADAS**

A partir de bibliografias estudadas, buscou-se desenvolver um plano de manutenção preventiva para o torno mecânico convencional Clever, desenvolvida para acompanhar todas as atividades realizadas nessa máquina, e futuramente para todas as outras do setor de usinagem. As máquinas da fábrica, inclusive os tornos, até o presente momento não contavam com nenhum tipo de manutenção planejada, ou seja, apenas a manutenção corretiva, que eventualmente é a manutenção mais cara. O principal motivo pelo qual a empresa tinha adotado o sistema quebra-concerta, é que sua estrutura poderia ser considerada de pequeno porte, e operando com um pequeno número de máquinas, porém seu crescimento ganhou forte impulso, necessitando aumento de produtividade e ampliando o número de máquinas. A necessidade de um plano de manutenção nasceu com a criação de um setor de manutenção, que até então não existia.

Segundo os colaboradores da empresa e encarregados, nenhuma máquina que recebia manutenção era gerada relatório da quebra, sendo necessário um levantamento de dados da máquina para criação de uma planilha de manutenção periódica, conseqüentemente aumentando a confiabilidade da máquina que também é foco do trabalho.

Voltando a falar do problema de pesquisa, agora volta-se para a implantação de um plano de manutenção preventiva para o torno Clever L-2060. Será levantado dados de todas as máquinas do setor, porém focaremos no torno convencional citado acima para acompanharmos a evolução do sistema, e então nesse caso específico quando terminarmos todas as etapas para a criação do sistema de manutenção preventiva no torno mecânico L-2060, concluiremos nosso trabalho.

## 7 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 7.1 IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO

Para que possamos realizar e criar um plano de ação para a manutenção preventiva, inicialmente precisamos fazer a identificação da máquina, esse processo chama-se codificação de equipamento. A codificação, é uma etiqueta com número para identificação, esse número não poderá se repetir em nenhuma outra máquina, ele deverá ser único.

Codificar um equipamento tem como objetivo individualiza-lo para receber manutenção bem como para acompanhamento de sua vida útil, seu histórico de quebras, intervenções, custos, etc. Estaremos, ao codificar registrando o equipamento, da mesma forma que uma carteira de identidade civil, faz com um cidadão brasileiro (VIANA, 2002).

A individualização do equipamento estudado foi feita de forma sucinta, o número usado para codificação foi o mesmo que a empresa criou para apontamento de produção da máquina, eliminando assim a necessidade da criação de plaquetas de identificação nova.

**Figura 11** – Torno Clever L-2060 com identificação



**Fonte:** AUTOR, 2019.

## 7.2 CRIAÇÃO DE SOLICITAÇÃO E ORDEM DE SERVIÇO

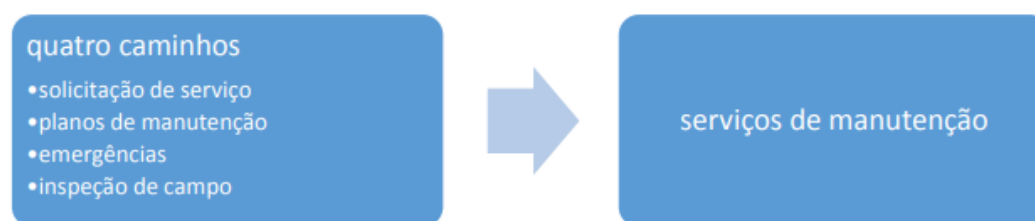
Para podermos dar continuidade ao nosso plano de manutenção preventiva, gera a necessidade de criar uma ordem de serviço, conhecida também como OS, através daí é onde obteremos dados necessários para garantir as futuras tomadas de decisões de planejamento e controle de manutenção do equipamento.

Para que possamos gerar uma OS, primeiramente devemos obedecer a existência de quatro caminhos fundamentais, que são regras organizacionais que irão canalizar os serviços provenientes do plano de manutenção. Os quatro caminhos para geração de uma OS são:

- Solicitação de serviço; aberta pelo operador do equipamento.
- Planos de manutenção.
- Emergenciais; quando houver uma corretiva.
- Inspeção de campo.

