



**Patrícia Taís Pohl**

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE UM PLANO DE  
MANUTENÇÃO EM UM TORNO CONVENCIONAL DO  
LABORATÓRIO DE CONFORMAÇÃO MECÂNICA E USINAGEM DA  
FAHOR**

Horizontina - RS

**2018**

**Patrícia Taís Pohl**

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE UM PLANO DE  
MANUTENÇÃO EM UM TORNO CONVENCIONAL DO  
LABORATÓRIO DE CONFORMAÇÃO MECÂNICA E USINAGEM DA  
FAHOR**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção na Faculdade Horizontina, sob a orientação do Me. Eloir Fernandes.

**Horizontina - RS**

2018

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso**

**“Proposta de implantação de um plano de manutenção em um torno convencional do laboratório de conformação mecânica e usinagem da FAHOR.”**

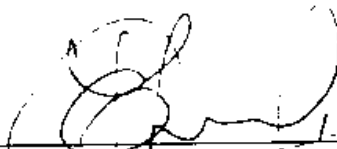
**Elaborada por:**

**Patrícia Taís Pohl**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia de Produção

Aprovado em: 30/11/2018

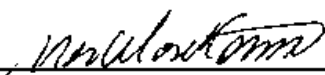
Pela Comissão Examinadora



---

Prof. Mestre. Eclair Fernandes

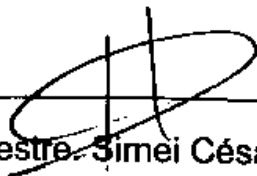
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador



---

Prof. Mestre. Marcelo Andre Losekann

FAHOR – Faculdade Horizontina



---

Prof. Mestre. Simeir César Kach

FAHOR – Faculdade Horizontina

Horizontina - RS

2018

Dedicatória

Aos meus pais, Milton e Maristela.

## AGRADECIMENTO

Aos meus pais, muito obrigada por acreditarem em mim e tornarem essa conquista possível. Ao meu orientador Eloir Fernandes e ao meu coorientador Adalberto Lovato pelas orientações. Ao coordenador do curso Sirnei Kach por todo auxílio prestado sempre que necessário no decorrer da graduação. Aos professores e parceiros da faculdade por todos ensinamentos compartilhados. Aos amigos e colegas pela parceria nas horas boas e ruins. Agradeço a cada um que de alguma forma ou de outra, de longe ou de perto, me apoiaram, suportaram e me incentivaram a chegar até aqui.

“Sem sonhos, a vida não tem brilho. Sem metas, os sonhos não têm alicerces. Sem prioridades, os sonhos não se tornam reais”.

(Augusto Cury)

## RESUMO

Para se manterem competitivas no mercado as organizações devem estar constantemente em busca de métodos para aumentar a qualidade, produtividade e eficiência de seus negócios. Neste contexto podemos citar a manutenção, a qual ainda não é considerada por muitas empresas como sendo um investimento que possui impacto significativo nos pontos anteriormente citados. Este trabalho tem por objetivo identificar com base nos fundamentos da metodologia TPM (Manutenção Produtiva Total) os métodos e ferramentas que mais se adequam as necessidades do laboratório de conformação mecânica e usinagem, visto que, anteriormente não se tinha nenhuma forma de gerenciamento da manutenção. Além da elaboração de padrões técnicos da manutenção, o estudo buscou validar a efetivação de um meio de compartilhamento dos documentos criados a fim de instigar àqueles que usufruem do laboratório a adotarem em seu dia-a-dia a cultura da manutenção. A metodologia adotada pela autora pode ser classificada como pesquisa-ação, pois a mesma envolveu-se tanto no desenvolvimento quanto na aplicação dos métodos e técnicas de gerenciamento da manutenção. Com base em três dos oito pilares do TPM, modelos de *checklists* de manutenção autônoma e manutenção preventiva foram elaborados e disponibilizados aos usuários do laboratório por meio de um sistema de resposta rápida (*QR Code*). Os resultados mostram que através da execução de atividades relativamente simples é possível exercer a manutenção e estabelecer estas práticas a fim de transformá-las parte da rotina daqueles que utilizam o laboratório.

**Palavras-chave:** Manutenção. TPM. *Checklist*.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Os Oito Pilares do TPM. ....	23
Figura 2: Curva da banheira .....	26
Figura 3: Estrutura básica dos padrões de manutenção .....	28
Figura 4: Tipos de Padrões Técnicos da Manutenção e seu conteúdo .....	29



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Evolução da Manutenção .....	318
Quadro 2: Exemplos de resultados tangíveis e intangíveis .....	30
Quadro 3: Lista de equipamentos e acessórios do laboratório .....	35

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1 TEMA .....	12
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	12
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA .....	13
1.4 HIPÓTESES.....	13
1.5 JUSTIFICATIVA .....	14
1.6 OBJETIVOS .....	15
1.6.1 Objetivo Geral .....	15
1.6.2 Objetivos Específicos .....	15
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>16</b>
2.1 HISTÓRICO DE MANUTENÇÃO .....	16
2.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO .....	19
2.2.1 Manutenção corretiva .....	20
2.2.1.1 Manutenção corretiva emergencial.....	20
2.2.1.2 Manutenção corretiva programada.....	21
2.2.2 Manutenção preventiva .....	21
2.2.3 Manutenção preditiva .....	21
2.2.4 Manutenção detectiva .....	22
2.2.5 Engenharia da Manutenção .....	23
2.3 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL.....	23
2.4 MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE .....	26
2.4.1 Curva da banheira.....	27
2.5 PLANO DE MANUTENÇÃO.....	27
2.5.1 Padronização .....	28
2.5.1.1 Tipos de padrões da manutenção .....	29

2.6 INDICADORES .....	31
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>33</b>
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	33
3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	35
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>36</b>
4.1 LABORATÓRIO DE CONFORMAÇÃO MECÂNICA E USINAGEM DA FAHOR (LaCMU) – SITUAÇÃO ATUAL .....	36
4.2 IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO .....	39
4.3 MANUTENÇÃO DE FERRAMENTAS .....	40
4.4 APLICAÇÃO DO TPM.....	41
4.4.1 Pilar da manutenção autônoma.....	41
4.4.2 Pilar manutenção planejada .....	43
4.4.3 Pilar educação e treinamento.....	45
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>52</b>
<b>APÊNDICE A – CROQUI DE LOCALIZAÇÃO – TORMAX 20/A .....</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICE B – ETIQUETAS DE ANOMALIAS .....</b>	<b>54</b>
<b>APÊNDICE C – MODELO CHECKLIST – MANUTENÇÃO AUTÔNOMA .....</b>	<b>55</b>
<b>APÊNDICE D – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP) – COMO ACESSAR A PLANILHA GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO .....</b>	<b>56</b>
<b>APÊNDICE E – ONE PAGE - GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO.....</b>	<b>57</b>
<b>APÊNDICE F – CHECKLIST MANUTENÇÃO AUTÔNOMA – TORMAX 20/A .....</b>	<b>58</b>
<b>APÊNDICE G – MODELO CHECKLIST – MANUTENÇÃO PREVENTIVA .....</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICE H – CHECKLIST MANUTENÇÃO PREVENTIVA – TORMAX 20/A .....</b>	<b>60</b>
<b>APÊNDICE I – MODELO CROQUI DE LOCALIZAÇÃO – MANUTENÇÃO PREVENTIVA .....</b>	<b>61</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Com a globalização e o surgimento de novas tecnologias a cada instante, as empresas precisam estar constantemente em mudanças e se adequando as exigências do mercado, introduzindo novas técnicas e metodologias de gestão no dia-a-dia de suas atividades. O grande dilema das instituições é tornar seus processos competitivos, com alta produtividade e qualidade. Uma das formas de incorporar esta demanda de informações nas empresas é a partir da capacitação técnica dos seus colaboradores, para que falhas e perdas de produção sejam evitadas. É neste contexto que o conceito de manutenção produtiva total se aplica, direcionando a empresa de forma eficaz para que atinja os resultados esperados.

Conforme a norma NBR 5462, a manutenção é a fusão de ações técnicas e administrativas, englobando as de supervisão, designada a condicionar e restituir um item a uma condição a qual permita desempenhar uma função desejada.

Por se tratar de uma faculdade de engenharias, compete à FAHOR (Faculdade Horizontina), o compromisso de dispor laboratórios equipados com máquinas e ferramentas os quais estejam disponíveis para aulas práticas, visando a capacitação dos acadêmicos que ali depositam seus investimentos em busca de uma qualificação técnica.

O presente estudo visa despertar a importância da manutenção em uma instituição de ensino, propondo padrões técnicos para sua realização a partir da investigação do estado atual de um dos laboratórios, para que os mesmos possam ser utilizados pelos acadêmicos a partir dos conceitos da manutenção autônoma. Como objeto de estudo, optou-se pelo laboratório de conformação mecânica e usinagem o qual apresenta como principais equipamentos tornos convencionais.

Atualmente, o método de manutenção aplicada no referido laboratório é a corretiva, também chamada de sistema quebra-conserta. Este método, de acordo com Kardec e Nascif (2002), fundamenta-se na ação para a correção da falha ou do funcionamento quando este não atinge a expectativa. Ao atuar desta forma, realizamos a manutenção corretiva.

A manutenção corretiva aplica-se para aquelas empresas que não possuem como foco a produtividade, porque, muitas vezes, o conserto de uma falha pode se tornar mais barato do que tomar ações preventivas. De acordo com Xenos (2004), a manutenção preventiva deve ser feita periodicamente e engloba algumas tarefas sistemáticas, como por exemplo as inspeções, reparos e substituições de peças, sobretudo. Adotando essa metodologia, a ocorrência de falhas diminui, aumenta-se a disponibilidade dos equipamentos e também se reduz as paradas imprevisíveis da produção.

Objetivando a disponibilidade de máquinas em condições de uso para as aulas práticas na instituição, buscou-se a partir deste estudo, a melhor forma de otimizar a manutenção no laboratório através da criação de padrões técnicos baseados em 3 pilares do TPM. Através de um modelo simples e de fácil interpretação, o operador/acadêmico que fará a verificação e execução das atividades necessárias poderá certificar-se das condições do equipamento.

## 1.1 TEMA

Estudo de cenário em um laboratório de conformação mecânica e usinagem com proposta de implantação de padrões técnicos de manutenção.

## 1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este trabalho delimita-se a análise do atual cenário do laboratório de conformação mecânica e usinagem no que tange a manutenção para a criação de padrões técnicos para um torno industrial modelo TORMAX 20/A das Indústrias Romi S.A. que pode ser visualizado no Apêndice A do presente estudo. As demais máquinas e equipamentos do laboratório não serão abordados como objetos de estudo, porém, poderão usufruir posteriormente dos modelos elaborados para gestão da manutenção.

Estudou-se também a efetividade de usar um código de resposta rápida (*QR Code*) para disponibilizar os documentos criados. Entretanto, os custos oriundos para manutenibilidade deste *QR Code* após período de testes gratuitos serão de

responsabilidade da Instituição de Ensino FAHOR, cabendo ao autor deste estudo apenas a disponibilização dos documentos criados.

### 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Desde a concepção do laboratório da FAHOR nunca se teve um plano de manutenção de máquinas e equipamentos.

Atualmente, as máquinas e equipamentos disponíveis são utilizadas por acadêmicos no decorrer de aulas práticas da faculdade e por alunos do curso técnico. De acordo com a instituição de ensino, o laboratório será transformado em um centro de usinagem, o qual poderá ser empregado para realização de serviços terceirizados na produção de peças a fim de atender a demanda de pequenas empresas da região.

Outro ponto diz respeito ao estabelecimento da cultura da manutenção na instituição, para que os acadêmicos os quais usufruem dos equipamentos se sintam responsáveis pela integridade dos mesmos e entendam a importância da prática da manutenção.

A partir do desenvolvimento do seguinte trabalho, pretende-se responder a seguinte questão: Quais são os padrões técnicos da manutenção e procedimentos operacionais adequados para os equipamentos do laboratório?

### 1.4 HIPÓTESES

A elaboração de um plano de manutenção para o laboratório será de grande valia para que as falhas possam ser identificadas previamente e contidas. Assim, haverá redução de desperdícios, não originará retrabalho e perdas financeiras. De forma simples e rápida os operadores/acadêmicos e supervisores/professores do processo poderão ter em mãos as informações desejadas a fim de eliminar perdas e tornar o processo mais produtivo e com qualidade.

Com a elaboração de padrões técnicos da manutenção todas as máquinas e equipamentos não só do laboratório, mas de toda instituição e também aquelas que

serão adquiridas poderão usufruir dos modelos desenvolvidos apenas com adaptação das descrições técnicas de cada equipamento em específico.

