

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA MECÂNICA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

LARISSA CARMO DE MENEZES

**ELABORAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO PARA
OFICINA MECÂNICA DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ – CAMPUS CORNÉLIO PROCÓPIO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CORNÉLIO PROCÓPIO

2015

LARISSA CARMO DE MENEZES

**ELABORAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO PARA
OFICINA MECÂNICA DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ – CAMPUS CORNÉLIO PROCÓPIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à obtenção do título de Bacharel no curso superior de Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico da Mecânica – DAMEC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Mecânica.

Orientador: Prof. Me. Vitor Miranda de Souza

CORNÉLIO PROCÓPIO

2015



FOLHA DE APROVAÇÃO

Larissa Carino de Menezes

Elaboração de um sistema de gestão da manutenção para oficina mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Cornélio Procópio

Trabalho de conclusão de curso apresentado às 13:50hs do dia 18/11/2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Mecânico no programa de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.

Prof(a). Me(a). Vitor Miranda de Souza - Presidente (Orientador)

Engenheiro(a) Esp. Carlos De Nardi - (Membro)

Prof(a). Dr(a). José Tomadon Júnior - (Membro)

Dedico este trabalho à toda minha família que sempre me incentivou, em especial minha mãe que me deu força e confiança para alcançar meus objetivos, e em memória ao meu pai.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, pelas bênçãos concedidas e por iluminar meu caminho nesta caminhada.

À minha mãe Maria Aparecida Carmo de Menezes, pelo cuidado, dedicação e constante incentivo de lutar pelos sonhos e suporte quando foi necessário, sendo um exemplo de luta e superação.

À minhas irmãs Camila Carmo de Menezes e Carolina Carmo de Menezes que com muito carinho, apoio e paciência, me ajudaram para chegar até aqui, não deixando minhas esperanças diminuírem em qualquer etapa do caminho até aqui.

Ao meu pai falecido Ricardo Dias de Menezes, que sempre passou uma enorme alegria a todos ao seu redor.

Ao meu namorado João Augusto de Mamann Felipe, por acreditar no que eu sou capaz, e me incentivar a continuar a caminhada.

Ao meu orientador Vitor Miranda de Souza, pelos conhecimentos repassados, me guiando da melhor forma para o desenvolvimento do trabalho.

A todos meus professores por todos os ensinamentos.

Não posso deixar de agradecer a toda minha família, sempre unida me apoiando nas conquistas dos meus sonhos.

Aos meus amigos pelos momentos alegres de distração compartilhados.

Agradeço a todos que contribuíram de qualquer maneira para realização deste trabalho.

Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor, mas lutamos para que o melhor fosse feito. Não somos o que deveria ser... mas Graças a Deus, não somos o que erámos.

(Marthin Luther King)

RESUMO

MENEZES, Larissa Carmo de. **Elaboração de um Sistema de Gestão da Manutenção para Oficina Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Cornélio Procópio**. 2015. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Mecânica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2015.

A adoção de estratégias em todo sistema de produção é importante para que as empresas sejam bem-sucedidas. Uma dessas estratégias é a correta manutenção do maquinário. A situação atual da manutenção para as máquinas da oficina mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná do campus de Cornélio Procópio é precária, baseada apenas em manutenção corretiva. O objetivo deste trabalho é a criação de um sistema de manutenção para a oficina mecânica de usinagem, contendo um registro de falhas, uma ordem de serviço, planos de inspeção, lubrificação e manutenção autônoma juntamente com cronograma de manutenção, além da identificação das peças reposição para estoque. O trabalho foi desenvolvido com base em pesquisas bibliográficas e com base nos manuais das máquinas, considerando as falhas já ocorridas, para determinação dos componentes a serem executados a manutenção e cálculo da periodicidade. Os resultados apresentados contemplam a sistemática de manutenção e os documentos elaborados para a realização do registro das atividades de manutenção previstas no sistema. Os planos de manutenção gerados são de extrema importância para o local pois visa melhorias para o local e determina o cronograma da manutenção, desde que esse prioriza a manutenção preventiva afim de minimizar falhas inesperadas, com datas pré-estabelecidas.

Palavras-chaves: Manutenção Preventiva, Manutenção Corretiva, Ordem de Serviço, Registro de Falhas e Peças de Reposição.

ABSTRACT

MENEZES, Larissa Carmo de. **Elaboration of a Maintenance Management System for Mechanical Workshop of the Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Cornélio Procópio.** 2015, 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Mecânica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2015.

The adoption of strategies in all production system is important so companies can succeed. One of these strategies is the correct maintenance of machinery. The actual situation of maintenance for the machines of the workshop of the Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus of Cornélio Procópio is precarious, based only on corrective maintenance. The objective of this study is the creation of a maintenance system for machining workshop, containing a failure register, a service order, inspection, lubrication and autonomous maintenance plans, and maintenance schedule, as well as identification of spare parts to stock. The study was developed based on bibliographic research and manual of machines, beside considering data collected as the failures occurred, to determine the components to ruin the maintenance and calculating the frequency. The results presented include the systematic maintenance and documents produced for the achievement of the maintenance activities logs provided in the system. Maintenance plans that were developed are extremely important to the local since they aim for improvements and determine the schedule of maintenance, since the study prioritizes preventive maintenance on order to minimize unexpected failures with pre-established dates.

Keywords: Preventive Maintenance, Corrective Maintenance, Service Order, Failure Register and Spare Parts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Iceberg</i> das Falhas	18
Figura 2 - Oficina Mecânica de Usinagem UTFPR – CP	24
Figura 3 - Fluxograma da manutenção na oficina mecânica da UTFPR - CP	25
Figura 4 - Layout com codificações da oficina da UTFPR – CP	26
Figura 5 - Componentes de um Torno Mecânico.....	27
Figura 6- Componentes de uma Fresadora	28
Figura 7- Componentes de uma Retífica	29
Figura 8 - Serra Fita.....	30
Figura 9 - Ordem de Serviço.....	33
Figura 10 - Registro de Falha	34
Figura 11 - Parte do Plano de Inspeção na Família de Torno	35
Figura 12 - Parte do Plano de Lubrificação na Família de Torno	35
Figura 13 - Parte do Plano de Manutenção Autônoma	36
Figura 14 - Cronograma da Família de Torno	37

LISTA DE SIGLAS

MRO	Manutenção, Reparo e Operação
OS	Ordem de Serviço
TPM	Total Productive Maintenance
UTFPR – CP	Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Cornélio Procópio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1	DEFINIÇÃO E ORIGEM DA MANUTENÇÃO	14
3.2	OBJETIVOS BÁSICOS E CENTRAIS DA MANUTENÇÃO	15
3.3	MANUTENÇÃO CORRETIVA	15
3.4	MANUTENÇÃO PREVENTIVA	16
3.5	MANUTENÇÃO PREDITIVA	17
3.6	ANÁLISE DAS FALHAS	17
3.7	CODIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	19
3.8	ORDEM DE SERVIÇO	20
3.9	MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)	20
3.9.1	MANUTENÇÃO AUTÔNOMA	21
3.9.2	EDUCAÇÃO E TREINAMENTO	22
3.9.3	CONFIABILIDADE E MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE	22
3.10	PEÇAS PARA REPOSIÇÃO	23
4	METODOLOGIA	24
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
6	CONCLUSÃO	40
	APÊNDICES	44

1 INTRODUÇÃO

A gestão da produção necessita estar em uma busca constante para o melhoramento do produto ou serviço, para que assim ele continue apto a concorrer no mercado mundial. Eliminação de custo e aumento da produtividade são objetivos presentes em qualquer empresa devido à grande concorrência existente (Lottermann, 2014). Uma ferramenta importante para que essas metas sejam cumpridas é a manutenção.

De acordo com Viana (2002) o capitalismo faz com que até países mais atrasados gere uma civilização de consumo por causa do rápido aperfeiçoamento dos instrumentos de produção, e ao progresso contínuo de meios de comunicação. Assim, a sobrevivência desses países no mercado necessita alta tecnologia de ponta, ótimos recursos humanos, consistentes programas de qualidade, produtos competitivos e eficaz plano de manutenção.

São quatro os fatores principais abrangentes da gestão da manutenção: qualidade, segurança, custo e disponibilidade (O GESTOR, 1994).

Melhores máquinas, defeitos mínimos na produção, melhores condições de higiene, e melhores condições ambientais influenciam na qualidade do produto. Além de evitar desperdícios, essas condições são as que mais influenciam na rejeição/aprovação e reclamação do produto (O GESTOR, 1994).

A segurança é obtida quando os riscos de acidentes são mínimos, não existem incômodos como ruídos, nem poluição gasosa ou líquida, nem insalubridade como por exemplo de temperatura ou humidade. O desempenho das pessoas e equipamentos aumenta em alta proporção quando a seguridade e limpeza do local de trabalho é alta (O GESTOR, 1994).

A degradação gerada ao longo do tempo nos equipamentos, sistemas e instalações, sejam eles de natureza mecânica, elétrica, eletrônica, hidráulica ou pneumática, pode ser preservada e adiada com um bom sistema de manutenção. Com a manutenção a vida útil de cada equipamento é mantida e em alguns casos, prolongada. Quanto maior o tempo do maquinário disponível para operação maior será produtividade obtida. Dessa forma, a disponibilidade uniforme do equipamento cria regularidade da produção, evitando atrasos e cumprindo com as metas da produção (O GESTOR, 1994).

Portanto, a manutenção não tem apenas uma importância econômica na empresa ou indústria, mas possui também uma importância legal, já que assegura a segurança do local de trabalho conforme exigido pelas leis trabalhistas. A gestão da produção não obtém o sucesso desejável sem a parceria com a manutenção, sendo que esta diminui as interrupções ou parada na produção, afetando não somente a produtividade, como a qualidade, o custo, e a posição de uma empresa no mercado mundial.

As condições das máquinas e dos elementos existentes atualmente dentro da oficina mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Cornélio Procópio são pouco controladas, e seu uso relativamente baixo proporciona algumas falhas inesperadas. Este trabalho tem como objetivo a criação de um plano de manutenção preventiva na oficina de usinagem da Universidade Tecnológica Federal do Paraná do campus de Cornélio Procópio (UTFPR - CP).

Para evitar a necessidade de aquisição de novo maquinário, uma boa gestão de manutenção seria de grande utilidade, já que nesse caso evitaria muitas falhas indesejáveis e diminuiria o custo de compra e troca de equipamentos. A manutenção na oficina também provocaria a coleta de dados de manutenção gerando um histórico para cada máquina, permitindo uma melhor investigação das causas das falhas, trocas e compras de máquinas e equipamentos. Contudo é essencial informar que o estudo tem suas restrições que serão detalhadas nos tópicos a seguir.