Para melhor compreender vamos representar isso em fluxograma.

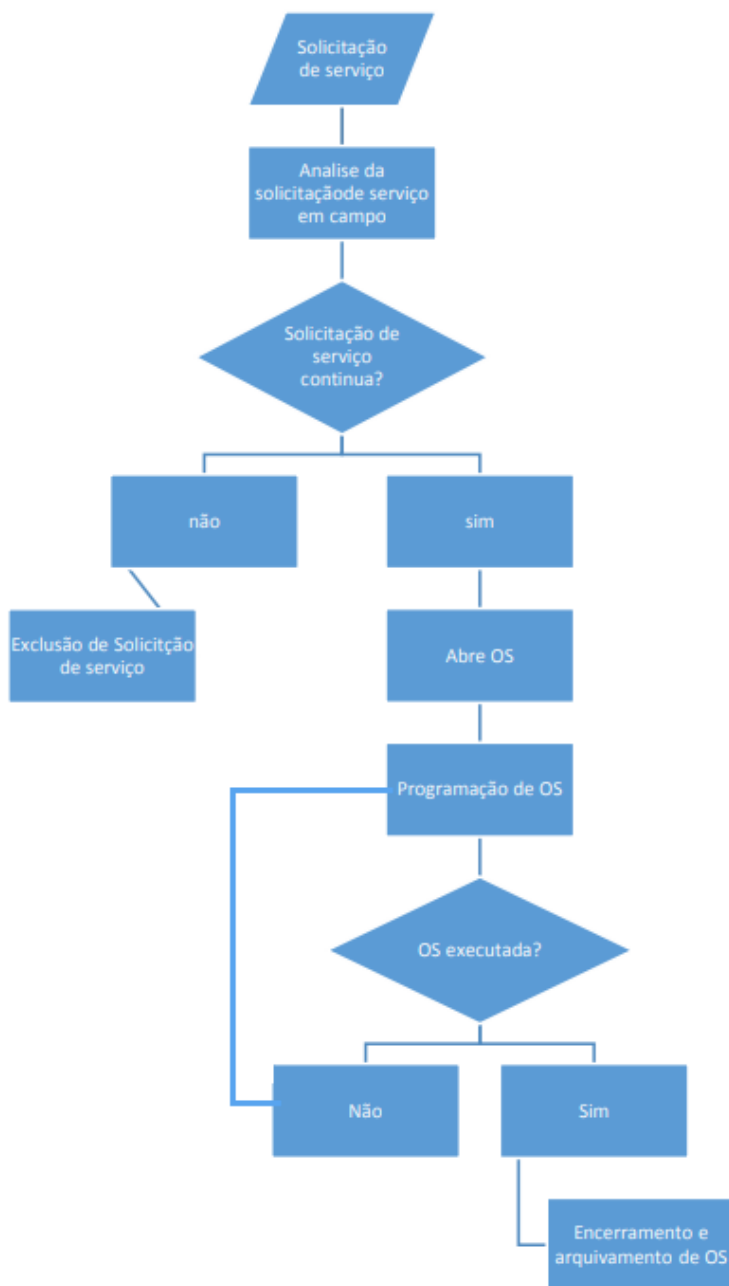
**Figura 12** – Caminhos para geração de OS.



Fonte: AUTOR, 2019.

As solicitações de serviços serão planilhas que eventualmente serão preenchidas pelo operador da máquina, detalhando no máximo possível o defeito ou falha detectada no equipamento. Nela deverá conter o código da máquina, e a especialidade da falha (elétrica ou mecânica) e então enviado ao setor de manutenção para inspeção em campo do defeito, e por fim a abertura da OS. Vejamos a seguir um exemplo de solicitação de serviço, e em seguida um fluxograma de como correrá o planejamento ou não da solicitação de serviço.