## 1.5 JUSTIFICATIVA

O TPM busca a melhoria contínua no aproveitamento dos ativos da empresa e no desenvolvimento dos colaboradores, instigando-os a capacitação profissional, desenvolvimento de habilidades e aperfeiçoamento das operações já executadas. Assim, estimulando-os a se tornarem indivíduos com perfil empreendedor, tomadores de iniciativa, com atitudes proativas, espírito de colaboração e formadores de opinião.

Objetivando a quebra de paradigmas, deixando de adotar um plano de manutenção arcaico para adoção de uma metodologia de gerenciamento da manutenção, este estudo vem sendo desenvolvido no laboratório da FAHOR.

Visando o maior aproveitamento de recursos disponíveis da FAHOR, surgiu uma nova proposta para o laboratório: captar recursos financeiros através da oferta de máquinas e equipamentos para terceirização de peças para pequenas e médias empresas da região. Os valores arrecadados possivelmente serão revertidos em projetos de melhorias e aquisição de novos equipamentos.

Tendo consciência de que a mão-de-obra será limitada, surge a necessidade de tornar os operadores aptos a desenvolverem a manutenção autônoma. Além de ações preventivas, pequenos consertos poderão ser desenvolvidos por estes profissionais, carecendo de mão-de-obra qualificada apenas para reparos complexos.

Os acadêmicos, nas aulas práticas, serão instigados a criarem a cultura da manutenção aonde quer que estejam atuando no mercado de trabalho, através da conscientização no ambiente acadêmico.

## 1.6 OBJETIVOS

### 1.6.1 Objetivo Geral

Identificar e analisar e propor a melhor forma de exercer manutenção nos equipamentos do laboratório através de modelos simples e de fácil interpretação munindo-se de padrões técnicos da manutenção e procedimentos operacionais. Os modelos e métodos propostos poderão ser estendidos aos demais equipamentos não só do laboratório, mas sim, de toda instituição, a fim de estabelecer a cultura de manutenção naqueles que usufruem do mesmo.

### 1.6.2 Objetivos Específicos

São constituídos como objetivos específicos do trabalho:

- a) abordar técnicas de manutenção recomendadas pelo TPM e adaptá-las ao laboratório com uso de padrões técnicos e procedimentos operacionais;
- b) analisar situação atual para propor técnicas sugeridas pelo TPM em um equipamento do laboratório;
- c) identificar um meio efetivo de disponibilizar os documentos criados;
- d) destacar a importância do gerenciamento da manutenção em uma instituição de ensino.



## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo serão abordados conceitos relativos a manutenção produtiva total com base em pesquisas em referências relevantes e livros de autores renomados no tema em questão, com o objetivo de fundamentar e orientar o presente estudo.

### 2.1 HISTÓRICO DE MANUTENÇÃO

Para Kardec e Nascif (2002), a atividade de manutenção sofreu algumas alterações com o passar do tempo devido à alguns fatores como aumento desenfreado da quantidade e diversidade de recursos físicos, sejam eles instalações, equipamentos e edificações, os quais precisam ser mantidos. A mudança de foco das empresas no que tange a organização da manutenção e suas responsabilidades também foi uma das causas que promoveram estas modificações necessárias.

Segundo Viana (2002), os custos oriundos de inatividade ou de subatividades se tornaram significativamente altos devido a presença de equipamentos sofisticados e elevada produtividade tornando a disponibilidade de máquinas quesito primordial para a empresa. Não se considera satisfatório apenas se ter instrumentos de produção, é imprescindível usufruí-los de forma racional e produtiva.

Desde meados dos anos 30, Kardec e Nascif (2002) afirmam que a evolução da manutenção pode ser fragmentada em 3 gerações. A primeira delas, engloba o período anterior a Segunda Guerra Mundial, tempo em que a indústria era pouco mecanizada, sem foco em produtividade e manutenção sistêmica. A abordagem era corretiva, após a quebra o reparo era executado.

Já a segunda geração vai desde a Segunda Guerra Mundial até os anos 60. De acordo com Kardec e Nascif (2002), essa geração é caracterizada por alta demanda por todos os tipos de produtos e escassez de mão-de-obra industrial devido a guerra foram características deste período. Assim, as empresas, tiveram que ir em busca de processos mecanizados e complexas instalações industriais.

Do ponto de vista de Kardec e Nascif (2002), neste período identificou-se que falhas em equipamentos poderiam ser evitadas, para que se dispusesse de maior disponibilidade e confiabilidade em busca de maior produtividade. Desta forma, nasce o conceito de manutenção preventiva. Juntamente com esta ideia, surgiu os sistemas de planejamento e controle da manutenção, devido ao aumento dos custos com a mesma. Portanto, as pessoas começaram a ir em busca de meios para aumentar a vida útil dos equipamentos. Este termo até hoje está presente na manutenção moderna.

A partir da década de 70, teve início a terceira geração. Neste momento, a tendência mundial era adotar o sistema *JIT - Just in time*. De acordo com Slack (2007), apud Voss (1987), esta abordagem tem por objetivo desenvolver a produtividade global e extinguir desperdícios. Visa somente o fornecimento necessário de seus fornecedores, na qualidade ideal, no momento e no local correto, operando o mínimo de equipamentos, consumindo menos materiais e recursos humanos, com o menor número de instalações. O *JIT* tem como objetivo a simplificação.

Ainda de acordo com Slack (2007), apud Voss (1987), as empresas buscavam trabalhar com estoques reduzidos, por isso, pequenos atrasos na entrega acarretavam na paralisação da fábrica e conseqüentemente perda na produtividade e aumento dos custos.

Na visão de Kardec e Nascif (2002), identificou-se nesta fase que falhas frequentes afetam a capacidade de manter padrões de qualidade e também acarretam em sérias conseqüências na segurança e meio ambiente. Surge o conceito de manutenção preditiva, o qual será detalhado no tópico 2.2.3 deste estudo.

Buscando sintetizar os principais tópicos referentes às três gerações, Kardec e Nascif (2002) elaboraram a tabela a seguir.



Quadro 1 - Evolução da Manutenção

Primeira Geração		Segunda Geração		Terceira Geração
Antes de 1940		1940	1970	Após 1970
<b>AUMENTO DA EXPECTATIVA EM RELAÇÃO A MANUTENÇÃO</b>				
Conserto após falha	Disponibilidade crescente Maior vida útil do equipamento		Maior disponibilidade e confiabilidade Melhor custo-benefício Melhor qualidade dos produtos Preservação do meio ambiente	
<b>MUDANÇAS NAS TÉCNICAS DE MANUTENÇÃO</b>				
Conserto após falha	Computadores grandes e lentos Sistemas manuais de planejamento e controle do trabalho Monitoração por tempo		Monitoração de condição Projetos voltados para confiabilidade e manutenibilidade Análise de risco Computadores pequenos e rápidos Softwares potentes Análise de modos e efeitos de falha (FMEA) Grupos de trabalho multidisciplinares	
Antes de 1940		1940	1970	Após 1970
<b>Primeira Geração</b>		<b>Segunda Geração</b>		<b>Terceira Geração</b>

**Fonte:** Adaptado de KARDEC, A; NASCIF, J. (2002).

Posteriormente, a passagem dessas 3 fases, surge o conceito de PCM (Planejamento e Controle da Produção). Conforme Tavares (2009), esta definição passou a exercer uma função estratégica na tomada de decisões dos gerentes no interior da área de produção. Dentre as suas atribuições, podemos destacar o auxílio na programação e controle das instruções da manutenção, identificação de perdas de produtividade e soluções para redução destas.

Segundo Kardec e Nascif (2002), podemos definir a manutenção como sendo o atendimento do processo produtivo e preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custo adequado, através da garantia da disponibilidade funcional de equipamentos e instalações.

## 2.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Podemos caracterizar o tipo de manutenção empregada a partir das práticas adotadas na intervenção nas máquinas e equipamentos. Segundo Kardec e Nascif (2002), há cinco diferentes tipos de manutenção que se fundamentam a partir da aplicação de ferramentas, as quais podemos destacar, o TPM (Manutenção Produtiva Total), a RCM (Manutenção Centrada na Confiabilidade) e a RBM (Manutenção Baseada na Produtividade).

Segundo Lima, Santos e Sampaio (2010) apresentam o TPM como sendo a busca pela eficácia através do envolvimento pessoal, da manutenção autônoma e do

estabelecimento de grupos de estudo. Já no que se diz respeito ao RCM, os mesmos afirmam que este é um método lógico para definição de ações de manutenção preventiva visando potencializar a confiabilidade. Por fim, a RBM estuda a probabilidade e o efeito das falhas a fim de estabelecer prioridades nas atividades de manutenção.

O primeiro passo para implantação de um plano de gerenciamento da manutenção é a reformulação e aperfeiçoamento da estrutura empresarial. Esta envolve todos os níveis hierárquicos da empresa tendo em vista a transformação de postura organizacional, afirma Tavares (2009). Após essa mudança de posicionamento, é possível aumentar a confiabilidade de equipamento e tomar iniciativas para redução de riscos.

### 2.2.1 Manutenção corretiva

Segundo Pereira (2009), apud ABNT-NBR-5462 (1994), classifica-se como manutenção corretiva aquela cuja a ação é tomada após a ocorrência de uma anomalia visando restituir um item para que este possa realizar a função requerida. Alguns autores dividem a manutenção corretiva em emergencial e programada, de outro modo, aquela que ocorre sem nenhuma previsão e a segunda decorre-se a partir de estudos estatísticos que comprovam a frequência de ocorrência.

#### 2.2.1.1 Manutenção corretiva emergencial

Segundo Kardec e Nascif (2002), a manutenção corretiva emergencial, também chamada de não planejada, é a correção da falha de modo aleatório. A atuação é feita após a falha ter ocorrido ou posteriormente a identificação da redução do rendimento esperado. Na maioria dos casos, este tipo de manutenção acarreta em elevados custos, pois quebras inesperadas de equipamentos causam perdas de produção e de qualidade. Além disso, essas quebras podem gerar consequências significativamente graves nos maquinários, estendendo assim, os danos provocados.

### 2.2.1.2 Manutenção corretiva programada

Para Kardec e Nascif (2002), a também chamada de manutenção corretiva planejada, conceitua-se na abordagem a qual pode ser efetuada devido à redução de desempenho esperado ou falha, ambas via decisão gerencial, ou seja, pela execução em função de monitoramento preditivo ou pela escolha de operar até a quebra. Ações planejadas sempre são mais baratas, rápidas e seguras do que atividades não planejadas, além de se obter melhor qualidade do trabalho.

### 2.2.2 Manutenção preventiva

De acordo com Kardec e Nascif (2002), a manutenção preventiva pode ser caracterizada pelo seguimento de um plano de manutenção previamente elaborado, fundado em períodos definidos de tempo, visando reduzir ou evitar a falha ou queda na performance através da aplicação do mesmo.

Segundo Xenos (2004), este método engloba atividades sistêmicas, tais como, inspeções, reformas e trocas de peças basicamente. Comparada a manutenção corretiva - apenas considerando os custos - a manutenção preventiva possui maior montante, porque as peças são substituídas e os componentes reformados antes mesmo de completarem sua vida útil. Considerando uma visão macro de todas perdas e ganhos, podemos destacar a diminuição na frequência da ocorrência de falhas, o aumento da disponibilidade de equipamentos e a redução de paradas inesperadas da linha. Esta abordagem tem domínio das interrupções dos equipamentos, tornando-a, por este motivo, mais barata apesar dos pontos citados anteriormente.

### 2.2.3 Manutenção preditiva

Esta abordagem concede a garantia da qualidade de serviço desejada, baseando-se no emprego sistemático de técnicas de análise, munindo-se de formas de supervisão centralizados ou de amostragem objetivando a redução tanto da manutenção preventiva quando da corretiva (PEREIRA, 2009, apud ABNT-NBR-5462-1994).

Segundo Kardec e Nascif (2002), o acompanhamento da manutenção preditiva segue uma sistemática baseada na modificação de parâmetro de condição ou desempenho. Esta abordagem permite acompanhar parâmetros diversos com a máquina em funcionamento, possibilitando assim, operação contínua pelo maior tempo possível. Em poucas palavras, esse método indica a condição dos equipamentos e quando nota-se a necessidade de intervenção, é realizada a manutenção corretiva planejada.

A manutenção preditiva evita que falhas graves possam vir a ocorrer, reduzindo significativamente o número de acidentes. Com a baixa ocorrência de falhas não desejadas, há redução de paradas inesperadas da produção, evitando prejuízos. Outro fator importante, é a necessidade de que a mão-de-obra seja capaz não só de medir, mas sim de analisar resultados e diagnosticá-los para que se alcance os melhores resultados.