O primeiro capítulo refere-se a uma pequena introdução envolvendo a importância da manutenção na atualidade, juntamente com uma pequena justificativa do estudo. O segundo capítulo mostra os objetivos do estudo. Em seguida, o terceiro capítulo diz respeito ao embasamento teórico necessário para desenvolvimento do estudo em questão, os quais são origem da manutenção, objetivos básicos e centrais da manutenção, tipos de manutenção, análise de falhas, codificação de equipamentos, ordem de serviço, manutenção produtiva total e peças para reposição. No quarto capítulo, a metodologia do estudo é apresentada cronologicamente conforme foi efetuada. A apresentação dos resultados se encontra no quinto capítulo, e logo em seguida a conclusão do estudo.

2 OBJETIVOS

O presente estudo tem por objetivo principal de elaborar de um sistema de manutenção preventiva e corretiva na oficina da Universidade Tecnológica Federal do Paraná no campus de Cornélio Procópio.

Para atingir o objetivo principal, os seguintes objetivos específicos devem ser cumpridos:

- a) Definir escopo do sistema de manutenção;
- b) Codificar equipamentos e separar por famílias;
- c) Identificar falhas já ocorridas em cada equipamento;
- d) Determinar possíveis peças para trocas;
- e) Criar um registro de falhas para histórico dos equipamentos;
- f) Elaborar um exemplo de Ordem de Serviço;
- g) Criar planos de inspeção, lubrificação e manutenção autônoma para manutenção preventiva;
- h) Estabelecer o cronograma da manutenção corretiva e preventiva.

O próximo capítulo situa-se a bibliografia essencial para entendimento do estudo em questão.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo desenvolve a revisão bibliográfica a fim de uma melhor compreensão do trabalho. Inclui desde a origem da manutenção como também seus objetivos e tipos, codificação de equipamentos, falhas, ordem de serviço, e conceitos da manutenção produtiva total (TPM) e peças de reposição.

3.1 DEFINIÇÃO E ORIGEM DA MANUTENÇÃO

Segundo Weber et al. (2008), a manutenção pode ser definida como o conjunto de cuidados técnicos afim de manter ou melhorar o funcionamento de máquinas e equipamentos com as melhores condições de qualidade, custo, disponibilidade e total segurança.

Com a aparição dos primeiros teares no século XVI, surgiu a manutenção industrial, pois o fabricante do maquinário tinha a preocupação não apenas de treinar o operário para sua utilização, mas também para mantê-lo (VIANA, 2002). Segundo Souza (2009), até 1914 não se trabalhava a manutenção como um conceito, as empresas se baseavam no sistema de “quebra-conserta”, conserto que na maioria das vezes eram feito pelo próprio operador da máquina. Deve-se considerar também que nessa época, os próprios equipamentos eram mais robustos e a tecnologia era mais rudimentar.

Com a primeira guerra mundial, origina-se o conceito de **Manutenção Corretiva**, surgindo os primeiros profissionais com embasamento em ocorrências de falhas, com os objetivos de corrigi-las. Já durante o período da segunda guerra mundial, a **Manutenção Preventiva** foi desenvolvida, a qual tinha como objetivo de prevenir a ocorrência da falha considerando a vida útil dos equipamentos e componentes.

A formação do histórico técnico e econômico dos equipamentos originou quando a Engenharia de Manutenção atingiu nível departamental, apenas em 1950, com a finalidade de controlar os trabalhos executados na área de manutenção. Com

o passar das décadas, em 1970, chegou-se a um objetivo específico: reduzir os custos de manutenção.

Ferramentas computacionais começaram a ser implantadas na área de manutenção somente a partir da década de 80, com o surgimento dos microcomputadores com linguagem mais simplificada (JASINSKY, 2005), auxiliando a elaboração de históricos e realização de análises mais eficientes. Depois de toda evolução, o conceito de manutenção dos dias de atuais deixou de ter preocupação apenas com o custo, e passou a ser incorporado na visão gerencial de negócios.

3.2 OBJETIVOS BÁSICOS E CENTRAIS DA MANUTENÇÃO

De acordo com Souza (2009) a manutenção possui como objetivo central a operação dos equipamentos e instrumentos mais próxima das condições iniciais de projeto e instalação. Alguns dos objetivos básicos são:

- obter ganhos em qualidade e produtividade;
- reduzir do tempo de parada de equipamentos;
- segurança industrial e pessoal, gerando um melhor ambiente de trabalho;
- máxima utilização e aproveitamento dos recursos disponíveis.

Os três tipos básicos de manutenção mais conhecido nos dias de hoje são a manutenção **corretiva**, **preventiva** e **preditiva**. A seguir, as definições de cada uma são apresentadas.

3.3 MANUTENÇÃO CORRETIVA

Na concepção de Souza (2009) a manutenção corretiva acontece depois que a falha é identificada. Pode ocorrer em duas situações, (i) quando a falha já foi detectada apenas com a parada do equipamento e não teve como planejar a

manutenção, sendo assim uma manutenção corretiva **não planejada**, e (ii) quando o equipamento mostra uma deficiência em desempenho normal, possibilitando a descoberta da falha sem a parada necessária da máquina, chamada de manutenção corretiva **planejada**. Em ambos os casos, é necessário possuir equipamentos mínimos em reserva, já que a falha ocorrerá quando a máquina estiver em uso.

3.4 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Este tipo de manutenção tem como objetivo prevenir que a falha ocorra. Desse modo, ela baseia-se em experiência passada e dados estatísticos geralmente fornecidos pelos fabricantes, ou analisado pela própria empresa, gerando informações para os planos de intervenções sistemáticas da manutenção. É o ato de reduzir a falha ou a queda de desempenho seguindo a um plano de manutenção estabelecido periodicamente (CHIOCHETTA, HATAKEYAMA E MARÇAL, 2004).

De acordo com Beilke (2014), as ações frequentemente usadas na manutenção preventiva são:

- a) **Inspeção:** realizadas periodicamente através de planilhas com descrição do componente, ação, e método, contribuindo para a identificação e eliminação dos defeitos que futuramente possam ser considerados falhas;
- b) **Trocas baseadas no tempo:** realização de trocas ou restauração de peças e equipamentos a partir de intervalos de tempo pré-determinados, a ação ocorre independente do estado em que o componente se encontra, seguindo apenas o limite de tempo estabelecido.
- c) **Trocas baseadas na condição:** considerada um resultado da inspeção, pois avalia as condições através do acompanhamento dos componentes, para assim detectar anomalias e agir antes da ocorrência da falha.

3.5 MANUTENÇÃO PREDITIVA

Moro e Auras (2007) afirmam que a manutenção preditiva, como o nome sugere, prediz as condições de funcionamento para que haja uma estimativa no tempo possível de funcionamento. De acordo com Souza (2009) a manutenção preditiva é o tipo que inspeciona em intervalos de tempo definidos, indicando as condições reais de funcionamentos das máquinas. Tem como objetivo principal aproveitar ao máximo o tempo de vida da máquina, assim a intervenção da manutenção acontece somente quando existe uma anomalia, irregularidade ou falha, mesmo que essas não tenham provocado a parada da máquina, mas que futuramente possam ocorrer.

Qualquer tipo de manutenção está conectado com falha no equipamento, seja ela depois que ocorre, o que é o caso da manutenção corretiva, para prevenir a falha, caso da manutenção preventiva ou para predizer quando a falha ocorrerá, caso da manutenção preditiva. Dessa forma, uma boa análise das falhas, definidas a seguir, é característica importante para determinação de um plano de manutenção.

3.6 ANÁLISE DAS FALHAS

A definição de falha ou quebra pode ser definida como “perda da função básica de um componente ou peça” (ENGENHARIA ..., 2013).

A quebra de um equipamento baseia-se no conceito de que a falha é visível, porém, a falha visível é a coleção de outras falhas invisíveis (SOUZA, 2009). É como pensar no conceito de *iceberg*, mostrado na Figura 1. Dessa forma, tenta-se motivar o operador a evitar as falhas invisíveis, evitando a quebra do equipamento.

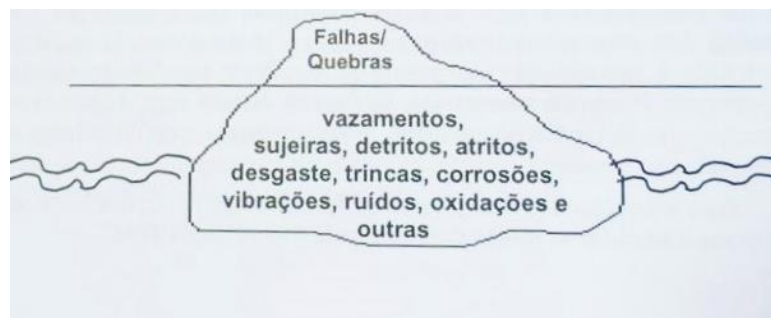


Figura 1 - Iceberg das Falhas
Fonte: Souza (2009 - P 94)

Por meio da determinação de desgaste, a quebra pode ser prevenida, porém na maioria das vezes, isso somente ocorre depois da ocorrência da falha. Técnicas de análise de falhas são utilizadas a fim de descobrir a natureza dos desgastes, para diminuir e evitar a repetição das ocorrências (ENGENHARIA ..., 2013). A origem dos danos pode ser:

- a) Erro de especificação ou de projeto:** alguns componentes da máquina não correspondem à serviços estabelecidos no projeto. Desenhos e dimensões, tratamento térmico, rotações e outros fatores errados;
- b) Falhas de fabricação:** a montagem da máquina ou equipamento não foi realizada corretamente, o que gera o aparecimento de trincas, concentrações de tensões, folgas, empeno, dentre outros;
- c) Instalação imprópria:** a máquina possui desalinhamento dos eixos entre o motor, que pode ser gerado a partir de vibrações, sobrecargas, trincas e corrosões;
- d) Manutenção imprópria:** a perda da eficiência da máquina e de ajustes por causa de sujeiras, falta ou lubrificação imprópria, falta de apertos, e falta de controle de vibrações;
- e) Operação imprópria:** rompimento do componente mais fraco da máquina devido à sobrecarga, choques e vibrações.

Falhas devido o funcionamento da máquina são inevitáveis, a manutenção nesse caso tem como objetivo observar o progresso do dano sofrido para que a substituição da peça ocorra no melhor momento.

Para a devida coleta de falhas do maquinário é necessário primeiramente fazer a codificação de todas as máquinas do local. A seção seguinte discute a codificação dos equipamentos.

3.7 CODIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

A organização dos equipamentos é necessária para a identificação dos mesmos dentro do mapa fabril na perspectiva de Souza (2009). Assim, a codificação pode ser feita segundo a própria empresa, a fim de facilitar a localização dos equipamentos, seja para o operador, mantenedor, ou supervisor, considerando dados básicos dos equipamentos como fabricante, modelo, consumo, entre outros.