**Figura 14** – Fluxograma triagem de solicitação de serviço.

**Fonte:** AUTOR, 2019.

Após a triagem da solicitação de serviço à OS será preenchida pelo setor de manutenção para que só então a manutenção ocorra.

Abaixo temos um exemplo de OS.

**Figura 15** – Exemplo de OS

ordem de serviço			
sintoma:	Manutenção rotineira		
causa	parada preventiva programada		
			Tag: 092
Historico			
matricula	data	inicio	final
1501	18/03/2019	9:00 hrs	9:40 hrs
Serviço executado			
Troca de óleo da caixa de transmissão de engrenagens torno mecânico clever L-2060			
tempo de funcionamento do equipamento com o determinado fluido de 400 hrs			
Fluido: oleo hidraulico xp 68			

**Fonte:** AUTOR, 2019.

A criação das ordens de serviço e das solicitações de serviço da operação, inicialmente serão aderidas a partir de planilhas criadas no Excel, que serão impressas e arquivadas de modo físico.

## 8 PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA TORNO CLEVER L-2060

Depois de criadas as planilhas para solicitação de serviço e uma planilha de ordem de serviço para podermos salvar todas as manutenções feitas na máquina, por fim será realizada uma planilha de manutenção preventiva para o torno, e nessa planilha irá conter um cronograma de quando e como fazer as manutenções na máquina. É de extrema importância que todo o planejamento esteja centrado a partir do manual do fabricante, deixando assim a planilha mais completa.

Para aperfeiçoar as inspeções periódicas do equipamento, o setor de manutenção da fábrica juntamente com o operador elaborou um checklist para que a própria operação possa acompanhar as suas inspeções no equipamento, levantando vários fatores para planejar e executar manutenções na máquina. A seguir um checklist realizado pelo operador da máquina, levantando qualquer suspeita de necessidade de manutenção.

**Figura 16 – Checklist de manutenção preventiva do operador**

manutenção de rotina do operador			legenda de datas							
torno mecanico clever L-2060			Diaria: todos os dias							
Codigo do equipamento: 093			Semanal: 1 vez por semana							
Mês de execução: janeiro 2019			Quinzenal: cada 15 dias							
			Mensal: 1 vez por mês							
			Operador: Max Chaves Varela							
Item	Tarefa	Energia	Frequen.	seg	ter	qua	qui	sex		
C 1	Limpar e retirar cavacos	des.	diária	x	x	x	x	x		
C 2	limpar externamente toda a maquina, incluindo proteções e carenagens	des.	mensal						x	
C 3	testar funcionamento de emergência	lig.	diária	x	x	x	x	x		
C 4	verificar condições dos botões do painel e chave geral.	lig.	diária	x	x	x	x	x		
C 5	verificar condições e funcionamento de todos os manipulos e alavancas	lig.	diária	x	x	x	x	x		
C 6	verificar a existencia de ruidos anormais na maquina	lig.	diária	x	x	x	x	x		
C 7	verificar possíveis vazamento de óleo em toda maquina	lig./des.	semanal						x	
C 8	verificar níveis de óleo nos reservatorios	desl.	semanal						x	
C 9	verificar bomba de oleo da caixa de velocidades	des.	quinzenal						x	
C 10	verificas peças soltas, quebradas amassadas	desl	diaria	x	x	x	x	x		

Fonte: AUTOR, 2019.

Por fim, com base nas tabelas de Lottermann (2014), criou-se uma planilha que será usada como plano de manutenção preventiva para a máquina. Essa planilha é um checklist total da máquina mostrando a partir de um croqui, onde deverá ser feito a inspeção trimestral. Essa tabela será guardada no setor de manutenção juntamente aos históricos de manutenção do equipamento. A partir dos dados da operação e as inspeções feitas pelos mecânicos e eletricitas, a planilha poderá ser alterada, visando aprimorar o checklist e as ferramentas para realizar as manutenções.