#### 2.2.4 Manutenção detectiva

Segundo Kardec e Nascif (2002), a manutenção detectiva diz respeito ao exercício efetuado em busca da verificação de falhas ocultas ou àquelas não perceptíveis aos operadores e equipe da manutenção. Serviços efetuados para constatação do funcionamento de um sistema de proteção caracterizam este tipo de abordagem. Podemos evidenciar, como exemplo prático destas ações, a checagem do botão de teste de lâmpadas de sinalização e alarme em painéis. A partir da identificação de falhas ocultas obtém-se maiores níveis de confiabilidade dos processos.

Ainda de acordo com Kardec e Nascif (2002), utiliza-se o sistema *shut-down*, também conhecido como *trip*, para assegurar a segurança de um processo quando este se torna inseguro. Este sistema é considerado a última barreira entre a integridade e a falha a fim de proteger máquinas, equipamentos, instalações e inclusive plantas na íntegra contra falhas e suas consequências. Para estas aplicações, estão sendo empregados equipamentos eletrônicos programáveis, os quais são independentes dos sistemas de controle para intensificação da produção. A atuação é feita automaticamente com a iminência de desvios que possam comprometer a integridade de máquinas, afetar a produção, segurança ou meio

ambiente. Este sistema, como qualquer outro, também pode vir a apresentar falhas, como por exemplo a não-atuação devido a fatores provocados pelo próprio equipamento e, também, a atuação inadequada, quando se faz necessário a interrupção da produção para averiguar as possíveis falhas.

### 2.2.5 Engenharia da Manutenção

Na visão de Kardec e Nascif (2002) esta abordagem instiga a significativas mudanças culturais para seu emprego. Devido a isso, as empresas encontram obstáculos até atingirem este tipo de gerenciamento da manutenção. Ao invés de permanecer consertando continuamente, busca-se identificar as causas, remodelar acontecimentos perduráveis de mau desempenho, abster-se de se adaptar as adversidades crônicas, reformular padrões e sistemáticas e por fim, aprimorar a manutenibilidade buscando sempre o *benchmark* (busca pela melhoria das funções e processos da empresa).

### 2.3 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

Em meados de 1960, as empresas reconheceram a confiabilidade como um importante requisito para melhoria de eficiência. A partir disso, surgiu a definição da manutenção preventiva, a qual prezava a qualidade e a confiança do serviço de reparo no setor produtivo. Pouco tempo depois, por volta de 1970, surge um novo conceito com enfoque no respeito individual e na total participação dos empregados da área produtiva, o TPM (PEREIRA, 2009).

Kardec e Nascif (2002) também alegam que o TPM deriva da manutenção preventiva. Ainda em 1970, as empresas enfrentavam fatores econômicos-sociais os quais apresentavam exigências rigorosas, obrigando-as a se tornarem cada vez mais competitivas para se manterem no mercado. Em consequência disso, as mesmas submeteram-se a eliminação de desperdícios, busca pela obtenção de melhor desempenho dos equipamentos, redução de paradas de produção oriundas de quebras de máquina e modificação da sistemática de trabalho.

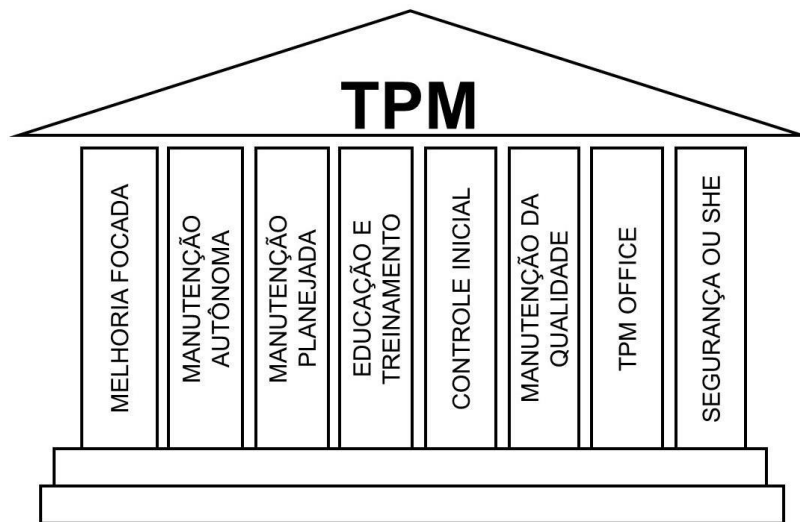
Kardec e Nascif (2002) afirmam que o TPM objetiva a qualificação de pessoas e melhoria nos equipamentos visando maior eficácia da empresa.



Segundo Pereira (2009), o TPM surge com propósito de projetar ativos que sejam livres de manutenção ou reduzi-los ao máximo possível. Na concepção de novos projetos, nasce a preocupação com os conceitos de manutenibilidade, a criação de equipamentos considerando o histórico de falhas e também na elaboração de máquinas as quais permitem facilmente a troca de componentes cooperando nos consertos necessários.

Para estruturação do TPM, Kardec e Nascif (2002), em sua obra, consideram 8 pilares os quais constituem a base do gerenciamento da manutenção. Na Figura 1, podemos verificar os 8 pilares do TPM.

Figura 1: Os Oito Pilares do TPM.



**Fonte:** Adaptado de KARDEC, A; NASCIF, J. (2002).

Estão descritos os 8 pilares da manutenção:

- melhoria focada: Segundo Kardec e Nascif (2002), como a própria definição já designa, este pilar possui como foco o aperfeiçoamento global do negócio, a partir da busca constante pela redução de problemas visando maior desempenho da empresa;
- manutenção autônoma: O operador é apto para atuar como mantenedor e supervisor da disponibilidade do equipamento, através de atividades simples como lubrificação e aplicação do 5S (PEREIRA, 2009);
- manutenção planejada: representa todas as ações preventivas do planejamento e controle da manutenção, o que demanda treinamento em técnicas de planejamento, utilização de sistema mecanizado para

organização da programação diária e planejamento das interrupções de produção (KARDEC E NASCIF, 2002);

- educação e treinamento: Pereira (2009), em sua literatura, considera que a educação e treinamento dos colaboradores deve ser encarada de forma ampla e estratégica pelas organizações. A área de recursos humanos deve se preocupar em contribuir com o desenvolvimento dos operadores tanto profissional, quanto pessoalmente, buscando oportunizar a eles formas de reter maior conhecimento. Assim, os funcionários passam a ser mais produtivos porque se sentem motivados a retribuir para a empresa o conhecimento adquirido;
- controle inicial: Pereira (2009) caracteriza o controle inicial como sendo todas as ações de análise feitas anteriormente a aquisição de ativos para a empresa. Também chamada de prevenção da manutenção, este conceito objetiva que na elaboração de projetos de equipamentos, considere-se a rapidez, facilidade e qualidade na execução de consertos de máquinas. Com isso, obtém-se o aumento da confiabilidade e disponibilidade de máquinas ainda na fase de projeto;
- manutenção da qualidade: Este pilar, de acordo com Kardec e Nascif (2002) visa o estabelecimento de um programa de zero defeito através do cumprimento de padrões estabelecidos;
- TPM office: A manutenção é aquela que busca a eliminação da necessidade de conserto e não somente aquela que conserta. Por esse motivo, o TPM office visa a inserção das demais áreas da empresa no que diz respeito a manutenção. Essas áreas podem contribuir para a redução de falhas e paradas de produção de forma indireta, como por exemplo, quebra de máquina por falta de treinamento do operador (PEREIRA, 2009);
- segurança: Implantação de um sistema de saúde, segurança e meio ambiente (KARDEC E NASCIF, 2002).

Conhecido todos os pilares, busca-se a implantação gradativa do TPM na empresa. Inicialmente, se faz necessário a preparação para implantação, divulgação do conceito, estruturação de uma equipe responsável, definição de metas e objetivos e detalhamento do plano de implantação. Posteriormente, parte-se para a fase da introdução, a qual engloba demais atividades relacionadas à incorporação

deste modelo de gerenciamento. Após, inicia-se a fase de implementação, a qual abrange a melhoria em máquinas e equipamentos, estruturação da manutenção autônoma, condução da manutenção preditiva e treinamento dos colaboradores. E por fim, a consolidação de um novo método de gerenciamento da manutenção (KARDEC E NASCIF, 2002).

## 2.4 MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE

Kardec e Nascif (2002), caracterizam a confiabilidade como sendo a probabilidade estatística de determinado item de exercer sua função pretendida, por um determinado período de tempo sob condições estabelecidas de uso. A probabilidade pode ser definida pela relação entre o número de casos favoráveis e o número de casos possíveis de um evento ocorrer em determinado intervalo de tempo. A função requerida é caracterizada pelo cumprimento do serviço esperado sob as condições operacionais as quais cada máquina e/ou equipamento é submetido.

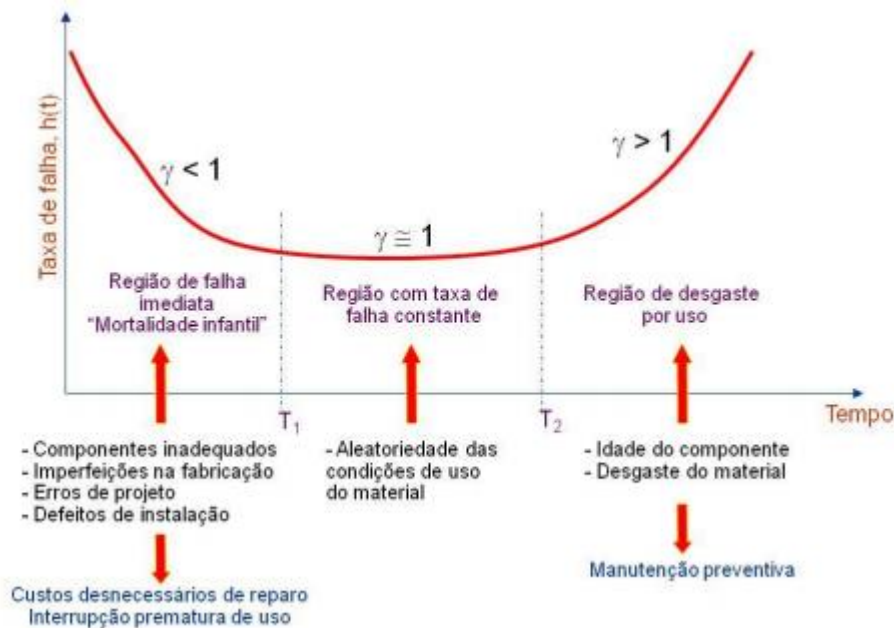
Todo equipamento é projetado contemplando determinadas especificações a fim de garantir que a função requerida seja desempenhada sem a ocorrência de falhas. Entretanto, de acordo com Kardec e Nascif (2002), o desempenho dos equipamentos pode ser classificado como, desempenho inerente e desempenho requerido. O primeiro, é aquele desempenho cujo o equipamento é capaz de fornecer através das especificações previamente estabelecidas. Já o segundo diz respeito ao desempenho que gostaríamos de obter do equipamento.

Ainda segundo Kardec e Nascif (2002), afirmam que compete a manutenção restaurar o desempenho inerente dos equipamentos. Caso o desempenho não seja de acordo com o esperado, se reduz as expectativas ou se incorpora modificações a fim de aumentar a performance do equipamento em questão. Podemos classificar como falha quando um equipamento não desempenha suas funções conforme previsto. Quanto maior o número de falhas menor a confiabilidade e mais insatisfatórios são os resultados esperados pelo usuário.

### 2.4.1 Curva da banheira

Pereira (2009) define a curva da banheira como sendo as fases da vida de determinada peça ou processo. Podemos citar três períodos, são eles: mortalidade infantil, vida útil e desgaste, os quais podem ser observados na Figura 2.

Figura 2: Curva da banheira



**Fonte:** Reis e Andrade (2009).

O primeiro caracteriza-se principalmente por falhas oriundas de problemas no processo e mão-de-obra não qualificada. Já o segundo, é determinado por falhas difíceis de serem evitadas, como por exemplo, sobrecarga de tensão e descargas atmosféricas e também aquelas que não foram detectadas nas manutenções preventivas e preditivas. Por último, o período de desgaste é definido pelo envelhecimento do objeto em questão. Causas específicas ocorrem devido a depreciação natural do componente, como ferrugem, efeitos da fadiga, falhas de sistemas hidráulicos, pneumáticos, elétrico, entre outros.

### 2.5 PLANO DE MANUTENÇÃO

De acordo com Xenos (2004), um plano de manutenção bem elaborado garante a confiabilidade de ações preventivas e corretivas e também a previsibilidade dos recursos necessários, sejam eles humanos ou peças.

Xenos (2004) afirma que os principais tipos de padrões de manutenção devem conter, entre outras informações, detalhadas instruções referentes ao que inspecionar, reparar ou substituir, a periodicidade com que devem ser efetuadas, por que e como devem ser executadas. Para que o plano seja efetivo é imprescindível a revisão periódica do mesmo com base nos resultados obtidos nas inspeções, reparos e trocas efetuadas. Se porventura não existam planos, as ações de manutenção tendem oscilar entre um estado de tranquilidade e outro de estresse comprometendo os resultados esperados, sejam eles do próprio operador e/ou do equipamento.