A codificação individualiza o equipamento, isto é necessário para o recebimento da manutenção e o acompanhamento da vida útil, histórico de quebras, intervenções, custos e falhas. O recomendado é que a codificação tenha um conjunto de até 5 letras, indicando a família ou grupo ao qual o equipamento pertence, e um conjunto de até 5 números, mostrando a quantidade de equipamentos dentro da família (SOUZA, 2009). O Quadro 1 apresenta uma sugestão para composição dos grupos de equipamentos, onde as letras utilizadas são uma abreviatura do componente:

Tipo	Descrição
BB	Bomba
CT	Controle
EM	Engrenagem
SH	Sistema Hidráulico
ME	Motor Elétrico
VV	Válvula

Quadro 1 - Codificação dos equipamentos.
Fonte: Adaptado de Souza (2009 – P. 79)

3.8 ORDEM DE SERVIÇO

Conforme Souza (2009), a comunicação técnica de uma ocorrência de manutenção é representada por uma Ordem de Serviço (OS), a qual contém informações necessárias para sua execução. É um documento que faz parte do plano central de manutenção para a preparação, planejamento, programação e controle das atividades de manutenção urgentes ou emergentes. Informações como identificação do equipamento; data e horário de parada e custo; detalhamento das atividades; ferramentas a serem utilizadas; pessoal envolvido; prioridade; o tipo da falha; dentre outros são necessárias.

A OS é necessária em um plano de manutenção não apenas para manutenção corretiva, como também para a manutenção preventiva, em caso de alguma inspeção ou manutenção autônoma detectar uma anomalia. Na próxima seção situa-se a explicação da Manutenção Produtiva Total.

3.9 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

Em todas as bibliografias, a origem da *Total Productive Maintenance*(TPM), ou como é chamada no Brasil, Manutenção Produtiva Total, teve origem no Japão em 1970, como afirma Moro e Auras (2007) originado a partir da busca por uma eficiência na manutenção, por meio de um sistema compreensivo, com base no respeito individual, com total participação dos empregados. Na visão de Jasinski (2005), a TPM é uma forma de administração com envolvimento de todos no processo de produção e manutenção, sem considerar o nível hierárquico, visando a reestruturação e melhorias das pessoas e equipamentos com a mudança de postura organizacional. Por meio da incorporação da Quebra Zero (o equipamento não pode parar no período que em que foi programada para operar), Defeito Zero (eliminação dos defeitos do produto por meio da identificação e controle das causas) e Acidente Zero (melhoramento ao máximo da segurança do local), a TPM consegue promover melhorias na linha de produção. Com isso, é possível criar uma total confiança no

processo produtivo, a partir da eliminação das paradas e falhas. Os 8 pilares da TPM são:

- Manutenção autônoma e espontânea;
- Planejamento da manutenção;
- Melhorias individuais e específicas;
- Educação e treinamento;
- Engenharia e controle da manutenção;
- Manutenção da qualidade e confiabilidade
- Meio ambiente, higiene e segurança;
- Manutenção nos escritórios.

A seguir serão descritos os pilares da TPM essenciais para o desenvolvimento do trabalho.

3.9.1 Manutenção Autônoma

De acordo com Ribeiro, (2003), o objetivo da manutenção autônoma é capacitar o operador quanto à limpeza, inspeção, e pequenos reparos no equipamento. Com isso, Souza (2009) diz que é capaz de melhorar a eficácia geral dos equipamentos e eliminar as grandes perdas.

Na manutenção autônoma o operador deve ser treinado para possuir um maior conhecimento do equipamento. Desse modo, o operador passa a ter uma responsabilidade maior de conservação do equipamento, na tentativa de evitar ao máximo as falhas e quebras.

Atividades comuns de manutenção autônoma são:

- *Check-list* de operação;
- Operações corretas;
- Limpeza;
- Lubrificação;
- Aperto;
- Inspeções (diárias, semanais, quinzenais, mensais);

- Organização do local de trabalho;
- Atividades de melhorias.

3.9.2 Educação e Treinamento

Educação e treinamento é um pilar da TPM caracterizado pela capacitação do pessoal envolvido na manutenção. De acordo com Lotterman (2014) para obter aumento da produtividade, o conhecimento do manuseio das ferramentas, a operação dos equipamentos pelo operador é fundamental, assim como os ajustes e consertos sejam bem conhecidos pelo mantenedor. Treinamentos como metodologia da melhoria e Normas de Qualidade e Segurança são alguns que podem ser escolhidos pela empresa para educação e treinamento dos funcionários. Por fim, Lotterman (2014) descreve o pilar como a capacitação técnica comportamental do pessoal da manutenção e operação, considerando a base para o entendimento da manutenção autônoma.

3.9.3 Confiabilidade e Manutenção Centrada na Confiabilidade

Outro conceito importante dentro da TPM a ser destacado é o da confiabilidade. Souza (2009) afirma que, “confiabilidade é a probabilidade de que um item exercerá sua função requerida sem falhar, por um dado intervalo de tempo, quando operando corretamente sob condições especificadas”.

A manutenção centrada na confiabilidade tem como objetivo minimizar as consequências de falhas em equipamentos. Pode ser definida como “o conjunto de procedimentos que se desenvolvem no sentido de diagnosticar os fatores que contribuem para a não confiabilidade do equipamento” (SOUZA, 2009).

Portanto, a junção das análises das falhas com a manutenção centrada na confiabilidade é fundamental para a elaboração de um plano de manutenção

preventiva e na determinação de futuras trocas de equipamento, utilizando as peças de reposição, discutidas na seção seguinte.

3.10 PEÇAS PARA REPOSIÇÃO

Existem vários métodos para o cálculo do estoque de peças de reposição, como função de distribuição de Poisson, Gama, Laplace, todos eles são essenciais, visto que a existência do estoque gera custos para a indústria.

O estoque de manutenção, reparo e operação (MRO) que pode ser definido de acordo com Fernandes (2010) como as peças a serem utilizadas na manutenção e no reparo das máquinas, ou seja, as peças de reposição.

Para a determinação do estoque de peças dentro de uma indústria, dividem-se as peças em dois tipos (SALES, 2001): peças **recuperáveis** e **não recuperáveis**. O primeiro termo são as peças que na hora da manutenção são retiradas dos equipamentos, substituídas temporariamente por reservas, levadas para reparo e em seguida recolocadas no seu lugar. Já o segundo termo, são as peças que economicamente não compensam serem recuperadas, o melhor a fazer é descartá-las e substituí-las por outras novas.

A gestão de estoque enfatiza que é necessário haver um equilíbrio entre o custo de estocar a peça e o custo e riscos de não a ter em estoque. Fernandes (2010) classifica as peças segundo o modo de manutenção, para a manutenção corretiva tem-se as peças acidentais, as peças especiais; para manutenção preventiva possui as peças programadas, e de consumo.

Segundo Rego e Mesquita (2011) para a classificação de uma peça para reposição deve-se levar em consideração não apenas a criticidade, mas também a aleatoriedade de demanda da peça e a avaliação da fase do ciclo de vida da peça. Estudos baseados nessas questões contribuem para que não haja uma diferença entre a teoria e a prática, pois, a parte de estoque é uma das que mais gera custos desnecessários.

O próximo capítulo mostrará a metodologia aplicada para a elaboração do sistema de manutenção para oficina da UTFPR – CP.

4 METODOLOGIA

Para realização do trabalho foi utilizado o método dedutivo e pesquisa bibliográfica. Devido ao fato do local possuir suas restrições como por exemplo, as máquinas não serem utilizadas para uma produção constante, assim o uso não é contínuo, o método de dedução foi conveniente. Entretanto, a dedução foi baseada em pesquisas bibliográficas de autores consagrados na área de manutenção, pesquisas de artigos e apostilas disponíveis para *downloads* também foram utilizadas. A Figura 2 é uma foto panorâmica da oficina mecânica de usinagem da UTFPR – CP.



Figura 2 - Oficina Mecânica de Usinagem UTFPR – CP
Fonte: Autoria Própria

A partir do conhecimento de que as máquinas da oficina de usinagem utilizam o método de quebra-conserta, foi considerado que um plano de manutenção preventiva seria prioridade na definição do escopo do sistema de manutenção. O plano de manutenção preventiva consiste em plano de inspeção, plano de lubrificação e plano de manutenção autônoma. Esses planos foram desenvolvidos adequadamente conforme a existência de pessoas aptas a

realização dos mesmos, como por exemplo o plano de manutenção autônomo é focado para os estudantes.

O escopo da manutenção pode ser explicado a partir da figura 3. O plano de manutenção decidido para a oficina mecânica da UTFPR –CP envolverá a manutenção corretiva e preventiva, na qual a primeira ocorrerá apenas quando não for detectada previamente pela preventiva. Este escopo foi importante para a determinação do melhor modo de manutenção a ser escolhido, e o sistema para quando for necessário a manutenção.

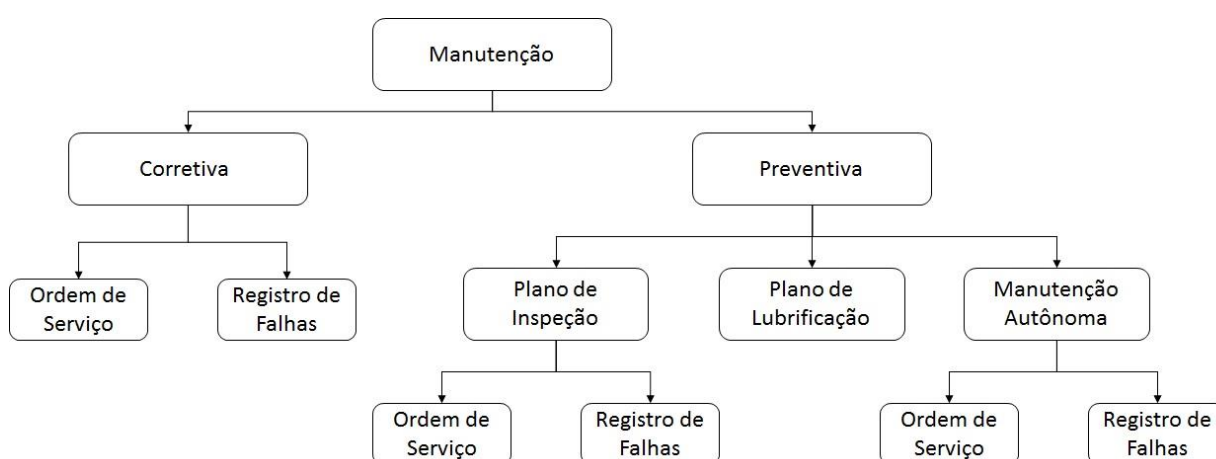


Figura 3 - Fluxograma da manutenção na oficina mecânica da UTFPR - CP
Fonte: Autoria Própria

Primeiramente, as máquinas de usinagem e corte existentes na oficina da UTFPR-CP foram agrupadas em quatro famílias: Fresadoras, Retíficas, Serra Fita e Torno. Em seguida, foi realizada a codificação de cada família. Um *layout* esquemático foi também preparado para verificar a localização de cada equipamento dentro da oficina, conforme mostrado na Figura 4 que apresenta a disposição dos equipamentos e sua codificação.