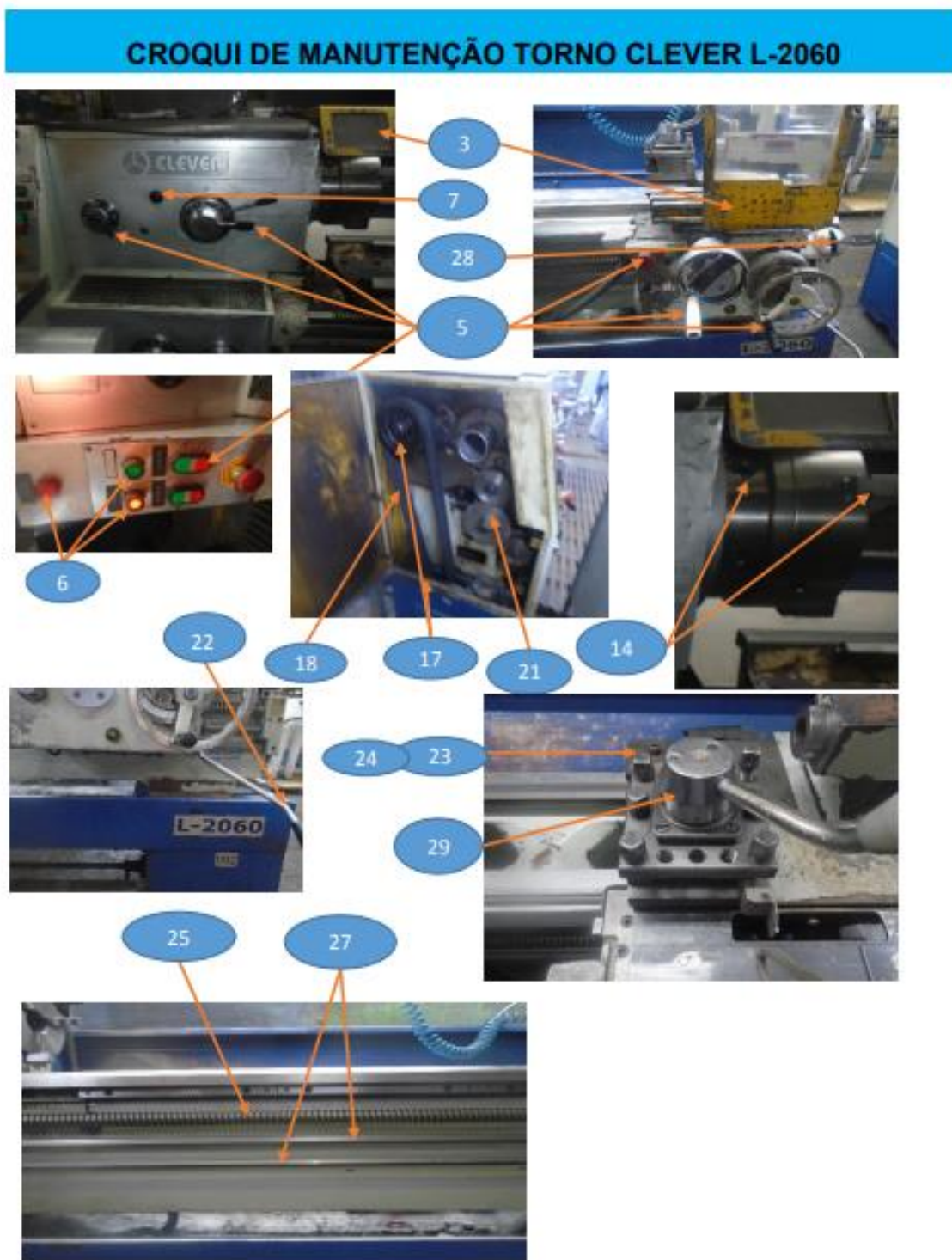


Figura 17 – Checklist manutenção preventiva

<b>CHECKLIST MANUTENÇÃO PREVENTIVA</b>				
<b>Torno mecânico Clever L-2060</b>		<b>Plano trimestral</b>		
<b>Item</b>	<b>SERVIÇOS</b>	<b>Condições</b>		
		<b>Boa</b>	<b>Regular</b>	<b>Ruim</b>
1	Verificar condições dos fios, cabos e instalações elétricas externas.		X	
2	Verificar apoio da máquina e nivelamento da mesma.	X		
3	Verificar condições das proteções de segurança.		X	
4	Verificar barramento na base.	X		
5	Verificar botoeiras, manipuladores e alavancas.		X	
6	Verificar iluminações.			X
7	Verificar nível de óleo na caixa de transmissão.	X		
8	Verificar possíveis vazamentos na caixa de transmissão.		X	
9	Verificar ruídos na caixa de transmissão	X		
10	Com a caixa aberta, verificar engrenagens, tubulações e lubrificação.	X		
11	verificar folgas ruídos e vibração da árvore.	X		
12	Verificar nível de óleo na caixa de roscas.	X		
13	Verificar vedações da caixa de roscas.	X		
14	Verificar fixação e condições das placas e das castanhas.		X	
15	Verificar ruídos e Vibrações do motor.	X		
16	Verificar fixação do motor.	X		
17	Tirar as correias e verificar condições das polias de transmissão.	X		
18	Verificar condições das correias.		X	
19	Verificar alinhamento do motor.	X		
20	Verificar condições e regulagem do freio.	X		
21	verificar condições e fixação do trem de engrenagens do recâmbio.	X		
22	Verificar acionamento do motor: partida, neutro, reverso.	X		
23	Verificar folgas do carro com o barramento.		X	
24	Verificar limpadores do barramento.		X	
25	Verificar condições e folga dos fusos.	X		
26	Desmontar, limpar e ajustar a folga axial do fuso.	X		
27	Verificar condições do varão	X		
28	Testar avanço automático.		X	
29	Testar funcionamento da torre porta ferramenta.		X	
30	Inspeção interna das condições do avental: engrenagens, tubulações e folgas	X		
31	Testar funcionamento da motobomba.	X		
32	Trocar líquido de refrigeração.	X		
33	Verificar tubulação do sistema de refrigeração.		X	
34	Verificar todas as etiquetas de advertência da máquina.	X		