A falta de comprometimento com a administração do plano de manutenção é uma deficiência na grande maioria das empresas. Este fato ocorre devido à alta demanda de ações corretivas nos processos produtivos gerando carência de recursos humanos hábeis a executar atividades preventivas descritas nos planos de manutenção. Esta falta de comprometimento impacta significativamente na eficiência do plano de manutenção. A partir dos resultados obtidos na execução das atividades preventivas prescritas no plano de manutenção é possível adaptar a periodicidade com as que estas devem ser efetuadas. Fator significativo quando tratamos de ações como troca de peças caras e de grande influência no processo produtivo, por exemplo.

Por fim, Xenos (2004) alega que é fundamental o planejamento do plano de manutenção com o intuito de dimensionar os recursos necessários e elaborar um orçamento mais assertivo.

Nos tópicos a seguir podemos visualizar os principais tipos de padrões de manutenção.

### 2.5.1 Padronização

Na visão de Xenos (2004) a padronização é uma forma de melhorar tanto a aplicação quanto o gerenciamento das atividades da manutenção aumentando assim, a eficiência e a confiabilidade na forma com que a mesma é conduzida.

Ainda de acordo com Xenos (2004), a padronização da manutenção nos proporciona inúmeros benefícios, como por exemplo, maior facilidade de

treinamento de novos profissionais em curto espaço de tempo. Assim, desenvolve-se técnicos habilitados para executar tarefas consideradas complexas as quais, anteriormente, eram executadas exclusivamente por um determinado profissional. A padronização também torna possível a transferência de atividades menos complexas para os operadores de produção ao invés de serem efetuadas por técnicos especializados, como por exemplo, a lubrificação das máquinas.

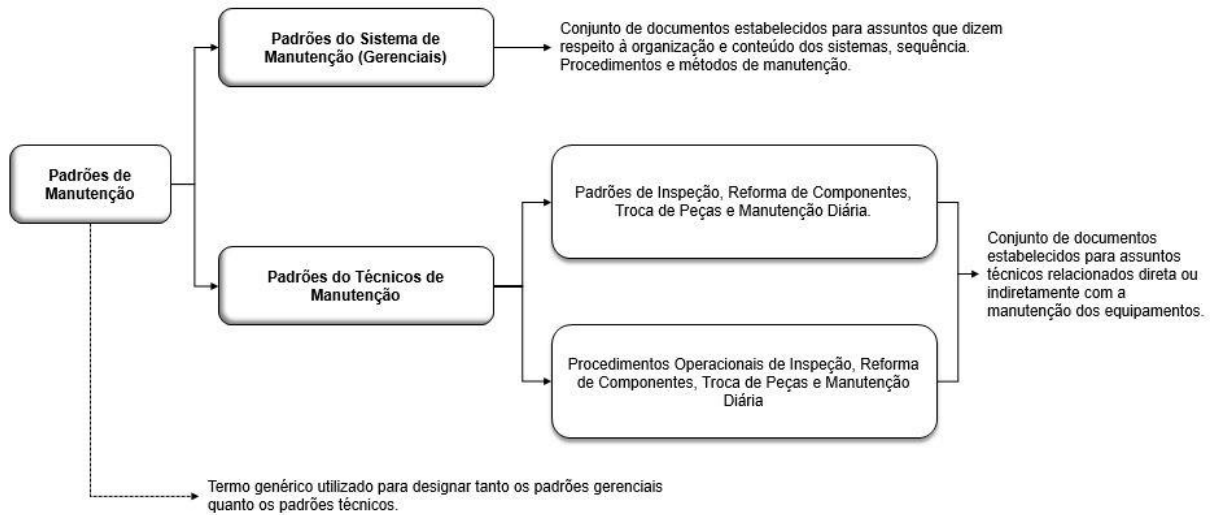
Para Xenos (2004), a partir da padronização evita-se que o conhecimento se perca à medida que as equipes de manutenção vão sendo substituídas ao longo do tempo, permitindo o acúmulo de domínio tecnológico dos equipamentos. Os padrões e procedimentos de manutenção precisam ser elaborados e estarem disponíveis para a utilização por todas as partes interessadas.

#### 2.5.1.1 Tipos de padrões da manutenção

De acordo com Xenos (2004) podemos dividir os tipos de padrões de manutenção como gerenciais e técnicos. Essa classificação se aplica pois atualmente as empresas tem utilizado estes conceitos tanto para definir procedimentos operacionais padrão quanto padrões de sistema ou padrões gerenciais. O primeiro, está diretamente ligado a execução de tarefas operacionais de manutenção, tais como atividades relacionadas a inspeção, troca de peças, reforma e reparos. Já o segundo diz respeito a situações interfuncionais, definição de procedimentos do sistema de tratamento de falhas, planejamento da manutenção, gestão de orçamento, entre outras.

A Figura 3 mostra a estrutura básica dos padrões de manutenção.

Figura 3: Estrutura básica dos padrões de manutenção



Fonte: Adaptado de XENOS (2004).

O primeiro passo para a padronização da manutenção se dá pelos padrões técnicos, pois as tarefas operacionais abrangem maior impacto sobre a qualidade e confiabilidade dos serviços de manutenção.

Os padrões técnicos devem especificar valores e procedimentos. Na Figura 4 podemos verificar a estrutura dos tipos de padrões técnicos.

Figura 4: Tipos de Padrões Técnicos da Manutenção e seu conteúdo

	CONTEÚDO	RECOMENDAÇÕES
Padrões Técnicos da Manutenção ↓ Denominação genérica do conjunto de requisitos de manutenção e respectivos procedimentos operacionais.	<b>Padrões de Inspeção</b> - O que inspecionar, em que pontos e com que frequência. - Métodos de inspeção aplicáveis. - Instrumentos e aparelhos necessários - Critérios de avaliação do resultado da inspeção e limites de atuação (troca ou reforma). - Contramedidas em caso de anomalia. - Precauções de segurança aplicáveis.	1. Registrar os resultados das inspeções e fazer análise de tendência. 2. Incluir fotos ou desenhos para facilitar a execução das inspeções. 3. Transferir as inspeções sensíveis para os Padrões de Manutenção Autônoma.
	<b>Padrões de Troca</b> - Identificação das peças sujeitas à troca periódica. - Frequência de troca. - Procedimentos de remoção/instalação. - Procedimentos de teste funcional. - Ferramentas, instrumentos e aparelhos. - Precauções de segurança aplicáveis.	1. Incluir fotos ou desenhos para facilitar a identificação das peças a serem trocadas. 2. Padronizar a identificação e disposição das peças trocadas para evitar sua instalação para evitar danos às peças durante a troca. 3. Incluir cuidados durante o manuseio e instalação para evitar danos às peças durante a troca.
	<b>Padrões de Reforma</b> - Identificação dos componentes sujeitos à reforma periódica. - Frequência de reforma. - Procedimentos de remoção/instalação do componente. - Procedimentos de reforma na oficina ou na área. (desmontagem, limpeza, inspeção, troca de peças, montagem e testes funcionais). - Critérios de avaliação das condições das partes. - Precauções de segurança aplicáveis.	1. Registrar os resultados da restauração, incluindo a identificação das peças trocadas, resultados das medições e testes funcionais realizados. 2. Incluir fotos ou desenhos para facilitar a execução das tarefas.
	<b>Padrões de Manutenção Autônoma</b> - Identificação dos pontos de limpeza, lubrificação, inspeção, reabastecimentos. - Identificação dos ajustes e testes. - Frequência das tarefas. - Procedimentos de execução das tarefas. - Critérios de avaliação quantitativos e qualitativos. - Contramedidas em caso de anomalia. - Precauções de segurança aplicáveis.	1. Incluir fotos ou desenhos para facilitar a execução das tarefas. 2. Utilizar a gestão à vista nos equipamentos para as tarefas rotineiras de limpeza, lubrificação e inspeção.

Fonte: Adaptado de XENOS (2004).

Os padrões técnicos da manutenção, conforme visto na Figura 4, englobam todos os procedimentos operacionais necessários tanto direta quanto indiretamente com a manutenção dos equipamentos.

## 2.6 INDICADORES

A *Loss Prevention Consulting & Training* (2002-2016) justifica, em seu material didático para treinamentos e consultorias, a lucratividade do TPM a partir dos resultados significativos, transformações nos ambientes de trabalho e mudanças culturais dos funcionários como impulsionadores da rápida expansão do TPM na empresa.

Empresas as quais implantam essa metodologia atingem resultados significativos na redução de quebras de equipamentos, minimização dos tempos ociosos e pequenas paradas, na redução de defeitos de qualidade e reclamação de clientes, elevação da produtividade, redução dos custos de estoque e acidentes e no aumento do comprometimento dos funcionários.

Ainda de acordo com *Loss Prevention Consulting & Training* (2002-2016) podemos distinguir os resultados do TPM em tangíveis e intangíveis. No Quadro 2 podemos evidenciar alguns indicadores de produtividade, qualidade, custo, inventário, segurança e moral (tangíveis) e também indicadores de auto-gestão, confiabilidade e melhoria no ambiente de trabalho (intangíveis).

Quadro 2: Exemplos de resultados tangíveis e intangíveis

<b>Exemplos de resultados tangíveis</b>		
<b>P</b> <b>Produtividade</b>	Produtividade Quebras OEE (Eficiência Geral de Equipamento)	↑ 50 a 100% ↓ 90% ↑ 50 a 100%
<b>Q</b> <b>Qualidade</b>	Defeitos Reclamações dos clientes	↓ 90% ↓ 75%
<b>C</b> <b>Custo</b>	Custo de produção	↓ 30%
<b>D</b> <b>Inventário</b>	Estoque de produtos Giro de estoque	↓ 50% ↑ 2 vezes
<b>S</b> <b>Segurança</b>	Acidentes Poluição	Zero Zero



<b>M Moral</b>	Sugestões	↑ 5 à 10 vezes
<b><u>Exemplos de resultados intangíveis</u></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Auto-gestão plena: os operários assumem a responsabilidade do equipamento, sem recorrer a outros departamentos.</li> <li>● As quebras e defeitos eliminados inspiram confiança em “posso fazer”.</li> <li>● O ambiente de trabalho sujo, agora é limpo, brilhante e vivo.</li> </ul>		

**Fonte:** Adaptado de *Loss Prevention Consulting & Training* (2002-2016).

Podemos verificar que é possível mensurar e gerir as atividades do TPM com vários indicadores. Através deles é notável que para que se tenha bons resultados é necessário o comprometimento de todos os níveis de colaboradores, desde os operadores de chão de fábrica até a alta direção.

O último indicador de resultados tangíveis, a moral, se diz respeito ao gerenciamento da manutenção o qual é responsável pela distribuição de atividades nos mais variáveis níveis da empresa. Estas atividades visam a máxima eficiência de produção e perda zero a partir da ação de pequenos grupos departamentais.

Em suma, *Loss Prevention Consulting & Training* (2002-2016) caracteriza o TPM como uma mudança cultural a qual transforma a mentalidade das pessoas, fazendo com que as mesmas assumam seus equipamentos como objetos de estudo, a fim de buscar a melhoria contínua em seus processos incluindo o TPM em suas rotinas de trabalho.

O TPM objetiva a autogestão de seus colaboradores através da reeducação e trabalhos em equipe. Desta forma torna-se viável a aplicação da metodologia com baixos investimentos e alta capacidade de retorno financeiro. Empresas engajadas conquistam resultados gradativamente positivos no que se diz respeito a um ambiente de trabalho saudável, livre de problemas e produtivo.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Para identificar as ferramentas e técnicas do gerenciamento da manutenção aplicáveis ao laboratório, foi imprescindível a utilização de métodos e técnicas características de uma pesquisa exploratória.

De acordo com Gil (2002), a pesquisa exploratória visa maior familiarização do pesquisador para com o objeto de estudo por meio de levantamento bibliográfico, entrevistas e conversas com as partes interessadas envolvidas no problema sondado.

A técnica empregada para desenvolver a pesquisa em questão pode ser classificada como um pesquisa-ação, pois refere-se à concepção e ao emprego de ferramentas e técnicas de gerenciamento da manutenção no laboratório da FAHOR, tendo como objeto de estudo um torno convencional. A pesquisa-ação discorre-se de uma estreita relação com alguma ação ou resolução do problema, no qual o pesquisador envolve-se de modo cooperativo com os membros representativos da situação ou problema abordado a fim de buscar sua solução. (GIL, 2002, p. 55 *apud* THIOLENT, 1985, p. 14).