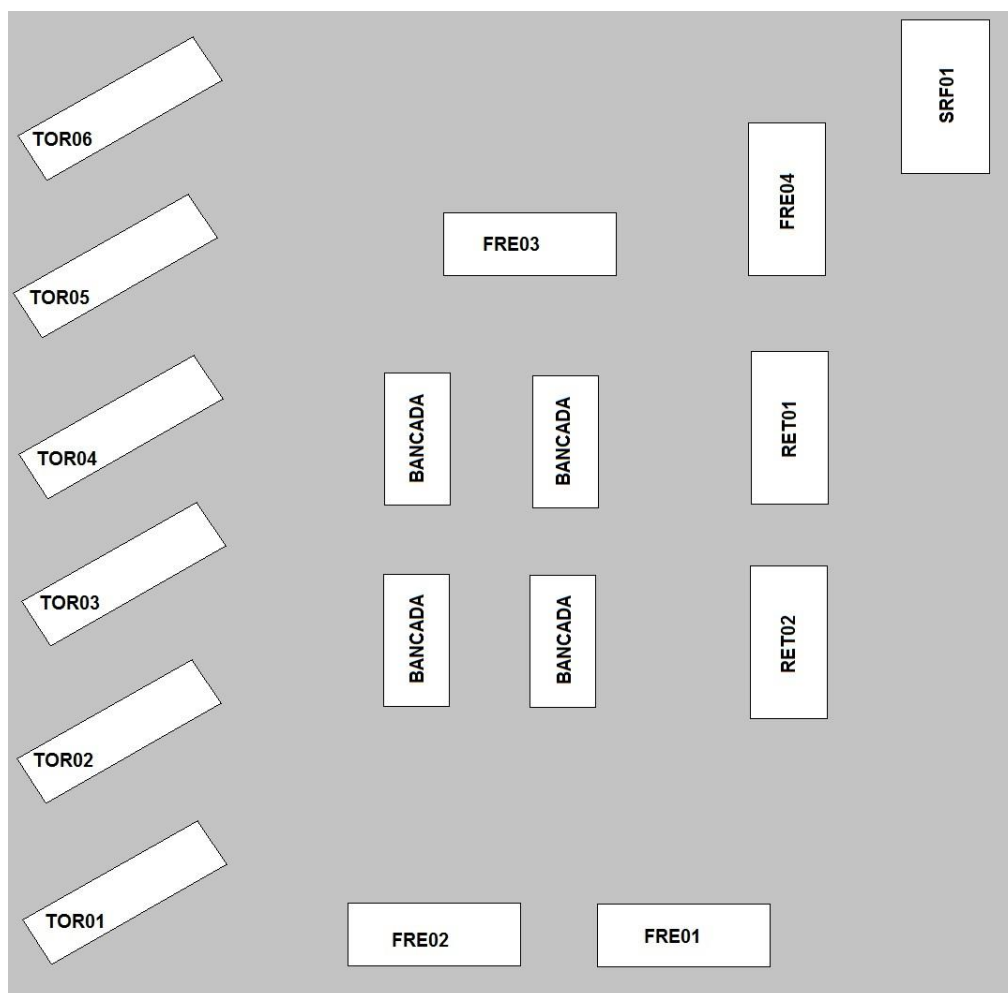


Figura 4 - Layout com codificações da oficina da UTFPR – CP
Fonte: Autoria Própria

Depois da separação de cada família, foram determinados os componentes para cada uma das famílias: torno (RICARDO, 2015); fresadora (SUBSISTEMA ...); retífica (COSTA; GONÇALVES, 2015); serra fita, a fim de serem utilizados para elaboração do plano de inspeção e de lubrificação. Esta determinação foi necessária na metodologia pois os planos de manutenção elaborados são separados por item, que representam componentes principais de cada família.

A Figura 5 contém um exemplo de torno mecânico similar ao encontrado na oficina com seus subconjuntos e alguns componentes.

Torno Mecânico

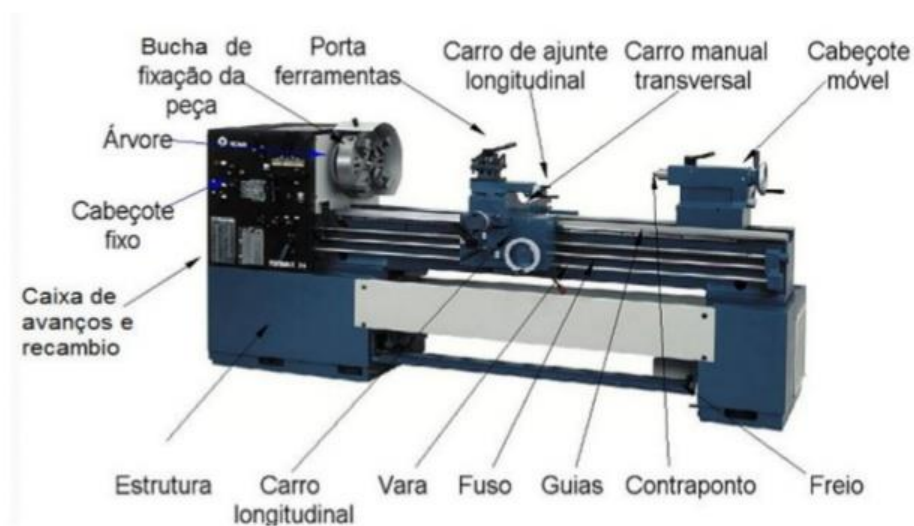


Figura 5 - Componentes de um Torno Mecânico
 Fonte: Ricardo (2014)

Os componentes para cada família estão apresentados nas Tabelas 1 (torno), 2 (fresadora), 3 (retífica) e 4 (serra fita).

Tabela 1 – Estrutura de produto para a família “torno”.
 Fonte: Autoria própria.

Subconjunto/Componente	Quantidade
Carro longitudinal	1
Carro transversal	1
Cabeçote fixo	1
Cabeçote móvel	1
Caixa de mudança de velocidade	1
Carro porta-ferramenta	1
Motor	1
Polias	6
Rolamentos	14
Engrenagens	8
Eixos	7
Placa	1
Correias	3
Fuso	1
Varas	2
Guias	2
Barramento	1
Manivelas e alavancas	15

Um exemplo de fresadora com indicações de alguns componentes é encontrado na Figura 6, que indica também os eixos de translação que são possíveis de se atingir para a usinagem de peças.

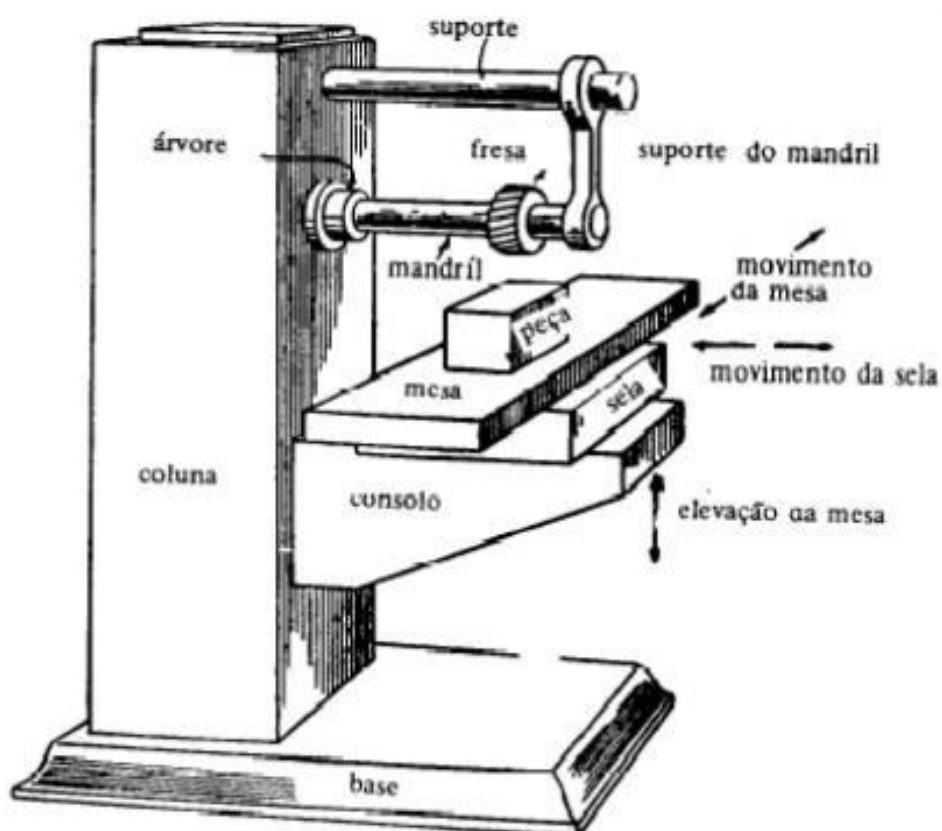


Figura 6- Componentes de uma Fresadora
Fonte: Fresadora

Tabela 2 – Estrutura de produto para a família “fresadora”.
Fonte: Autoria própria.

Subconjunto/Componente	Quantidade
Base	1
Coluna	1
Mesa	1
Sela	1
Consolo	1
Motor	2
Polias	2
Correias	2
Rolamentos	26
Eixos	4
Engrenagens	6
Mandril	1
Alavancas e manípulos	15

A Figura 7 exemplifica uma retífica plana com identificação de alguns componentes, parecida com as apresentadas no estudo.

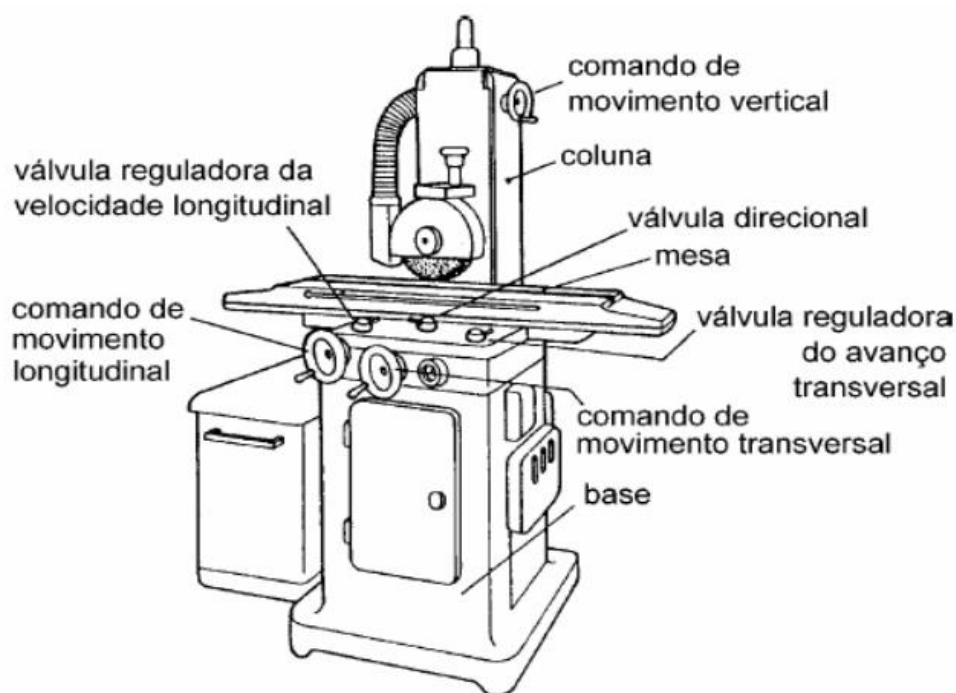


Figura 7- Componentes de uma Retífica
Fonte: Costa e Gonçalves (2015 – P 7)

Tabela 3 – Estrutura de produto para a família “retífica”.
Fonte: Autoria própria.