Fonte: AUTOR, 2019

Figura 18 – Croqui de manutenção



Fonte: AUTOR, 2019.

## 9 CONCLUSÃO

O trabalho desenvolvido foi um estudo de breve comparação e conceitos entre os tipos de manutenção aplicadas no ambiente operacional e organizacional, destacando a comparação entre manutenção corretiva e preventiva, mostrando suas funções quando intervém em um equipamento, porém o foco principal de interesse é aplicação de manutenção preventiva no torno mecânico Clever L-2060, criando formas organizadas de manutenção visando um baixo custo de implantação.

Através de modelos de conceitos de planejamento e alguns métodos de outros autores, observou-se a implementação da manutenção preventiva, afim de diminuir defeitos e falhas inesperadas na máquina que foi objeto de estudo.

Assim o plano adotado necessita apenas de uma organização e aplicação das planilhas que controlam as manutenções de rotina e programada, mantendo a disciplina e informações detalhadas das atividades.

Por fim, vale destacar que concluímos o objetivo até o presente momento sanando a necessidade do setor de manutenção e dos mantenedores, que é as informações concretas e detalhadas da máquina.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O PCM pode ser definido como as ações que visam diagnosticar e analisar situações atuais relacionadas a manutenção, articulando os objetivos organizacionais com as intervenções que devem estar alinhadas com os mesmos, visando combater as paradas inesperadas e custos desnecessários, e proporcionando sobretudo, a adoção de um posicionamento estratégico frente às manutenções periódicas e antecipadas.

Através dos estudos que analisaram a aplicação da manutenção preventiva em tornos mecânicos no ambiente industrial, verificou-se que atividades de planejamento, programação e controle são indispensáveis para assegurar que as manutenções sejam realizadas de acordo com as necessidades da empresa, sem reduzir sua produtividade, uma vez que contribuem com o desenvolvimento de planos de correção, e sobretudo, melhoria de processos.