O laboratório é constituído por máquinas oriundas da doação de uma empresa multinacional do ramo metalomecânico localizada no Noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Estas máquinas e equipamentos atingiram sua vida produtiva e tornaram-se inviáveis para a empresa devido ao alto custo de manutenção pertinente a avarias ocasionadas pelo desgaste natural das mesmas. Após a doação para a instituição, elas continuam sendo utilizadas no laboratório da faculdade para fins educacionais e não mais com foco em produtividade conforme eram empregadas na empresa.

Sendo assim, os relatórios, diagnósticos e históricos de manutenção ficaram com a empresa e a faculdade até então, não se preocupou em dar continuidade nas manutenções preventivas anteriormente efetuadas e na criação de um plano de manutenção adequado às necessidades atuais da mesma.

A adoção da manutenção no estilo quebra-conserta justifica-se pelo fato de que as máquinas são utilizadas eventualmente para fins acadêmicos, o que conseqüentemente não gera grande impacto quando se tem máquina parada no aguardo de manutenção.

A partir da análise feita das máquinas podemos considerar que as mesmas se encontram na fase de desgaste, ou seja, já ultrapassaram o limite crítico da curva da banheira. Esta fase é caracterizada pelo envelhecimento e degradação natural dos equipamentos, aumentando a taxa de falhas.

Conhecido o estado das máquinas e equipamentos opta-se por uma abordagem de manutenção não mais focada em qualidade, mas sim, em confiabilidade, através de manutenções rotineiras por meio da manutenção autônoma especialmente. A abordagem preventiva classifica-se, neste caso, como sendo a ideal, para que seja possível aumentar a confiabilidade e garantir que quando requeridas as máquinas possam efetuar suas tarefas sem paradas por falhas.

Através do referencial teórico foram analisados todos os pilares do TPM e identificados quais deles apresentariam melhores resultados empregados na elaboração do plano de manutenção em questão. Para a definição dos pilares do TPM os quais servirão como base para a elaboração do plano, levou-se em conta requisitos essenciais os quais as máquinas deveriam ter e exercer no decorrer da operação das mesmas.

Destaca-se então 3 dos 8 pilares do TPM os quais servirão de referência para a elaboração do plano de manutenção, são eles: manutenção autônoma (o operador como 'dono' da máquina); manutenção planejada (corrigir falhas em reparos emergenciais e identificar formas para atuação preventiva no combate a falhas inesperadas) e educação e treinamento (para que seja possível executar o pilar anteriormente citado se faz necessário a explanação de o que fazer, como fazer e por que fazer manutenção). Desta forma se torna possível a elaboração de um plano de manutenção que atenda às necessidades do laboratório e primeiramente aos requisitos do torno convencional modelo TORMAX 20/A existente no laboratório o qual servirá de objeto de estudo para o presente trabalho.

### 3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Os recursos utilizados para a realização do presente estudo são relativos de uma pesquisa exploratória. Entre os recursos mais utilizados podemos citar:

- a) *Checklists*;
- b) *Planilha Excel*;
- c) *QR Code*;
- d) Torno convencional modelo TORMAX 20/A;
- e) *Google Drive*.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 LABORATÓRIO DE CONFORMAÇÃO MECÂNICA E USINAGEM DA FAHOR (LACMU) – SITUAÇÃO ATUAL

O laboratório tem como objetivo atender as necessidades da Faculdade Horizontina no que tange ao ensino, pesquisa e extensão. Basicamente as tarefas do laboratório englobam dar suporte às atividades didático-pedagógicas dos componentes curriculares dos programas de ensino da FAHOR, apoiar as atividades de pesquisa no âmbito da faculdade buscando parceria com a comunidade regional, implementar atividades de extensão no atendimento às necessidades da comunidade, mais voltado a empresa do ramo metalomecânico e também, prestar atendimento às empresas em termos de serviços técnicos e especializados, quando solicitado.

A coordenação do laboratório é realizada pelo Prof. Valmir Vilson Beck e está localizado na Unidade Campus Arnoldo Schneider, Prédio Centro de Tecnologia (CT). Seus principais equipamentos e acessórios estão apresentados no Quadro 3.

Quadro 3: Lista de equipamentos e acessórios do laboratório

	Nº patrimônio	Máquina	Modelo	Fabricante	Qtd
01	00012658	Fresadora Universal	FUR 1	SANCHES BLANES	01
02	00012661	Furadeira de coluna de piso	FCA-30	SANCHES BLANES	01
03	00012670; 00012665	Torno mecânico horizontal	ID-20	ROMI	02
04	00012671;00012666; 00012672;00012667; 00012673;00012668; 00012674;00012669	Torno mecânico horizontal	TORMAX 20/A	ROMI	08
05	00012657	Fresadora ferramenta	FV4	FRESAR	01
06	00012659	Fresadora ferramenta	FHVII A	SANCHES BLANES	01



	Nº patrimônio	Máquina	Modelo	Fabricante	Qtd
07	-	Serra fita	SIEMENS	-	01
08	00012664	Serra fita horizontal	FRANHO	FM 500	01
09	-	Furadeira	S.A.YADOYA	FY- A – 32	01
10	00012743	Moto esmeril	MOELLER	PKZMC - 8.3	01
11	00012660	Furadeira fresadora	SANCHES BLANES	FF – 20	01
12	-	Morsa	FORJASUL	MODELO 4	08
13	-	Morsa	TRAMONTINA	MODELO 4	06
14	-	Morsa	FORJASUL	MODELO 5	01
15	-	Morsa	HERZER	MODELO N7	01
16	-	Morsa	SCHULZ	NODULAR 4 ½”	03
17	-	Morsa	-	-	01
18	-	Prensa hidráulica	MARCON	-	01
19	-	Guilhotina manual	SCHULZ	NODULAR Nº 5	01

**Fonte:** A autora (2018).

Para conhecer e compreender efetivamente o contexto atual do laboratório, buscou-se conhecer seu histórico de modo de falhas e avarias o qual constatou-se ser muito escasso. Não há registros evidenciados do histórico das máquinas, como por exemplo, troca de óleo, modo de falha de quebras e avarias, causa das quebras, entre outros fatores.

Para compreender o diagnóstico referente a falta de um plano de manutenção e também o registro histórico das falhas, buscou-se identificar com base no TPM quais são os métodos e abordagens compatíveis com a necessidade do laboratório.

## 4.2 IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO

Além de propor um plano de manutenção, o presente estudo visa destacar a importância do gerenciamento da manutenção em uma instituição de ensino. Não se fala em manutenção focada em produtividade, mas sim, na definição primordial da mesma, a qual visa que a máquina e/ou equipamento esteja disponível em condições de uso no momento em que é requerida.

Na instituição de ensino do presente estudo pode-se citar outros laboratórios os quais apresentam inúmeros equipamentos que também apresentam a necessidade de manutenção. Pode-se citar, além do laboratório de conformação mecânica e usinagem, o laboratório de química, alimentos, física, metalografia, circuitos digitais, robótica e eletricidade, automação pneumática, informática para automação e soldagem. É imprescindível instigar àqueles que usufruem destes sobre a importância de se fazer manutenção, visto que, grande maioria destas máquinas e equipamentos possuem alto custo agregado e características especiais a serem consideradas e analisadas para que se mantenham íntegras com o passar dos anos.

A eficiência do gerenciamento da manutenção se dá de forma simples, ou seja, basta se perguntar: “A máquina estava em condições de uso e desempenhou a função requerida no momento em que foi demandada?” Se a resposta for positiva, temos uma manutenção eficiente. Caso o resultado seja negativo, deve-se investigar as causas da indisponibilidade do equipamento e também contabilizar o tempo em que este não desempenhou sua função.

Visto que o laboratório é utilizado por acadêmicos para fins didáticos, a probabilidade de avarias oriundas do mau manuseio das mesmas é significativamente alta. As aulas práticas têm por objetivo o primeiro contato dos alunos com máquinas e equipamentos as quais terão contato no mercado de trabalho. Este momento tende a despertar curiosidade e gerar interesse destes para com aquilo que estão se capacitando. Por conta disso, a manutenção do laboratório deve contemplar a conservação das ferramentas disponíveis, disponibilizando-as aferidas e prontas para serem utilizadas.



É imprescindível que as máquinas estejam em condições de uso para atender a proposta no plano de aula elaborado pelo professor orientador. Pode-se fazer uma analogia entre a ementa de determinada matéria com uma empresa. A ementa, por sua vez, representa a previsão de demanda de determinado produto, a mesma pode variar devido a fatores internos e/ou externos para atender a necessidade do cliente, neste caso, os acadêmicos. O plano de aula elaborado para os dias da disciplina, são as ordens de serviço, pois nele consta aquilo que se espera como resultado no final de cada expediente. Caso ocorra algum imprevisto o qual impeça a entrega do produto dentro do prazo do cliente, vários fatores são impactados, podendo gerar insatisfação com o resultado obtido.

Da mesma forma ocorre em uma instituição de ensino, a mesma possui previsões (ementas), pedidos ou demandas de produção (conteúdos previstos no plano de aula), prazos de entrega (período de aula) e produtos (aula práticas).

#### 4.3 MANUTENÇÃO DE FERRAMENTAS

Como complementação da metodologia do TPM nos equipamentos do laboratório, identificou-se a necessidade de se aplicar manutenção nas ferramentas disponíveis no mesmo, visto que estas podem ser responsáveis por paradas de máquinas.

Para que uma máquina desempenhe sua função requerida é imprescindível que todas as ferramentas necessárias para a operação estejam em condições de uso. O laboratório oferece inúmeras ferramentas de corte (fresa, ranhuramento, rosqueamento, brocas, cossinete, entre outras), traçagem, acessórios de bancada de ajustagem, além de outros artefatos em geral os quais necessitam de aferição. Principalmente os acessórios de corte que comprometem a qualidade da peça e a eficiência da máquina quando estes não estão devidamente ajustados. Por esse motivo sugere-se a calibragem das ferramentas como manutenção complementar o TPM.

Há aferidores universais disponíveis no mercado com preços acessíveis os quais atendem aos requisitos da instituição. Além de se ter as ferramentas calibradas, os acadêmicos poderão verificar na prática a importância da visão

sistêmica da manutenção e identificar resultados positivos obtidos a partir da prática de aferição bem como melhores resultados no acabamento final das peças fabricadas.

#### 4.4 APLICAÇÃO DO TPM

Neste capítulo serão abordados os pilares do TPM os quais foram considerados relevantes para a necessidade do laboratório. Cabe destacar que o capítulo objetiva ser orientativo, uma vez que irá apresentar os resultados do presente estudo, visa instruir a utilização desse método no gerenciamento da manutenção.

##### 4.4.1 Pilar da manutenção autônoma

O pilar da manutenção autônoma é entre os 8 pilares um dos com maior enfoque neste trabalho. Através dele objetiva-se que cada usuário de determinada máquina ou equipamento se sinta dono desta e execute tarefas básicas a fim de garantir a integridade da mesma. Podemos citar a troca de óleo, lubrificações, ações de 5S, pequenos reparos, regulagens simples e também registro de ocorrências como sendo atividades as quais o operador autônomo seja apto a desenvolver.

Com isso, é possível evitar a deterioração precoce dos equipamentos, pois o operador preocupa-se em efetuar a operação da máquina de maneira conveniente e também, através de verificações rotineiras dos pontos críticos, garanta a manutenibilidade de seu equipamento. As operações passam a ser desempenhadas corretamente por meio do estabelecimento das condições básicas necessárias para a conservação do equipamento.

Podemos considerar 3 macros etapas para a implantação da manutenção autônoma no laboratório. Inicia-se pela correção e limpeza, nesta etapa cabe ao operador observar e inspecionar possíveis anomalias geradas nos equipamentos. Em geral, as mais frequentes correções efetuadas atualmente nos tornos são a lubrificação, troca de componentes elétricos, reparo em eixos e engrenagens e pequenos defeitos mecânicos e elétricos. É sabido que os operadores os quais estamos considerando são acadêmicos de cursos técnicos e ensino superior os

quais precisam de acompanhamento e treinamento para efetuar as atividades citadas anteriormente.

Atividades de limpeza e conservação podem ser consideradas ações de inspeção. Com a prática, os acadêmicos aprendem a aperfeiçoar os 5 sentidos e distinguir anomalias anteriormente consideradas normais, como por exemplo, ruídos incomuns. Para identificar um equipamento com defeito elaborou-se duas etiquetas, uma delas azul e a outra vermelha. A primeira deverá ser utilizada para apontar anomalias as quais os próprios acadêmicos e/ou professores sejam aptos a corrigir, já a segunda àquelas as quais se faz necessário o acionamento de um técnico ou especialista para solucionar o problema. A etiqueta deve ficar junto com o equipamento danificado até que as devidas providências sejam tomadas. As etiquetas estão dispostas no Apêndice B do presente estudo.

A segunda etapa relata formas de melhorias identificadas na primeira etapa através do aprofundamento, vontade e autoconfiança daqueles que desempenharam a etapa anterior. Um exemplo de melhoria simples e significativa é a redução da área de contato atingida pela contaminação de cavacos durante a usinagem, diminuindo assim o tempo de limpeza do equipamento após o funcionamento.