Subconjunto/Componente	Quantidade
Base	1
Coluna	1
Mesa	1
Motor	2
Polias	4
Correias	2
Eixos	3
Engrenagens	4
Rolamentos	8
Cabeçote	1
Rebolo	1
Alavancas e manípulos	5

A serra fita encontrada na oficina na UTFPR – CP é mostrada na Figura 8.



Figura 8 - Serra Fita
Fonte: Autoria Própria.

Tabela 4 – Estrutura de produto para a família “serra fita”.
Fonte: Autoria própria.

Subconjunto/Componente	Quantidade
Motor	2
Polias	4
Correias	1
Fita	1
Guias	2
Comando	1

A coleta de dados ocorreu por meio de observações realizadas na oficina. Com a ajuda do Responsável pelo laboratório, Prof. Rogério Akihida Ikegami, foi possível compilar as falhas já ocorridas separadamente por famílias e estimar o tempo de uso de cada família, em horas por mês. Apesar de algumas das máquinas existentes na oficina de usinagem serem antigas, pode notar-se um número baixo de falhas ocorridas, devido ao fato de sua utilização ser voltada para fins didáticos e não industriais. Essa coleta é importante para o desenvolvimento dos planos de manutenção pois mostra as falhas que precisam de mais atenção e auxilia no

cálculo para a periodicidade. Os dados coletados foram marca, modelo, ano, a devida codificação, falhas já ocorridas e frequência de uso:

Tornos Mecânico

Marca	Nardini
Modelo	MS 205
Ano	2009
Codificação	TOR01
	TOR02
	TOR03
	TOR04
	TOR05
	TOR06
Falhas já ocorridas	Não funcionamento da chave geral
	Quebra no botão de segurança
	Trinca do suporte do fuso e vara
	Quebra da chave liga/desliga motor
	Não funcionamento da alavanca do eixo árvore
	Falta de lubrificação da caixa de cambio
Frequencia de uso	Usado apenas no último mês de cada semestre durante em torno de 6 horas por semana para aula prática de usinagem para engenharia e técnico. Durante o restante do semestre é aleatório e pouco utilizado

Quadro 2: Dados obtidos da família de tornos

Fonte: Autoria Própria

Fresadoras

Marca	Clark	Cardoso	
Modelo	FU 2	FC 30	FFC 20
Ano	2009	1996	1996
Codificação	FRE01 e FRE02	FRE03	FRE04
Falhas já ocorridas	Perda de uma alavanca		
	Necessidade de troca de rolamentos		
Frequencia de uso	Usada durante 3 semanas de cada semestre durante 6 horas por semana em média. O restante é aleatório		

Quadro 3: Dados obtidos da família de fresadoras

Fonte: Autoria Própria

Retíficas

Marca	Clark	Mello
Modelo	SG 2050	AMX 15
Ano	2009	1996
Codificação	RET02	RET01
Falhas já ocorridas	A retífica da marca Clark não funciona desde a sua instalação	
Frequencia de uso	Usada por 1 ou 2 semanas de cada semestre durante 4 horas por semana em média. O restante é aleatório	

Quadro 4: Dados obtidos da família de retíficas

Fonte: Autoria Própria

Serra Fita

Marca	Franho
Modelo	FM 335
Ano	1995
Codificação	SRF01
Falhas já ocorridas	Nenhuma
Frequencia de uso	Usada por 1 semana de cada semestre durante 4 horas por semana em média. O restante é aleatório

Quadro 5: Dados obtidos da família de serra fita

Fonte: Autoria Própria

Foi constatado que não existem registros de histórico de falhas das máquinas, atividade necessária para a construção de um banco de dados separado por família, para posteriores análises. Este registro de falha foi proposto juntamente com a Ordem de Serviço, para uma interligação de dados, facilitando o preenchimento, desde que quando existir a emissão de uma Ordem de Serviço significa que uma falha foi ocorrida, a qual deve ser registrada.

Na determinação das peças de reposição, foi separado componentes de alta criticidade para o funcionamento da máquina. Mesmo que a oficina não seja um lugar onde há produção contínua, é desejável que não tenha muitas máquinas paradas a espera de conserto, para não atrapalhar o ensino das disciplinas que utilizam o maquinário. Destaca-se que é muito complicado fazer a contabilidade dessas peças e sua periodicidade para trocas por falta de um histórico das máquinas, tendo assim a falta do intervalo de tempo de trocas já ocorridas. Portanto, foi discutido que apenas a determinação das peças seria desenvolvida, não envolvendo quantidade nem o período no escopo do estoque MRO.

Enfim os planos de manutenção preventiva foram criados com bases na utilização das máquinas e no manual das mesmas, os quais já continham uma indicação de manutenção preventiva e lubrificação, porém estes foram adaptados pois a utilização das máquinas são esporádicas e baixa. Assim foi possível a fazer os planos de inspeção de cada família, os planos de lubrificação e os planos de manutenção autônoma. Depois da criação desses planos, o cronograma de manutenção de cada família foi feito com base na periodicidade dos itens em cada plano.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo como base o objetivo desse trabalho, este tópico apresenta os resultados obtidos.

A ordem de serviço deverá ser expedida em qualquer tipo de interferência na máquina, depois de ser detectada qualquer tipo de falha, que poderá ocorrer a futura parada da máquina. A OS desenvolvida está representada na Figura 9, contendo os seguintes dados: data da falha, código do equipamento que ocorreu a falha, requisitante da OS, descrição da falha, possível causa da falha, serviço solicitado, pessoas envolvidas no serviço, ferramentas a serem utilizadas e observações, com a devida assinatura do responsável pelo serviço.

ORDEM DE SERVIÇO	O.S. Nº:
DATA:	CÓDIGO MÁQUINA:
REQUISITANTE:	
FALHA:	
CAUSA DA FALHA:	
SERVIÇO A EXECUTAR:	
PESSOAL A EXECUTAR:	
FERRAMENTAS A SEREM UTILIZADAS:	
OBSERVAÇÕES:	

Assinatura Responsável pela Manutenção

Data da Execução da Manutenção

Figura 9 - Ordem de Serviço
Fonte: Autoria Própria

O registro de falha, como já dito anteriormente, foi desenvolvido com a finalidade de começar a coletar corretamente os dados dos equipamentos, para que futuramente não haja incertezas, e que trabalhos futuros não sejam baseados em dedução, mas sim em dados comprovados pelos registros de falhas. A Figura 10 representa a ideia de registro sugerida por esse trabalho.

REGISTRO DE FALHAS			
CÓDIGO DO EQUIPAMENTO	DATA (DD/MM/AA)	FALHA OCORRIDA E SUA CAUSA	ASSINATURA

Figura 10 - Registro de Falha
Fonte: Autoria Própria

Para a manutenção preventiva, foi determinado que plano de inspeção, lubrificação e manutenção autônoma seria o melhor para o local. Esses planos foram desenvolvidos com base em estudo bibliográficos, e no manual de cada máquina, adaptando para o problema. Já que os equipamentos não trabalham o tanto de hora previstas no projeto de cada máquina, a dedução da periodicidade foi necessária. Os planos e os cronogramas encontram-se nos Apêndices de A à O. Na Figura 11 encontra-se uma parte de um plano de inspeção para família de torno.

PLANO DE INSPEÇÃO NA FAMÍLIA DE TORNO

ITEM	COMPONENTE	PROCEDIMENTO	MÉTODO	PERIODICIDADE	REALIZADOR
1	Motor	Verificar rolamentos e mancais	Auditivo e visual: o rotor não deve fazer nenhum ruído, deve girar livremente e uniformemente	Mensal	Mecânico
2	Polias	Verificar desgaste no canal de assentamento	Visual: as pontas dos dentes das correias não podem tocar o fundo da polia	Semestral	Mecânico

Figura 11 - Parte do Plano de Inspeção na Família de Torno

Fonte: Autoria Própria

Os planos de inspeção são divididos por itens, os quais representam componentes a receberem a manutenção, seguidos do procedimento, método e periodicidade de realização, a última coluna refere-se ao realizador da manutenção.

Uma parte do plano de lubrificação da família de torno é mostrada na Figura 12, no qual os óleos e graxas utilizados seguem os manuais de cada equipamento.

PLANO DE LUBRIFICAÇÃO DA FAMÍLIA DE TORNOS

ITEM	COMPONENTE	ATIVIDADE	RECURSO	PERIODICIDADE
1	Reservatórios de óleo	Manter - Trocar	Mobil DTE 26	Diária - Anual
2	Vara	Lubrificar	Mobil DTE 26	Diário/Na utilização
3	Guias	Engraxar	Castrol EPL – 2 Grease	Mensal

Figura 12 - Parte do Plano de Lubrificação na Família de Torno

Fonte: Autoria Própria

Os planos de lubrificação foram baseados em item informados nos próprios manuais de cada família, onde também informam a atividade, alguns tipos de recursos e a periodicidade, esta última foi adaptada as restrições do trabalho.

Enfim, uma parte do plano de manutenção autônoma da família de torno é apresentada na Figura 13.

PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA DA FAMÍLIA DE TORNO

ITEM	COMPONENTE	OPERAÇÃO	HORA	AÇÃO CASO ANOMALIA
1	Placa de fixação	Verificar desgaste	Antes do uso	Informar responsável da oficina para expedir uma OS e fazer o registro da falha
2	Barramento	Verificar limpeza	Antes do uso	Fazer limpeza de cavaco e sujeira
3	Fusos	Verificar emperramento e folga	Antes do uso	Informar responsável da oficina para expedir uma OS e fazer o registro da falha

Figura 13 - Parte do Plano de Manutenção Autônoma
Fonte: Autoria Própria

Os planos de manutenção autônoma são uma união dos itens dos planos de inspeção e de lubrificação, nos quais o próprio operar pode executar, inclusive fazer alguns reparos. Para o plano de manutenção autônoma é importante destacar que necessita de uma educação e treinamento dos operadores, os quais em nosso caso são os próprios alunos. Portanto, é de extrema importância que os professores que ministram aulas práticas na oficina mecânica da UTFPR – CP ensinem os alunos a fazer cada item dos planos de manutenção, de preferência na primeira aula, anteriormente de começarem a utilizar as máquinas.