Além disso, buscam a identificação de falhas de equipamento; gerenciamento de recursos e disponibilização de peças; e a adoção de sistemas e softwares que facilitam e otimizam as intervenções, permitindo que a empresa tome decisões mais estratégicas.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, J. P. **Torno Mecânico** (2019) Disponível em: <<ftp://ftp.sm.ifes.edu.br/professores/JoaoPaulo/PRONATEC/.../TORNO.pdf>> Acesso em: 03 de mai. 2019

BATISTA, Rodrigo Abranches Taques Maia; RODRIGUES, Leandro Bezerra; MATOS, Cláudio Jorge Vilela. Estudo da implantação do planejamento e controle de manutenção na empresa água química LTDA. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, v. 1, n. 9, p. 90-101, 2014.

BRANCO, Gil F. **A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2008.

GARCIA, F. L; NUNES, F. L. Proposta de implantação de manutenção preventiva em um centro de usinagem vertical: um estudo de caso. **Tecnologia e Tendências**, v. 10, n. 2, p. 1-27, 2014.

HÜNEMEYER, Felipe Jacó. **Proposta de implantação das funções de planejamento e controle da manutenção (PCM) em uma linha de produção** (2017) Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1666/1/2017FelipeJacoHunemeyer.PDF>> Acesso em: 23 de mar. 2019

LAMB, Maiquel Auri; CORCINI NETO, Secundino Luis Henrique; LACERDA, Daniel Pacheco; DRESCH, Aline; GOLDMEYER, Dieter Brackmann. **Modelo de planejamento e controle da manutenção para empresas de saneamento básico**. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A Gestão dos Processos de Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos Salvador, BA, Brasil, 08 a 11 de outubro de 2013. Disponível em: <[http://abepro.org.br/biblioteca/enegep2013\\_TN\\_STO\\_177\\_011\\_22655.pdf](http://abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_177_011_22655.pdf)> Acesso em: 23 de mar. 2019

LOTTERMANN, A. A. **Elaboração de um plano de manutenção para máquinas de usinagem de laboratório de estudos da Fabor** (2014) Disponível em: <[http://www.fabor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng\\_Mecanica/2014/Adriano\\_Antonio\\_Lottermann.pdf](http://www.fabor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng_Mecanica/2014/Adriano_Antonio_Lottermann.pdf)> Acesso em: 02 de mai. 2019

MARQUES, R. Q; RIBEIRO, J. L. D. R. **Criação de um plano de manutenção para o equipamento torno descascadora utilizando conceitos de manutenção centrada em confiabilidade (MCC) e manutenção produtiva total (MPT)** (2012) Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/65664/000858032.pdf?sequence=1>> Acesso em: 23 de mar. 2019

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento**. São Paulo: Hucitec, 1993.

NASCIMENTO, A. T. I. **Plano de manutenção para o laboratório de usinagem** (2017) Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8637/1/PG\\_DAMEC\\_2017\\_2\\_04.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8637/1/PG_DAMEC_2017_2_04.pdf)> Acesso em: 03 de mai. 2019

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Organização, sistemas e métodos: uma abordagem gerencial**. São Paulo: Atlas, 2009.

PADILHA JÚNIOR, Roberto Fonseca; RODRIGUES, Greison da Silva. **Gestão de estoques de peças de reposição da manutenção: um estudo de caso**. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção, Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012\\_TN\\_STP\\_158\\_924\\_19516.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_TN_STP_158_924_19516.pdf)> Acesso em: 23 de mar. 2019

PEREIRA, P. M. S. **Planos de Manutenção Preventiva Manutenção de Equipamentos Variáveis na BA Vidro, AS** (2009) Disponível em:

<<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60372/1/000134625.pdf>> Acesso em: 03 de mai. 2019

PINTO, Alan K; XAVIER, Júlio A. N. **Manutenção Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

SENAI. **Aula 02 Torno Mecânico** (2014) Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/EltonRicardo/aula-02-torno-mecnico>> Acesso em: 03 de mai. 2019

STEVENSON, William J. **Administração das operações de produção**. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.