A terceira etapa consiste na criação de modelos padrões de inspeção e limpeza visando a integridade dos equipamentos e prevenindo a deterioração dos mesmos. Estes documentos possuem a função de auxiliar aqueles acadêmicos os quais estão tendo o primeiro contato com as máquinas e não tiveram o acompanhamento de orientadores conforme relatado nas etapas anteriores.

É notório a elevada rotatividade de operadores no laboratório, por isso, buscou-se propor um modelo de um *checklist* simples e de fácil interpretação o qual estará disponível e acessível a todos os possíveis operadores através de um sistema de leitura de *QR code*. O modelo de *checklist* da manutenção autônoma está disposto no Apêndice C do presente estudo.

Todos usuários do laboratório os quais possuem uma conta de e-mail da instituição poderão acessar os documentos criados, basta possuir em seu aparelho celular um aplicativo que faça leitura de códigos QR. Algumas versões mais novas de aparelhos celulares já vem com o leitor de *QR Code* na câmera. O presente

estudo utilizou o aplicativo *Barcode Scanner* disponível para *download* gratuitamente no *Play Store*. Além do aplicativo citado anteriormente, para que seja possível a visualização do arquivo, o usuário precisa ter instalado o *Microsoft Excel* em seu aparelho celular. O *QR Code* apresenta um link para uma planilha *Excel* no *Drive* desbloqueada para contas da FAHOR conforme citado anteriormente. Podemos verificar o procedimento operacional padrão (POP) para acessar a planilha no Apêndice D.

Ao abrir a planilha, na primeira aba pode-se visualizar um *One Page*, o qual dispõe as opções para consulta de todos os modelos criados e *checklists* elaborados para o torno, modelo TORMAX 20/A através de um clique nas caixas no entorno da logo da FAHOR. O *layout* do *One Page* pode ser visualizado no Apêndice E do presente estudo.

Inicialmente apenas o *checklist* para o TORMAX 20/A foi elaborado, entretanto o modelo padrão adotado poderá ser utilizado para todos os demais equipamentos do laboratório. O *checklist* descreve a atividade, as características especiais as quais devem ser levadas em consideração e por último e não menos importante, o motivo pelo qual a atividade deve ser efetuada. O *checklist* da manutenção autônoma do TORMAX 20/A está disposto no Apêndice F do presente estudo.

#### 4.4.2 Pilar manutenção planejada

Este pilar é responsável pelos reparos emergenciais nos equipamentos e instalações e também identificar uma forma de trabalhar preventivamente a fim de evitar quebras inesperadas. O cenário ideal de toda e qualquer empresa/instituição é a Quebra Zero, porém, este conceito é considerado utópico para as organizações. Não passa apenas de pura retórica sem muita crença desta possibilidade de eliminação de parada de máquina em um processo produtivo.

No laboratório podemos mencionar alguns fatores que contribuem ao descumprimento da eliminação da parada de máquina, são eles:

- falta de preparo dos acadêmicos para desempenhar as atividades as quais são subordinados;

- falta de objetivos claros para a manutenção e alinhamento dos objetivos da instituição;
- falta de sistematização nos processos de manutenção;
- falta de cultura do aprendizado com as quebras;
- falta de padronização;
- falta de sistemas informatizados para agilizar a manutenção;
- falta de planejamento das atividades da manutenção;
- comunicação falha entre acadêmicos e manutentores;
- hábitos não aconselháveis – excesso de adaptações técnicas;
- falta dos conceitos de 5S;
- ausência de *checklist* da manutenção.

A manutenção planejada objetiva construir um sistema que resulte em quebra zero a partir dos recursos disponíveis, técnicas de manutenção conhecidas, estrutura existente e potencial pensante (pessoas) das organizações. Da mesma forma deve suceder em uma instituição de ensino, a qual conta com uma vasta gama de seres pensantes a todo vapor e dispostos a fazer a diferença. Os acadêmicos devem aproveitar esta oportunidade para estimular e aplicar os conceitos vistos no decorrer da faculdade para melhorar equipamentos e tecnologias, desenvolvendo assim habilidades para reparos nos equipamentos, inspeção, métodos e técnicas de diagnósticos.

O primeiro passo para estabelecer a manutenção planejada no laboratório refere-se ao mapeamento do estado atual dos equipamentos e instalações. É sabido que não se tem registro do histórico de falhas dos equipamentos do laboratório, apenas a consciência das falhas que ocorreram e poderão vir recorrer, como por exemplo, troca de componentes elétricos, trava de eixo e engrenagens e pequenos reparos mecânicos e elétricos.

Nesta etapa é extremamente necessário o registro dos ativos, número patrimônio, nome do equipamento, modelo, fabricante, entre outras informações consideradas importantes. Definiu-se o torno como objeto de estudo para o presente trabalho por se tratar de um equipamento crítico para o laboratório, pois o mesmo exige maior confiabilidade (maior frequência de utilização nas aulas práticas) e

também por apresentar riscos à segurança daqueles que o operam (partes deslizantes expostas).

Com o intuito de estabelecer também a cultura da manutenção planejada, criou-se um modelo de *checklist* de manutenção preventiva bem com o *checklist* do TORMAX 20/A, objeto de estudo do presente trabalho. O modelo e o *checklist* estão dispostos respectivamente nos Apêndices G e H deste estudo. Da mesma forma que o *checklist* da manutenção autônoma, este *checklist* apresenta a descrição da atividade, como executá-la e um croqui de localização para facilitar a identificação da posição de cada componente relacionado nos tópicos. O modelo do croqui bem como o croqui de localização da manutenção preventiva do torno, estão dispostos nos Apêndices I e A do presente estudo.

O segundo passo é a eliminação dos problemas já identificados, como por exemplo, a restauração de algum equipamento ou ferramenta danificada, capacitação dos operadores de máquina e estabelecimento de uma cultura anteriormente inexistente para aprendizado com as falhas. Por fim, como último passo e tema para um posterior estudo é o estabelecimento de um sistema de gestão da informação, que engloba gerenciamento das informações de quebra, custo, intervenções de manutenção e outras as quais serão julgadas necessárias.

#### 4.4.3 Pilar educação e treinamento

Primeiramente cabe destacar a diferença de educação e treinamento neste contexto. A primeira refere-se à influência do meio para com o ser humano, já a segunda podemos caracterizar como sendo um processo educacional sistêmico, que visa gerar conhecimento, ensinar atitudes e habilidades a fim de assegurar que um objetivo específico seja alcançado.

Este pilar possui papel fundamental na implantação dos demais pilares, visto que todas as demais atividades desenvolvidas pelos pilares do TPM dependem da capacitação das pessoas para surtirem efeito.

Quanto as necessidades da instituição, cabe aos professores instruírem os acadêmicos no que tange os conceitos básicos e aos cuidados necessários para o manuseio das máquinas e/ou equipamentos através de treinamentos teóricos e

práticos. Estes podem ser efetuados anteriormente ao início de cada aula prática para que os acadêmicos estejam familiarizados com o que irão ver posteriormente.

Além das instruções em sala de aula, será necessário a verificação do *checklist* da manutenção, para que todos estejam aptos a efetuarem a manutenção autônoma ao adentrar no laboratório e assumirem a responsabilidade de operar determinado equipamento. Este pilar visa também atividades focadas na identificação e eliminação de perdas, instigando os operadores das máquinas a identificar o cenário atual a qual as mesmas se encontram comparado àquele considerado ideal.

O pilar Educação e Treinamento objetiva o desenvolvimento contínuo o qual deve ser considerado um investimento pela instituição de ensino. Cabe a faculdade aproximar os acadêmicos do contexto mais próximo da realidade das empresas. É sabido a importância do desenvolvimento dos recursos humanos nas organizações para que haja ganho mútuo entre as partes. O colaborador adquirindo conhecimento, compreendo conceitos e técnicas, desenvolve habilidades, a partir da aptidão e capacidade de executar determinadas atividades anteriormente só desenvolvidas por técnicos, modifica sua postura e comportamento perante sua função contribuindo positivamente para a empresa.

Cabe mencionarmos que estamos tratando de um ambiente estudantil, cada acadêmico possui diferentes capacidades cognitivas, níveis de intelecto, experiências passadas, bagagem cultural, personalidade e níveis educacionais devendo ser treinados de maneiras distintas. As dificuldades e dúvidas oriundas desse processo devem ser tratadas de forma individual pelo orientador a fim de que cada acadêmico desenvolva suas habilidades no ritmo adequado.

Os treinamentos devem ser fornecidos gradativamente, respeitando os limites e o ritmo de cada um que o recebe. Primeiramente mapeia-se os equipamentos do laboratório, posteriormente se faz necessário o esclarecimento dos níveis de habilidades e definição de quais itens específicos serão abordados de maneira mais aprofundada e qual deles serão apenas pincelados. Outro ponto importante é determinar a metodologia e os recursos utilizados para executar estas atividades.

Sugere-se a abordagem de atividades genéricas e pequenas verificações gerais inicialmente, como ações de 5S e lubrificação das partes deslizantes, postergando a abordagem de tarefas específicas como por exemplo, ajustes no comando elétrico. Para auxiliar no mapeamento das atividades necessárias para a manutenção dos tornos, criou-se o *checklist* da manutenção autônoma. A partir destas instruções os acadêmicos desenvolvem habilidades como identificação de anomalias do equipamento, aprendem funções básicas dos mecanismos os quais englobam o torno, tornam-se aptos a realizar pequenos reparados, como lubrificações quando necessário e também a identificar pontos de melhoria no que diz respeito a este equipamento.

O *checklist* da manutenção autônoma engloba atividades para serem efetuadas anterior e posteriormente a operação do torno. Nele estão descritos o que, como e por que realizar determinada atividade, além de mencionar as características de monitoramento de cada uma das atividades. No âmbito educacional é extremamente importante expor o porquê de realizar determinada atividade, desta forma, os acadêmicos conseguem correlacionar as atividades com características essenciais na realização da manutenção, como por exemplo, características relacionadas à segurança, qualidade e processo.

Para aquelas atividades as quais englobam serviços mais especializados elaborou-se uma lista de verificação da manutenção preventiva. Para a execução deste *checklist*, aplica-se aos executores um treinamento mais elaborado, englobando características mais técnicas as quais exigem maior grau de habilidade. Essas atividades visam ações voltadas para aumentar a confiabilidade do equipamento (MTBF - *Mean Time Between Failures* - tempo médio entre falhas) e diminuição do tempo médio para reparo (MTTR - *Mean Time to Repair* ou tempo médio para reparo).

Por fim, com o objetivo de promover o autodesenvolvimento constante daqueles acadêmicos/funcionários os quais irão efetuar as atividades da manutenção, criou-se um documento disponível no *Google Drive* que consta os *checklists* e croqui de localização do torno criados. Este arquivo é passível de atualizações quando necessário.



Para facilitar a busca por este arquivo gerou-se um código *QR code* o qual ficará disponível junto com o torno e poderá ser consultado sempre que necessário através do escâner do mesmo. Nele os arquivos citados anteriormente estarão disponíveis para consulta. Conforme já mencionado anteriormente, estes documentos devem ser revisados e atualizados sempre que necessário a fim de se obter o melhor resultado possível no que tange a manutenção do torno.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho objetivou a utilização de métodos e ferramentas da metodologia TPM para elaboração de documentos do gerenciamento da manutenção os quais atendessem a necessidade do laboratório de conformação mecânica e usinagem da FAHOR. Para isso, fundamentou-se conceitos relativos ao assunto com base em diferentes autores notáveis no tema. Para compreender o atual cenário do laboratório, buscou-se conversar com responsáveis e usuários para definir quais pilares do TPM mais se enquadrariam a necessidade do laboratório.

Com base nos conceitos fundamentados nas revisões de literatura, usou-se a metodologia TPM para definição dos pilares com maior foco no estudo, são eles manutenção autônoma, manutenção planejada e educação e treinamento, a fim de englobar e implantar atividades básicas da manutenção no laboratório.

A partir do que a metodologia TPM trás em seus pilares, buscou-se conciliar os conceitos para a criação de modelos de *checklists* para os equipamentos do laboratório fundamentados nos conteúdos os quais cada um dos 3 pilares adotados difunde. Tendo como objeto de estudo um torno convencional, validou-se a efetividade dos *checklists* e croqui de localização criados. De legado, ficará à disposição os modelos de *checklists* e croquis de localização para que, posteriormente, sejam utilizados para os demais equipamentos da instituição, não só aqueles do laboratório de conformação e usinagem, mas sim, de todos os demais laboratórios da faculdade. Com isso, objetiva-se o estabelecimento da cultura da manutenção, instigando os responsáveis e usuários do laboratório a adotarem em suas rotinas de práticas no laboratório alguns minutos dedicados às atividades de manutenção.