Enfim, depois de todos os planos prontos, o cronograma de cada família pode ser criado. O cronograma mostrado na Figura 14 é o da família de torno, contendo a divisão por meses do ano de 2015 e em cada mês o devido dia para fazer o respectivo item.

ITEM	REALIZADOR				FEV				MAR				ABR				MAI				JUN				JUL				AGO				SET				OUT				NOV				DEZ			
	SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4											
Desmontagem motor – verificação dos rolamentos																																																
Mecânico																																																
Verificar o motor																																																
Mecânico																																																
Verificar as polias																																																
Mecânico																																																
Verificar as correias																																																
Mecânico																																																
Verificar as engrenagens																																																
Mecânico																																																
Verificar eixo árvore																																																
Mecânico																																																
Verificar placa de fixação																																																
Verificar barramentos																																																
Verificar fusos																																																
Verificar alavancas																																																
Operador																																																
Verificar os parafusos																																																
Operador																																																
Trocar óleo de lubrificação																																																
Mecânico																																																
Engraxar guias																																																
Mecânico																																																
Engraxar engrenagens																																																
Mecânico																																																

Após a execução de cada item, destacar o item, marcando com um X a data.

Figura 14 - Cronograma da Família de Torno
Fonte: Autoria Própria

O cronograma é determinação dos dias para realização dos itens existentes nos planos desenvolvidos. Ele é separado nos meses do ano, e em cada mês encontra-se o dia referente ao item. O calendário utilizado foi o de 2016, sendo que a cada ano necessita uma atualização. Foi determinado que para os itens anuais, a manutenção ocorreria uma semana antes do início das aulas do primeiro semestre, e os itens semestrais uma semana antes do início das aulas de cada semestre. Para os itens realizados mensalmente foram determinados dias da semana para cada família.

Para as peças de reposição, devido à falta de histórico dos equipamentos, sem possuir trocas de peças anteriores, não foi possível determinar a periodicidade com que essas peças são exigidas, assim não compensa criar um estoque MRO no momento, pois isto acarretaria em um custo elevado. Assim, apenas a determinação das possíveis peças para trocas futuras foi determinada, apresentada no quadro 6.

TORNO	FRESADORA	RETIFICA	SERRA FITA
Rolamentos	Rolamentos	Rolamentos	Rolamentos
Correias	Correias	Correias	Correias
			Fita

Quadro 6: Peças para Reposição
Fonte: Autoria Própria

Todos os componentes citados acima são de criticidade alta. Os rolamentos são parte importante na função de diminuição de atrito na transmissão, sua falha repentina faz com que toda a máquina fique comprometida. As correias são as que transmitem a força entre as polias, com seu rompimento tem-se a parada do equipamento. Na serra fita vale destacar a fita, que é componente fundamental, e com rompimento ou desgaste a função da máquina não pode ser executada.

Comparando os resultados com outra elaboração de plano de manutenção, porém para empresa com produção contínua, como é o caso do estudo proposto por Beilke (2014), percebe a diferença principal nas melhorias trazidas pelo plano de manutenção. No caso deste estudo, as melhorias com o plano de manutenção proposto são:

- Começo do recolhimento de dados do maquinário com o registro de falhas;

- Diminuição da manutenção corretiva utilizada;
- Cronograma com datas pré-definidas para manutenção preventiva;
- Utilização da mão-de-obra já existente na universidade.

Enquanto no trabalho proposto por Beilke (2014), as melhorias adquiridas com a implantação do plano proposto também envolveriam a diminuição do tempo de parada das máquinas, assim obtendo um aumento na produtividade da empresa. Além de que este estudo não envolve a implementação do plano de manutenção, apenas a elaboração; o convencimento da alta gerência não faz parte do escopo deste trabalho.

Com a apresentação dos resultados, percebeu-se que as máquinas separadas para o trabalho necessitam de atenção para que seus componentes exerçam sua função como é esperado. Esta atenção pode ser dada com inspeções, lubrificações em determinados períodos de tempos estabelecidos. Mesmo que as máquinas não trabalhem continuamente, 24 horas por dia, elas precisam desses planos para bom desempenho quando utilizadas, por isso foi feita a adaptação da periodicidade para o trabalho. Verificou-se também que alguns componentes, mesmo com as adequadas inspeções e lubrificações, necessitam de trocas de tempos em tempos, porém esse intervalo de tempo não pode ser calculado devido falta de dados do local. Contudo, não é possível analisar melhor os resultados pelo fato de que não foi feita a implementação, para que isso ocorra seria necessário mais tempo, inclusive para observação das esperadas melhorias devido a implementação. Espera-se que esse estudo influencie pessoas a colocá-lo em prática e analisá-lo.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo possuiu como objetivo principal criar de um sistema de gestão da manutenção respeitando as restrições do local. Este trabalho serve como base para implementação de um Sistema de Manutenção na Oficina Mecânica da Universidade.

Os resultados encontrados neste trabalho estão de acordo com os objetivos traçados no início da pesquisa: peças de troca foram determinadas. Um registro de falhas para histórico do maquinário foi criado, juntamente com uma OS; planos de inspeção, lubrificação e manutenção autônoma foram desenvolvidos para cada família, e enfim, o cronograma da manutenção preventiva, também para cada família, foi desenvolvido. Todos estes elementos combinados formam o sistema de manutenção para a Oficina Mecânica da UTFPR, campus Cornélio Procópio.

Como a implementação do sistema foge ao escopo deste trabalho, não foi possível verificar a eficácia das propostas aqui relacionadas, o que caracteriza uma limitação desta pesquisa. A ausência de registros também limitou bastante a extensão dos trabalhos executados para determinar peças e quantidades para a composição de um estoque de segurança. A partir da implementação da sistemática e utilização dos registros, esta atividade poderia ser melhor executada, trazendo ainda mais benefícios a sistema de manutenção.

Os planos de manutenção desenvolvidos são um estudo inédito dentro da UTFPR – CP, e visa melhorias no local a ser implantado. Essas melhorias envolvem principalmente o acompanhamento das condições das máquinas da oficina mecânica e atividades periódicas de manutenção focando a prevenção das falhas, para que assim obtenha-se uma melhora na limpeza e segurança do local, a diminuição de falhas inesperadas, o conhecimento de peças que necessitam de trocas constante, e o melhor funcionamento das máquinas por um longo período de tempo.

REFERÊNCIAS

BEILKE, Magnus, Luis. **Implementação de um Plano de Manutenção Preventiva em uma Empresa do Ramo Alimentício**. 2014. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Engenharia de Produção, Faculdade de Horizontina, Horizontina, 2014.

CHIOCHETTA, João Carlos; HATAKEYAMA, Kazuo; MARÇAL, Rui Francisco Martins. **Sistema de Gestão da Manutenção para a Pequena e Média Empresa**. Artigo publicado no XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção– ENEGEP, Florianópolis, 2004.

CLARK, **Manual de Instruções**: Fresadora Universal FU 2. Curitiba: Empremaq máquinas operatrizes LTDA.

CLARK, **Manual de Instruções**: Retifica Plana Hidráulica SG. Curitiba: Empremaq máquinas operatrizes LTDA.

COSTA, Bruno, Rodrigues da; GONÇALVES, Evaldo. **Relatório Retificação**. Poços de Caldas, 2015. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgv2sAA/retificacao>>. Acesso em: 26 ago. 2015.

ENGENHARIA de manutenção: Análise de falhas. 2013. Disponível em: <<http://www.mecatronicaatual.com.br/artigos/1428-engenharia-de-manuteno-anlise-de-falhas>>. Acesso em: 20 set. 2015

FERNANDES, Roberto Klecius Mendonça. **Modelo de Gerenciamento de Estoques de Peças de Reposição para Empresas de Transporte Urbano de Passageiros**. 2010. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

FRESADORA, máquinas, operações e ferramentas. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABkZYAE/fresadora>>. Acesso em: 26 ago. 2015.

JASINSKI, Arnaldo; JUNIOR, Oscar Regis. **Modelo de Planejamento de Manutenção**. 2005. 120 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Tecnologia em Processos de Fabricação Mecânica, Universidade Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa, 2005.

LOTTERMAN, Adriano, Antonio. **Elaboração de Um Plano de Manutenção para Máquinas de Usinagem de Laboratórios de Estudos da FAHOR**. 2014. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Engenharia Mecânica, Faculdade Horizontina, Horizontina, 2014.

MORO, Norberto; AURUS, André Paegle. **Introdução à Gestão da Manutenção**. Florianópolis, 2007. Disponível em: <<http://norbertocefetsc.pro.br/downloads/manutencao.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2015.

NARDINI. **Manual de Instruções: Torno Paralelo Universal MS 175 MS 205**. São Paulo: DebMaq do Brasil LTDA.

NASCIMENTO, Elias dos Santos do et al. **Manutenção Total Produtiva – MTP**. Guarulhos, 2009. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAj2EAB/mtp-manutencao-total-produtiva>>. Acesso em: 8 mai. 2015

O GESTOR, Área da Produção. **Caderno nº3 – gestão da manutenção**. 1994. 125 p. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAANN0AG/gestao-manutencao>>. Acesso em: 30 mar. 2015.

Pinheiro, Lucas. **Trabalho Produção Mecânica**. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAftuAAA/torno-mecanico-tecnico>>. Acesso em: 26 ago. 2015.

REGOA, José Roberto do; MESQUITA, Marco Aurélio de. **Controle de estoque de peças de reposição: uma revisão da literatura**. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prod/v21n4/AOP_T6_0001_0308.pdf >. Acesso em: 7 out. 2015

RIBEIRO, Celso R. **Processo de Implementação da Manutenção Produtiva Total (TPM) na Indústria Brasileira**. 2003. 84 f. Monografia – Departamento de Economia, Contabilidade e Administração, Universidade de Taubaté, Taubaté 2003.

RICARDO, Elton. **Torno Mecânico**. 2014. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/EltonRicardo/aula-02-torno-mecnico>>. Acesso em: 26 ago. 2015.

SALES, Marcus Vinicius da Silva. **Estimativa do Número Mínimo de Peças de Reposição Reparáveis Utilizada no Processos Estocásticos**. 2011. 87 f. Dissertação (Mestrado de Engenharia de Produção) – Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2011.

SOUZA, Valdir, Cardoso de. **Organização e Gerência da Manutenção: planejamento, programação e controle de manutenção**. 3. ed. rev. São Paulo: All Print, 2009.

SUBSISTEMA da fresadora. Disponível em: <http://www.cimm.com.br/portal/material_didatico/4867-subsistemas-da-fresadora#.VgqMt_IVhBd>. Acesso em: 26 ago. 2015.

VIANA, Hebert, Ricardo Garcia. **Planejamento e Controle da Manutenção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualimark, 2002.

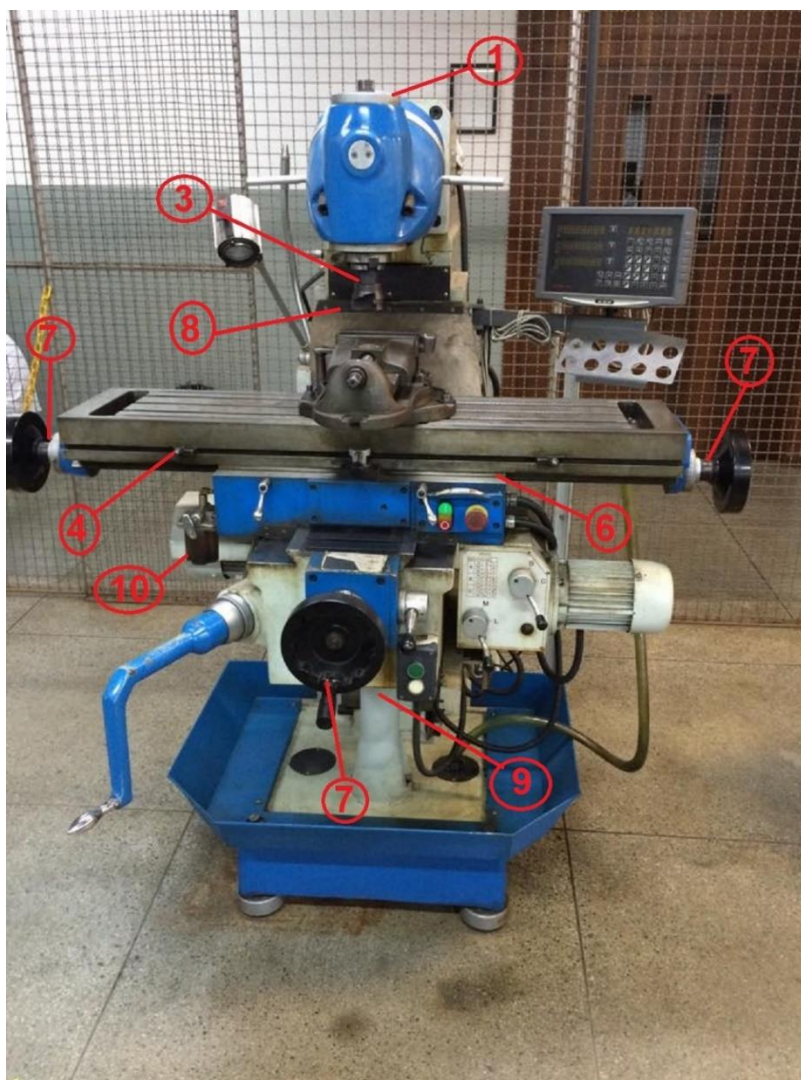
WEBER, Abílio José et al. **Curso de Técnico Mecânica: Manutenção Industrial**. 1. ed. Contagem: Senai, 2008. 269 p.

APÊNDICE A – PLANO DE INSPEÇÃO NA FAMÍLIA DE FRESADORA

ITEM	COMPONENTE	PROCEDIMENTO	MÉTODO	PERIODICIDADE	REALIZADOR
1	Motor	Verificar rolamentos e mancais	Auditivo e visual: o rotor não deve fazer nenhum ruído, deve girar livremente e uniformemente	Mensal	Mecânico
2	Polias	Verificar desgaste no canal de assentamento	Visual: as pontas dos dentes das correrias não podem tocar o fundo da polia	Semestral	Mecânico
3	Correrias	Verificar a limpeza, tensionamento e aparência	Visual e tato: não pode ter contaminação por óleos, cavacos ou resíduos, não pode estar frouxa e não pode ter aspecto pastoso	Semestral	Mecânico
4	Engrenagens	Verificar desgates e quebra de dentes	Visual: observar se há trincas, folgas e fraturas nos dentes	Semestral	Mecânico
5	Mesa	Verificar limpeza	Visual: observar se não contém nenhum resto de cavaco ou sujeira	Diário/Na utilização	Operador
6	Eixo árvore	Verificar alinhamento	Visual: observar o alinhamento	Mensal	Mecânico
7	Morsa	Verificar aperto	Manual: verificar a capacidade da morsa em segurar as peças	Diário/Na utilização	Operador
8	Parafusos	Verificar frouxidão	Manual: ver se estão frouxos, ou muito apertados	Mensal	Operador
9	Alavancas	Verificar quebrar e emperramento	Manual e visual: observar se estão funcionando normalmente, se possui alguma quebra	Semanal	Operador

APÊNDICE B – PLANO DE LUBRIFICAÇÃO NA FAMÍLIA DE FRESADORA

ITEM	COMPONENTE	ATIVIDADE	RECURSO	PERIODICIDADE
1	Engrenagem de eixo	Engraxar	Graxa de lítio nº 3	Anual
2	Rolamento	Engraxar	Graxa de lítio nº 3	Semestral
3	Eixo árvore	Lubrificar	Óleo N46	Semanal
4	Barramento mesa	Lubrificar	Óleo N46	Diário/Na utilização
5	Fuso principal	Lubrificar	Óleo N46	Diário/Na utilização
6	Console do suporte	Lubrificar	Óleo N46	Diário/Na utilização
7	Alavancas	Lubrificar	Óleo N46	Diário/Na utilização
8	Guia vertical	Lubrificar	Óleo N46	Diário/Na utilização
9	Guia horizontal	Lubrificar	Óleo N46	Diário/Na utilização
10	Nivelador de óleo	Manter - Trocar	Óleo N46	Diário - Anual



**APÊNDICE C – PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA NA FAMÍLIA DE
FRESADORA**

ITEM	COMPONENTE	OPERAÇÃO	HORA	AÇÃO CASO ANOMALIA
1	Mesa	Verificar limpeza	Antes do uso	Fazer a limpeza de cavaco e sujeira
2	Morsa	Verificar aperto	Antes do uso	Informar responsável da oficina para expedir OS e registrar falha
3	Parafusos	Verificar frouxidão	Antes do uso	Apertar caso haja algum muito frouxo
4	Nível de óleo	Verificar nível	Antes do uso	Avisar responsável da oficina caso o nível esteja abaixo do permitido
5	Alavancas	Verificar operação	Antes do uso	Informar responsável da oficina no caso de alguma não estar em devido funcionamento
6	Barramento mesa	Lubrificar	Antes do uso	-
7	Fuso principal	Lubrificar	Antes do uso	-
8	Console do suporte	Lubrificar	Antes do uso	-
9	Alavancas	Lubrificar	Antes do uso	-
10	Guia vertical	Lubrificar	Antes do uso	-
11	Guia horizontal	Lubrificar	Antes do uso	-
12	Máquina	Limpar	Depois do uso	Fazer a limpeza de cavaco e sujeira da máquina e do local ao seu redor

APÊNDICE D – CRONOGRAMA DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA NA
FAMÍLIA DE FRESADORA

ITEM	REALIZADOR	FEV				MAR				ABR				MAI				JUN				JUL				AGO				SET				OUT				NOV				DEZ			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Desmontagem motor – verificação dos rolamentos	Mecânico																																												
Verificar o motor	Mecânico																																												
Verificar as polias	Mecânico																																												
Verificar as correias	Mecânico																																												
Verificar as engrenagens	Mecânico																																												
Verificar o eixo árvore	Mecânico																																												
Verificar as alavancas	Operador																																												
Verificar os parafusos	Operador																																												
Trocar óleo de lubrificação	Mecânico																																												
Engraxar eixos	Mecânico																																												
Engraxar rolamento	Mecânico																																												
Engraxar eixo árvore	Mecânico																																												

Após a execução de cada item, destacar o item, marcando com um X a data.

APÊNCICE E – PLANO DE INSPEÇÃO NA FAMÍLIA DE RETÍFICA

ITEM	COMPONENTE	PROCEDIMENTO	MÉTODO	PERIODICIDADE	REALIZADOR
1	Motor	Verificar rolamentos e mancais	Auditivo e visual: o rotor não deve fazer nenhum ruído, deve girar livremente e uniformemente	Mensal	Mecânico
2	Polias	Verificar desgaste no canal de assentamento	Visual: as pontas dos dentes das correias não podem tocar o fundo da polia	Semestral	Mecânico
3	Correias	Verificar a limpeza, tensionamento e aparência	Visual e tato: não pode ter contaminação por óleos, cavacos ou resíduos, não pode estar frouxa e não pode ter aspecto pastoso	Semestral	Mecânico
4	Engrenagens	Verificar desgates e quebra de dentes	Visual: observar se há trincas, folgas e fraturas nos dentes	Semestral	Mecânico
5	Barramentos	Verificar limpeza e lubrificação	Visual: detectar qualquer sujeira e falta ou excesso de lubrificação	Mensal	Operador
6	Mesa	Verificar limpeza	Visual: observar se não contém nenhum resto de cavaco ou sujeira	Diário/Na utilização	Operador
7	Parafusos	Verificar frouxidão	Manual: ver se estão frouxos, ou muito apertados	Mensal	Operador
8	Alavancas	Verificar quebrar e emperramento	Manual e visual: observar se estão funcionando normalmente, se possui alguma quebra	Semanal	Operador
9	Rebolo	Verificar fixação	Visual: observar a folga entre o furo e o eixo	Diário/Na utilização	Operador

APÊNDICE F – PLANO DE LUBRIFICAÇÃO NA FAMÍLIA DE RETÍFICA

ITEM	COMPONENTE	ATIVIDADE	RECURSO	PERIODICIDADE
1	Reservatório	Manter - Trocar	Óleo SAE 32	Diária - Anual
2	Eixo principal	Engraxar	Mobil Grease XTC	Anualmente
3	Sistema hidráulico	Lubrificar	Óleo SAE 32	Mensal
4	Guia	Engraxar	Mobil VACTRA	Diário/Na utilização
5	Manípulos	Lubrificar	Óleo SAE 32	Diário/Na utilização



**APÊNDICE G – PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA NA FAMÍLIA DE
RETÍFICA**

ITEM	COMPONENTE	OPERAÇÃO	HORA	AÇÃO CASO ANOMALIA
1	Mesa	Verificar limpeza	Antes do uso	Fazer a limpeza de cavaco e sujeira
2	Barramento	Verificar limpeza	Antes do uso	Fazer limpeza de cavaco e sujeira
3	Parafusos	Verificar frouxidão	Antes do uso	Apertar caso haja algum muito frouxo
4	Nível de óleo	Verificar nível	Antes do uso	Avisar responsável da oficina caso o nível esteja abaixo do permitido
5	Alavancas	Verificar operação	Antes do uso	Informar responsável da oficina no caso de alguma não estar em devido funcionamento
6	Rebolo	Verificar fixação	Antes do uso	Avisar responsável da oficina caso esteja descentralizado ou não fixado corretamente
7	Guia	Lubrificar	Antes do uso	-
12	Máquina	Limpar	Depois do uso	Fazer a limpeza de cavaco e sujeira da máquina e do local ao seu redor