Além da criação de modelos de *checklist*, o presente estudo deteve-se a busca de um meio de disponibilizar estes arquivos para todos os usuários do laboratório através da geração de um *QR Code*. Salienta-se que os testes para comprovação da efetividade deste meio de compartilhamento foram efetuados, porém, a sua manutenibilidade é de escolha da instituição, porque o gerador deste código proporciona apenas 14 dias de teste gratuitos.

A metodologia TPM foi adotada como fonte de informação deste estudo devido a sua abrangência nos mais variados segmentos do mercado. Esta apresenta várias etapas até a completa adequação das empresas aos seus conceitos, permitindo a apropriação gradual - desta forma que a mesma foi amoldada as necessidades do laboratório. Devido a essa flexibilidade de adaptação aos segmentos do mercado, essa metodologia poderá ser expandida ao demais laboratórios de diferentes cursos e aplicações. Para isso, basta criar os *checklists* de acordo com o modelo estabelecido considerando sempre as considerações de cada um dos 3 pilares inicialmente adotados.

Ainda em relação a escolha da metodologia TPM, podemos destacar a facilidade de compreensão de cada uma das etapas para implantação. Há disponível nas mais variadas fontes todas as etapas desse método esmiuçadas de maneira clara e objetiva de forma orientativa para as organizações as quais investem neste método. Através de mudanças culturais no dia-a-dia das organizações é possível alcançar resultados significativos relacionados a eficiência, qualidade e produtividade.

A manutenção de ferramentas deve ser considerada um ponto complementar a metodologia TPM, pois impacta diretamente na eficiência das máquinas e equipamentos. A viabilidade de compra de um aferidor universal poderá ser tema para um posterior estudo, todavia que os possíveis benefícios por ele obtidos serão significativamente positivos. Além de garantir a calibração das ferramentas proporciona aos acadêmicos e usuários do laboratório uma visão sistêmica dos conceitos de manutenção.

Outro ponto o qual poderá ser tema de um posterior trabalho é a criação de um sistema de gerenciamento das informações, o qual defina uma forma de registrar ocorrências de quebra, custos oriundos de intervenções especializadas de manutenção, dados de ocorrências por modo de falha e demais informações julgadas necessárias.


Por fim, cabe destacar a importância deste estudo para a autora, visto que este assunto abrange uma das áreas de atuação a qual a graduação lhe torna apta a atuar. A manutenção é uma área a qual as empresas constantemente acabam deixando para segundo plano, pois ainda não é vista como investimento, por não

retornar resultados imediatos e diretos. O grande desafio das organizações é quebrar este paradigma e investir cada vez mais em ações direcionadas a manutenção preditiva. É gratificador a possibilidade de deixar um legado visando a melhoria contínua em uma das áreas da instituição a qual proporcionou conhecimento a autora no decorrer de toda graduação. Além disso, o presente estudo beneficiará àqueles que futuramente usufruirão do laboratório através dos documentos criados anteriormente inexistentes.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: Manutenção - Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- KARDEC, A; NASCIF, J. **Manutenção: Função Estratégica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Eletrônica Abreu's System, 2002.
- LIMA, R. T. da; SANTOS, A. A. B.; SAMPAIO, R. R. **Sistemas de gestão da manutenção - uma revisão bibliográfica visando estabelecer critérios para avaliação de maturidade**. In: XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30, 2010, São Carlos. Anais... São Paulo: Enegep, 2010. p. 2.
- LOSS PREVENTION CONSULTING & TRAINING*. **Curso: O facilitador & O TPM**. São Paulo, 2016.
- PEREIRA, M. J. **Engenharia Moderna: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2009.
- REIS, L. O. R.; ANDRADE, J. J. O. **Análise de falhas e da posição na curva da banheira de moldes empregados em equipamentos de injeção**. In: XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2009, Bahia. Salvador: Enegep, 2009. p. 7.
- SLACK, N. **Administração da Produção**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- TAVARES, L. **Administração Moderna da Manutenção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Novo Polo Publicações, 2009.
- VIANA, H. **Planejamento e Controle da Manutenção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2002.
- XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

## APÊNDICE A – CROQUI DE LOCALIZAÇÃO – TORMAX 20/A


	Croqui de localização MANUTENÇÃO PREVENTIVA			Página 1/1
				Revisão 00

Elaborado por: Patrícia Taís Pohl	Data: 03/10/2018	Aprovado por: Eloir Fernandes	Nº Patrimônio: 00012671
Revisado por: Valmir Vilson Beck	Data:	Data:	Equipamento: Tormax 20/A

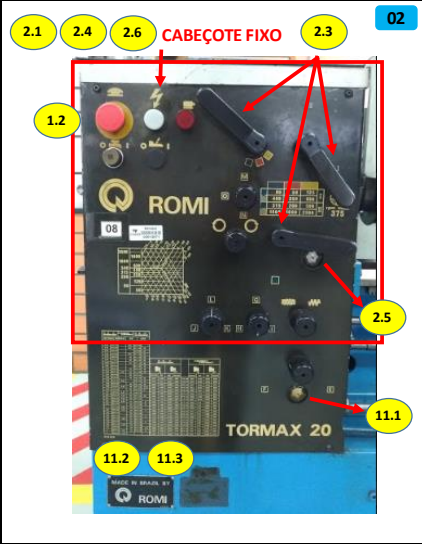
**01**



1.1

9.1 9.2 9.3 9.4

**02**



2.1 2.4 2.6 CABEÇOTE FIXO 2.3

1.2

2.5

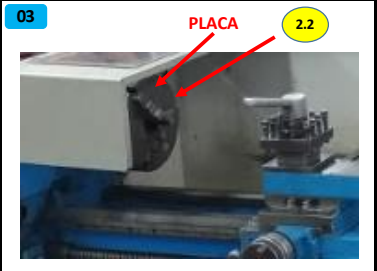
11.1

11.2 11.3

TORMAX 20

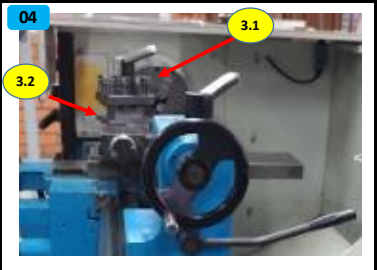
ROMI

**03**



PLACA 2.2

**04**

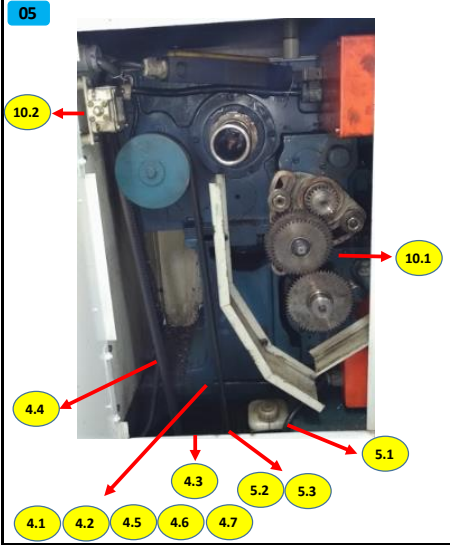


3.1

3.2

**05**



10.2

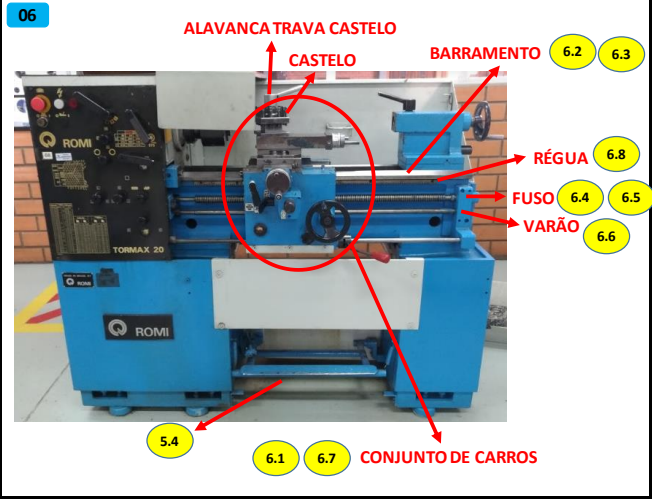
10.1

4.4

4.3 5.2 5.3 5.1

4.1 4.2 4.5 4.6 4.7

**06**



ALAVANCA TRAVA CASTELO

CASTELO

BARRAMENTO 6.2 6.3

RÉGUA 6.8

FUSO 6.4 6.5

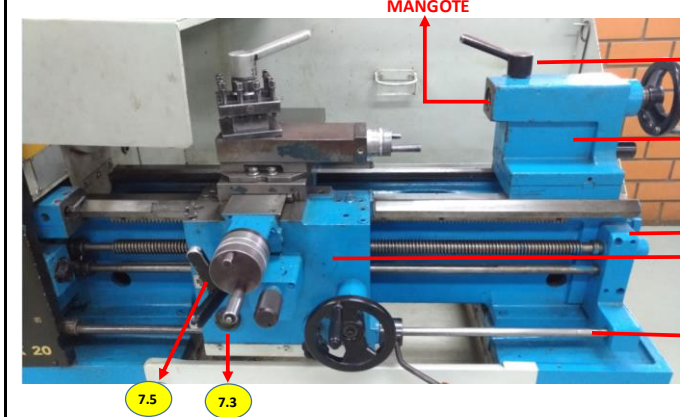
VARÃO 6.6

5.4

6.1 6.7 CONJUNTO DE CARROS

**07**



MANGOTE

TRAVA DO MANGOTE 8.1

CABEÇOTE MÓVEL 8.2 8.3

MANCAL AVENTAL 7.1 7.2 7.4

BARRA DE EXTENSÃO LIGA/DESLIGA










7.5 7.3

## APÊNDICE B – ETIQUETAS DE ANOMALIAS

<b>FAHOR</b>	
<b>ETIQUETA DE ANOMALIA</b>	Nº <input type="text"/>
<b>OPERADOR</b>	
<b>ANOMALIA DETECTADA</b>	
Equipamento:	<input type="text"/>
Encontrada por:	<input type="text"/>
Data:	<input type="text"/>
<b>DESCRIÇÃO ANOMALIA</b>	
<input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/>	
<b>LOCALIZAÇÃO DA ANOMALIA</b>	
<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	


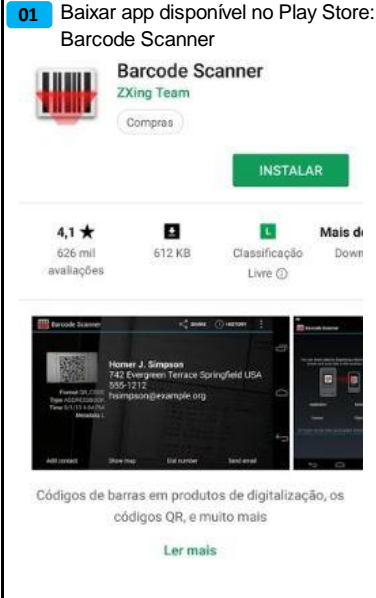



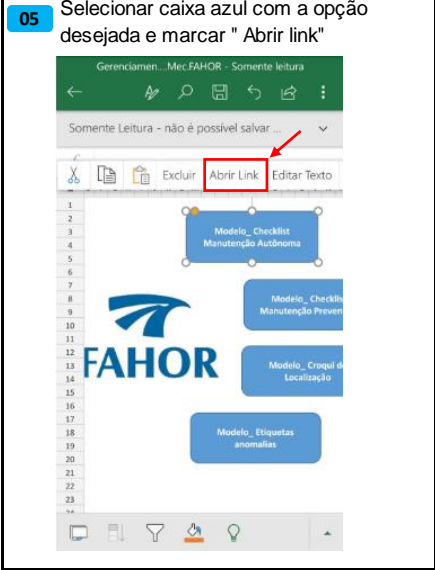
<b>FAHOR</b>	
<b>ETIQUETA DE ANOMALIA</b>	Nº <input type="text"/>
<b>TÉCNICO / ESPECIALISTA</b>	
<b>ANOMALIA DETECTADA</b>	
Equipamento:	<input type="text"/>
Encontrada por:	<input type="text"/>
Data:	<input type="text"/>
<b>DESCRIÇÃO ANOMALIA</b>	
<input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/>	
<b>LOCALIZAÇÃO DA ANOMALIA</b>	
<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	

## APÊNDICE C – MODELO CHECKLIST – MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

FAHOR		CHECKLIST MANUTENÇÃO AUTÔNOMA			Página 1/1																
Elaborado por: Patrícia Taís Pohl		Data: 03/10/2018	Aprovado por: Eloir Fernandes		Revisão 00																
Revisado por: Valmir Vilson Beck		Data:	Data:																		
<b>Registro de revisões</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>REV</th> <th>Natureza da alteração</th> <th>Solicitado por</th> <th>Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>00</td> <td>Criação do documento</td> <td>-</td> <td>03/10/2018</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					REV	Natureza da alteração	Solicitado por	Data	00	Criação do documento	-	03/10/2018									<b>Legenda</b>  Segurança  Processo  Qualidade
REV	Natureza da alteração	Solicitado por	Data																		
00	Criação do documento	-	03/10/2018																		
Nº Patrimônio:		Equipamento:																			
Item	Descrição da atividade	Como	Caract. Especiais	Por quê																	
PRÉ-OPERAÇÃO																					
PÓS-OPERAÇÃO																					
<b>USO OBRIGATÓRIO DE EPIS</b>																					
																					
Óculos de proteção	Luva de proteção	Protetor auricular	Sapato fechado	Cabelo preso	Proibido uso de acessórios																



## APÊNDICE D – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP) – COMO ACESSAR A PLANILHA GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO

	Procedimento Operacional Padrão (POP) Como acessar Planilha Gerenciamento da Manutenção	Página 1/1						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Elaborado por: Patrícia Taís Pohl</td> <td style="width: 33%;">Data: 29/10/2018</td> <td style="width: 33%;">Aprovado por: Eloir Fernandes</td> </tr> <tr> <td>Revisado por:</td> <td>Data:</td> <td>Data:</td> </tr> </table>			Elaborado por: Patrícia Taís Pohl	Data: 29/10/2018	Aprovado por: Eloir Fernandes	Revisado por:	Data:	Data:
Elaborado por: Patrícia Taís Pohl	Data: 29/10/2018	Aprovado por: Eloir Fernandes						
Revisado por:	Data:	Data:						
<p><b>01</b> Baixar app disponível no Play Store: Barcode Scanner</p>  <p>Códigos de barras em produtos de digitalização, os códigos QR, e muito mais</p> <p style="text-align: center; color: green;"><a href="#">Ler mais</a></p>	<p><b>02</b> Baixar "Excel" disponível no Play Store: Microsoft Excel</p>  <p style="text-align: center; color: green;"><a href="#">MAIS INFORMAÇÕES</a>   <a href="#">INSTALAR</a></p> <p style="text-align: right; font-size: small;">Compras no app</p>	<p><b>03</b> Fazer a leitura do QR Code:</p> 						
<p><b>04</b> Abrir a planilha:</p> 	<p><b>05</b> Selecionar caixa azul com a opção desejada e marcar "Abrir link"</p> 							

## APÊNDICE E – ONE PAGE - GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO



## APÊNDICE F – CHECKLIST MANUTENÇÃO AUTÔNOMA – TORMAX 20/A

FAHOR		<b>CHECKLIST MANUTENÇÃO AUTÔNOMA</b>			Página 1/1
Elaborado por: Patrícia Tais Pohl		Data: 03/10/2018	Aprovado por: Eloir Fernandes		Revisão 00
Revisado por: Valmir Vilson Beck		Data:	Data:		
					<b>Legenda</b> <span style="color: green;">+</span> Segurança <span style="background-color: yellow;">■</span> Processo <span style="color: red;">▲</span> Qualidade
<b>Registro de revisões</b>					
REV	Natureza da alteração	Solicitado por	Data		
00	Criação do documento	-	03/10/2018		
Nº Patrimônio: 00012671 Equipamento: Tormax 20A					
Item	Descrição da atividade	Como	Caract. Especiais	Por quê	
<b>PRÉ-OPERAÇÃO</b>					
01	Verificar condições dos cabos, ou fios elétricos.	Visual	<span style="color: green;">+</span>	Pra evitar fuga de corrente elétrica e provocar choques elétricos.	
02	Antes de operar a máquina pela primeira vez, ligar a máquina e movimentar os eixos (X e Z) em todo seu curso, em baixo avanço.	Manual	<span style="background-color: yellow;">■</span>	Para que o ciclo de lubrificação automática entre em funcionamento.	
03	Verificar nível dos reservatórios de óleo	Visual	<span style="background-color: yellow;">■</span>	Para evitar paradas inesperadas.	
04	Verificar motores e partes deslizantes	Visual e audição	<span style="background-color: yellow;">■</span>	Pra identificar anomalias no sistema.	
05	Verificar proteções e dispositivos	Visual e manual	<span style="color: green;">+</span>	Para evitar incidentes.	
06	Pré-aquecer a máquina (eixo-árvore), fazendo funcionar no mín 10 min, na metade ou 1/3 da velocidade máx, em operação automática.	Manual	<span style="background-color: yellow;">■</span>	Para não comprometer a precisão da usinagem (partes deslizantes danificadas por falta de óleo).	
07	Verificar condições das ferramentas.	Visual	<span style="color: red;">▲</span>	Para evitar danos no equipamento.	
08	Verificar condições e funcionamento das lâmpadas de sinalização (colunas luminosas).	Visual	<span style="background-color: yellow;">■</span>	Para garantir a eficiência do processo.	
<b>PÓS-OPERAÇÃO</b>					
09	Limpar a máquina (retirar os cavacos).	Manual	<span style="color: red;">▲</span>	Para manter a integridade da mesma.	
10	Verificar se há contaminação de óleo.	Visual	<span style="color: red;">▲</span>	Para evitar que contaminantes danifiquem a máquina.	
<b>USO OBRIGATÓRIO DE EPIS</b>					
					
Óculos de proteção	Luva de proteção	Protetor auricular	Sapato fechado	Cabelo preso	Proibido uso de acessórios



# APÊNDICE H – CHECKLIST MANUTENÇÃO PREVENTIVA – TORMAX 20/A

<b>CHECKLIST</b>		Página 1/1
<b>MANUTENÇÃO PREVENTIVA</b>		Revisão 00
<b>Elaborado por:</b> Patrícia Tais Pohl	<b>Data:</b> 03/10/2018	<b>Aprovado por:</b> Eloir Fernandes
<b>Revisado por:</b> Valmir Wilson Beck	<b>Data:</b>	<b>Data:</b>

Registro de revisões			
REV	Natureza da alteração	Solicitado por	Data
00	Criação do documento		03/10/2018

**Nº Patrimônio:** 00012671  
**Equipamento:** Tormax 20A

Item	Descrição da atividade	Como	Croqui
<b>1.0</b>	<b>GERAL</b>		
1.1	Verificar condições dos fios, cabos e instalação elétrica externa	Verificando painel elétrico na parte traseira do torno.	<b>01</b>
1.2	Verificar condição e funcionamento das chaves e botoeiras	Verificando painel elétrico na parte frontal do torno.	<b>02</b>
<b>2.0</b>	<b>CABEÇOTE</b>		
2.1	Evetuar lubrificação do cabeçote	Acionando as alavancas 1, 2 e 3 de acordo com os parâmetros especificados no painel.	<b>02</b>
2.2	Verificar folgas, ruídos e vibração na árvore	Através de inspeção visual e auditiva	<b>03</b>
2.3	Verificar condição de manipulós e alavancas	Efetuando testes de operação	<b>02</b>
2.4	Verificar vazamento de óleo na caixa	Através de inspeção visual	<b>02</b>
2.5	Verificar nível de óleo	Através de inspeção visual	<b>02</b>
2.6	Verificar ruídos anormais na caixa	Através de inspeção auditiva	<b>02</b>
<b>3.0</b>	<b>PLACA</b>		
3.1	Verificar condição da castanha	Através de inspeção visual	<b>04</b>
3.2	Verificar a necessidade de ajuste da placa	Verificando a altura de centro e paralelismo com a eixo da árvore em relação ao prisma do barramento.	<b>04</b>
<b>4.0</b>	<b>TRANSMISSÃO</b>		
4.1	Verificar ruídos e vibrações do motor	Através de inspeção auditiva	<b>05</b>
4.2	Verificar condições, fixação e limpeza do motor	Através de inspeção visual	<b>05</b>
4.3	Verificar condição e fixação das polias	Através de inspeção visual + chave de ajuste	<b>05</b>
4.4	Verificar condições e tensão nas correias	Através de inspeção visual + medidor de tensão	<b>05</b>
4.5	Verificar alinhamento do motor	Verificando se as linhas de centro dos eixos do motor e da máquina estão alinhadas.	<b>05</b>
4.6	Verificar condições dos fios e cabos elétricos	Através de inspeção visual	<b>05</b>
4.7	Medir corrente elétrica e conferir com a corrente padrão	Com auxílio do multímetro	<b>05</b>
<b>5.0</b>	<b>FREIO</b>		
5.1	Verificar nível de fluido (Nunca inferior a 3/4 da capacidade)	Através de inspeção visual	<b>05</b>
5.2	Verificar funcionamento do freio	Efetuando testes de operação	<b>05</b>
5.3	Verificar condições do disco, pastilhas, tubulações e vazamento no sistema.	Através de inspeção visual	<b>05</b>
5.4	Verificar funcionamento do pedal.	Efetuando testes de operação	<b>06</b>
<b>6.0</b>	<b>CONJUNTO DOS CARROS</b>		
6.1	Verificar funcionamento do acionamento nas posições: partida, reversão, neutro e freio.	Efetuando testes de operação	<b>06</b>
6.2	Verificar condições e folga do carro com o barramento	Efetuando testes de operação	<b>06</b>
6.3	Verificar condições dos limpadores do barramento	Através de inspeção visual	<b>06</b>
6.4	Verificar condições, folgas e desgaste do fuso	Através de inspeção visual	<b>06</b>
6.5	Desmontar, limpar, inspecionar, lubrificar e ajustar a folga axial do mancal do fuso	Com auxílio de ferramentas	<b>06</b>
6.6	Verificar condições do varão	Através de inspeção visual	<b>06</b>
6.7	Verificar condições e funcionamento de desgaste sobre carga do carro	Através de inspeção visual	<b>06</b>
6.8	Verificar condições da régua	Através de inspeção visual	<b>06</b>
<b>7.0</b>	<b>AVENTAL</b>		
7.1	Efetuar inspeção interna: engrenagens, tubulação, lubrificação, entre outras.	Abrir caixa e verificar condições dos itens	<b>07</b>
7.2	Verificar ruídos anormais	Através de inspeção auditiva	<b>07</b>
7.3	Verificar nível de óleo	Através de inspeção visual	<b>07</b>
7.4	Verificar vazamento de óleo	Através de inspeção visual	<b>07</b>
7.5	Verificar funcionamento das alavancas	Efetuando testes de operação	<b>07</b>
<b>8.0</b>	<b>CABEÇOTE MÓVEL</b>		
8.1	Verificar folga e travamento do mangote e cabeçote	Efetuando testes de operação	<b>07</b>
8.2	Lubrificação do cone	Lubrificar cone com lubrificante indicado pelo	<b>07</b>
8.3	Verificar alinhamento do cabeçote móvel com o fixo.	Através de inspeção visual	<b>07</b>
<b>9.0</b>	<b>COMANDO ELÉTRICO</b>		
9.1	Verificar estado dos componentes internos e fixação dos fios	Através de inspeção visual	<b>01</b>
9.2	Verificar oxidação, umidade e vedação do quadro	Através de inspeção visual	<b>01</b>
9.3	Efetuar limpeza do quadro	Usar método indicado para limpeza de painéis elétricos	<b>01</b>
9.4	Conferir funcionamento da chave geral	Efetuando testes de operação	<b>01</b>
<b>10.0</b>	<b>RECÂMBIO</b>		
10.1	Verificar condição do trem de engrenagens	Através de inspeção visual	<b>05</b>
10.2	Verificar condição do micro da porta	Através de inspeção visual	<b>05</b>
<b>11.0</b>	<b>CAIXA NORTON</b>		
11.1	Verificar nível de óleo da caixa	Através de inspeção visual	<b>02</b>
11.2	Verificar vazamento de óleo na caixa	Através de inspeção visual	<b>02</b>
11.3	Verificar ruídos anormais	Através de inspeção auditiva	<b>02</b>

**USO OBRIGATÓRIO DE EPIS**

Óculos de proteção

Luva de proteção


Protetor auricular

Sapato fechado

Cabelo preso

Proibido uso de acessórios

## APÊNDICE I – MODELO CROQUI DE LOCALIZAÇÃO – MANUTENÇÃO PREVENTIVA

	Croqui de localização			Página 1/1
	MANUTENÇÃO PREVENTIVA			Revisão 00
<b>Elaborado por:</b> Patrícia Tais Pohl	<b>Data:</b> 03/10/2018	<b>Aprovado por:</b> Eloir Fernandes	<b>Nº Patrimônio:</b>	
<b>Revisado por:</b> Valmir Vilson Beck	<b>Data:</b>	<b>Data:</b>	<b>Equipamento:</b>	

<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>
<b>05</b>	<b>06</b>	<b>04</b>
<b>09</b>	<b>10</b>	<b>07</b>