APÊNDICE I – PLANO DE INSPEÇÃO NA FAMÍLIA DE SERRA FITA

ITEM	COMPONENTE	PROCEDIMENTO	MÉTODO	PERIODICIDADE	REALIZADOR
1	Motor	Verificar rolamentos e mancais	Auditivo e visual: o rotor não deve fazer nenhum ruído, deve girar livremente e uniformemente	Mensal	Mecânico
2	Polias	Verificar desgaste no canal de assentamento	Visual: as pontas dos dentes das correrias não podem tocar o fundo da polia	Semestral	Mecânico
3	Correrias	Verificar a limpeza, tensionamento e aparência	Visual e tato: não pode ter contaminação por óleos, cavacos ou resíduos, não pode estar frouxa e não pode ter aspecto pastoso	Semestral	Mecânico
4	Fita	Verificar desgaste dos dentes	Visual: observar se os dentes ainda estão afiados para o corte	Semestral	Operador
5	Parafusos	Verificar frouxidão	Manual: ver se estão frouxos, ou muito apertados	Mensal	Operador

APÊNDICE J – PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA NA FAMÍLIA DE SERRA
FITA

ITEM	COMPONENTE	OPERAÇÃO	HORA	AÇÃO CASO ANOMALIA
1	Fita	Verificar desgaste	Antes do uso	Informar responsável da oficina para expedir uma OS e fazer o registro da falha
2	Parafusos	Verificar frouxidão	Antes do uso	Apertar caso haja algum frouxo
12	Máquina	Limpar	Depois do uso	Fazer a limpeza de cavaco e sujeira da máquina e do local ao seu redor

APÊNDICE K – CRONOGRAMA DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA NA
FAMÍLIA DE SERRA FITA

ITEM	REALIZADOR	FEV				MAR				ABR				MAI				JUN				JUL				AGO				SET				OUT				NOV				DEZ			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Desmontagem motor – verificação dos rolamentos	Mecânico																																												
Verificar o motor	Mecânico																																												
Verificar as polias	Mecânico																																												
Verificar as correias	Mecânico																																												
Verificar fita	Mecânico																																												
Verificar os parafusos	Operador																																												

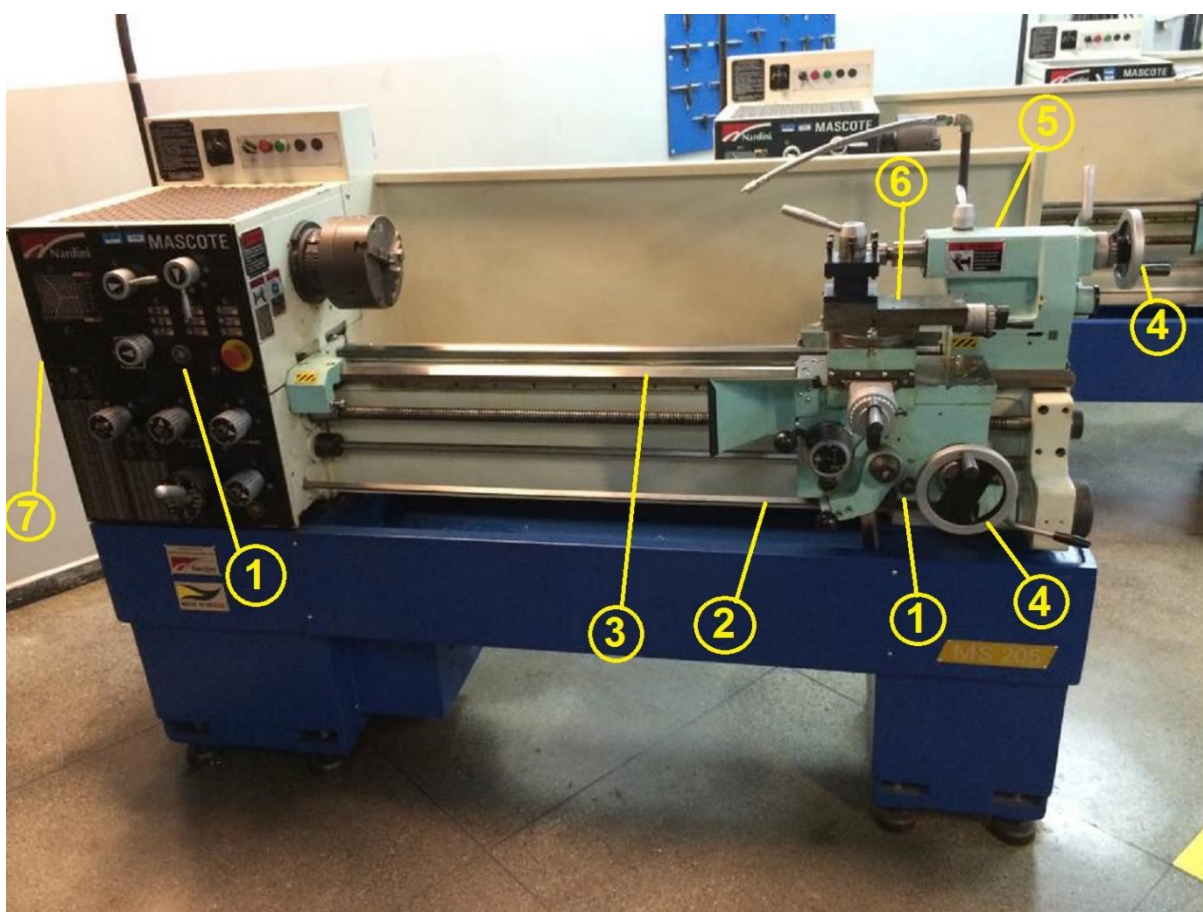
Após a execução de cada item, destacar o item, marcando com um X a data.

APÊNDICE L – PLANO DE INSPEÇÃO NA FAMÍLIA DE TORNO

ITEM	COMPONENTE	PROCEDIMENTO	MÉTODO	PERIODICIDADE	REALIZADOR
1	Motor	Verificar rolamentos e mancais	Auditivo e visual: o rotor não deve fazer nenhum ruído, deve girar livremente e uniformemente	Mensal	Mecânico
2	Polias	Verificar desgaste no canal de assentamento	Visual: as pontas dos dentes das corrias não podem tocar o fundo da polia	Semestral	Mecânico
3	Correias	Verificar a limpeza, tensionamento e aparência	Visual e tato: não pode ter contaminação por óleos, cavacos ou resíduos, não pode estar frouxa e não pode ter aspecto pastoso	Semestral	Mecânico
4	Engrenagens	Verificar desgates e quebra de dentes	Visual: observar se há trincas, folgas e fraturas nos dentes	Semestral	Mecânico
5	Placa de fixação	Verificar desgaste	Visual: analisar desgates nos dentes da castanha	Anual	Operador
6	Barramentos	Verificar limpeza e lubrificação	Visual: detectar qualquer sujeira e falta ou excesso de lubrificação	Mensal	Operador
7	Fusos	Verificar emperramento e folga	Visual: observar emperramentos, folgas, desgaste na vara	Mensal	Operador
8	Alavancas	Verificar quebrar e emperramento	Manual e visual: observar se estão funcionando normalmente, se possui alguma quebra	Semanal	Operador
9	Parafusos	Verificar frouxidão	Manual: ver se estão frouxos, ou muito apertados	Mensal	Operador
10	Eixo árvore	Verificar folga	Auditivo: o funcionamento do cabeçote tem que ser preciso e silencioso	Semestral	Mecânico

APÊNDICE M – PLANO DE LUBRIFICAÇÃO NA FAMÍLIA DE TORNO

ITEM	COMPONENTE	ATIVIDADE	RECURSO	PERIODICIDADE
1	Reservatórios de óleo	Manter - Trocar	Mobil DTE 26	Diária - Anual
2	Vara	Lubrificar	Mobil DTE 26	Diário/Na utilização
3	Guias	Engraxar	Castrol EPL – 2 Grease	Mensal
4	Alavancas	Lubrificar	Mobil DTE 26	Diário/Na utilização
5	Cabeçote móvel	Lubrificar	Mobil DTE 26	Diário/Na utilização
6	Carro longitudinal	Lubrificar	Mobil DTE 26	Diário/Na utilização
7	Engrenagens	Engraxar	Castrol EPL – 2 Grease	Mensal



APÊNDICE N – PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA NA FAMÍLIA DE TORNO

ITEM	COMPONENTE	OPERAÇÃO	HORA	AÇÃO CASO ANOMALIA
1	Placa de fixação	Verificar desgaste	Antes do uso	Informar responsável da oficina para expedir uma OS e fazer o registro da falha
2	Barramento	Verificar limpeza	Antes do uso	Fazer limpeza de cavaco e sujeira
3	Fusos	Verificar emperramento e folga	Antes do uso	Informar responsável da oficina para expedir uma OS e fazer o registro da falha
4	Parafusos	Verificar frouxidão	Antes do uso	Apertar caso haja algum muito frouxo
5	Nível de óleo	Verificar nível	Antes do uso	Avisar responsável da oficina caso o nível esteja abaixo do permitido
6	Alavancas	Verificar operação	Antes do uso	Informar responsável da oficina no caso de alguma não estar em devido funcionamento para expedir OS e registrar a falha
7	Cabeçote móvel	Lubrificar	Antes do uso	-
8	Carro longitudinal	Lubrificar	Antes do uso	-
9	Vara	Lubrificar	Antes do uso	-
12	Máquina	Limpar	Depois do uso	Fazer a limpeza de cavaco e sujeira da máquina e do local ao seu redor

APÊNDICE O – CRONOGRAMA DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA NA FAMÍLIA DE TORNO

ITEM	REALIZADOR	FEV				MAR				ABR				MAI				JUN				JUL				AGO				SET				OUT				NOV				DEZ											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4												
	SEMANA																																																				
Desmontagem do motor – verificação dos rolamentos	Mecânico																																																				
Verificar o motor	Mecânico																																																				
Verificar as polias	Mecânico																																																				
Verificar as correias	Mecânico																																																				
Verificar as engrenagens	Mecânico																																																				
Verificar eixo árvore	Mecânico																																																				
Verificar placa de fixação																																																					
Verificar batimentos																																																					
Verificar fusos																																																					
Verificar as alavancas	Operador																																																				
Verificar os parafusos	Operador																																																				
Trocar óleo de lubrificação	Mecânico																																																				
Engraxar guias	Mecânico																																																				
Engraxar engrenagens	Mecânico																																																				

Após a execução de cada item, destacar o item, marcando com um X a data.