

ASSOCIAÇÃO EDUCATIVA EVANGÉLICA
FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA – FACEG
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

HIAGO VIANA FERREIRA

**PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA EQUIPAMENTOS DE
LABORATÓRIOS DO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA NA FACULDADE
EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA**

GOIANÉSIA

2021

HIAGO VIANA FERREIRA

**PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA EQUIPAMENTOS DE
LABORATÓRIOS DO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA NA FACULDADE
EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica, da Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Graduação em Engenharia Mecânica.

GOIANÉSIA

2021

FICHA CATALOGRÁFICA

F383p

Ferreira, Hiago Viana.

Proposta de um plano de manutenção para equipamentos de laboratórios do curso de engenharia mecânica na faculdade evangélica de Goianésia / Hiago Viana Ferreira – Goianésia: Faculdade Evangélica de Goianésia, 2021 – Faceg, 2021.

64 p.; il. p&b.

Orientador: Prof. Dra. Marinés Chiquinquirá Carvajal Bravo Gomes

Monografia de Graduação – Faculdade Evangélica de Goianésia: FACEG, 2021.

1. Manutenção. 2. Equipamentos 3. Plano de manutenção

I. Ferreira, Hiago Viana. II. **Proposta de um plano de manutenção para os equipamentos de laboratórios do curso de engenharia mecânica na faculdade evangélica de Goianésia.**

CDU 621

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Ferreira, H.V. **Proposta de um plano de manutenção para equipamentos de laboratórios do curso de engenharia mecânica na faculdade evangélica de Goianésia.** Trabalho de conclusão Curso (Graduação em Engenharia mecânica) – Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia-GO, 2021.

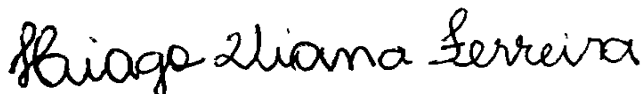
CESSÃO DE DIREITOS

NOME: HIAGO VIANA FERREIRA

GRAU: BACHAREL

ANO: 2021

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia permissão para reproduzir cópias desta Monografia de Graduação, única e exclusivamente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais de publicação. Nenhuma parte desta Monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.



Nome: Hiago Viana Ferreira

CPF: 044.768.571-67

Endereço: Rua Dom Bosco, Barro Alto/GO

Email: hiagocvf9@gmail.com

HIAGO VIANA FERREIRA

**PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA EQUIPAMENTOS DE
LABORATÓRIOS DO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA NA FACULDADE
EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica, da Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Graduação em Engenharia Mecânica.

Goianésia, _____ de _____ de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Marinés Chiquinquirá Carvajal Bravo Gomes - Orientador
Faculdade Evangélica de Goianésia

Prof^a. Me. Ariane Martins Caponi Lima - Avaliador
Faculdade Evangélica de Goianésia

Prof. Dr. Thiago Ferreira da Cunha - Avaliador
Faculdade Evangélica de Goianésia

*“O insucesso é apenas uma oportunidade para
recomeçar com mais inteligência”*

Henry Ford

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela dádiva da vida, por me dar saúde no decorrer do curso, por me ajudar a concluir este trabalho e conseguir vencer os obstáculos impostos.

Aos meus pais por estarem sempre me ajudando nos momentos difíceis da minha vida, por sempre interceder por mim em suas orações.

Ao meu irmão por estar sempre ao meu lado, por ser um dos meus incentivos para ter iniciado esta graduação.

Agradeço a minha namorada, por estar sempre presente em minha jornada, me acompanhando durante toda a minha graduação, por me aconselhar sempre que estive abatido e por me encorajar em todos os momentos.

Aos colegas de curso pelos momentos bons de descontração, pelas boas risadas, por estar sempre conseguindo extrair o meu máximo com o auxílio de cada um deles.

Aos professores da FACEG por todo conhecimento transmitido que pude absorver durante meu período cursando engenharia mecânica.

A minha professora orientadora, por ter aceitado este grande desafio, por ser companheira e estar sempre à disposição, por trabalhar comigo todos os dias trocando mensagens e por sempre tentar extrair o meu melhor.

RESUMO

A manutenção é uma das áreas que mais está em evolução, pois necessita manter os níveis de produção elevados numa empresa. Desta forma, os estudos sobre como controlar os ativos de maneira mais eficaz são um dos alvos das literaturas, que foram escopo de instrução para realização deste trabalho. A necessidade da criação de um plano de manutenção para os equipamentos do laboratório de engenharia mecânica da Faculdade Evangélica de Goianésia surgiu a partir das possíveis falhas, oriundas da má gestão da manutenção desses equipamentos. Por se tratar de equipamentos novos, espera-se obter resultados positivos com a implantação deste método de prevenção, com o intuito de postergar sua vida útil e estar sempre atendendo a comunidade acadêmica. Desta forma, foi desenvolvido um plano de manutenção baseado nos manuais dos equipamentos, bem como as experiências vivenciadas por usuários do maquinário em fóruns via internet. Os planos de manutenção abrangem uma cortadora metalográfica, uma prensa embutidora, uma lixadeira politriz, uma prensa hidráulica e uma fresadora e furadeira de bancada. Através destes dados o plano foi traçado, com a descrição das atividades, materiais necessários, periodicidade, e a forma de como realizá-las esta descritas neste documento. Além disso, consta os roteiros de manutenção de cada um dos equipamentos, expondo as atividades que deverão ser efetuadas de acordo com a programação já definida, divididas em diárias, semanais, mensais, trimestrais, semestrais e anuais.

Palavras-chaves: Manutenção. Equipamentos Mecânicos. Plano de manutenção.

ABSTRACT

Maintenance is one of the most evolving areas, as it needs to keep production levels high in a company. Thus, studies on how to control assets more effectively are one of the targets of the literature, which were the scope of instruction for this work. The need to create a maintenance plan for the equipment in the mechanical engineering laboratory at Faculdade Evangélica de Goianésia arose from possible failures arising from poor management of the maintenance of such equipment. As it is new equipment, it is expected to obtain positive results with the implementation of this method of prevention, with the aim of postponing its useful life and always serving the academic community. Thus, a maintenance plan was developed based on the equipment manuals, as well as the experiences lived by users of the machinery in internet forums. Maintenance plans cover a metallographic cutter, an embedding press, a polishing sander, an hydraulic press, and a benchtop milling and drilling machine. Through these data, the plan was drawn, with the description of the activities, necessary materials, frequency, and the way to carry them out is described in this document. In addition, there are maintenance scripts for each of the equipment, showing the activities that should be carried out according to the schedule already defined, divided into daily, weekly, monthly, quarterly, semiannual and annual.

Key words: Maintenance. Mechanical Equipments. Maintenance Plan.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução das técnicas de manutenção	5
Figura 2 - Tipos de manutenção	8
Figura 3 - Etapas da implantação da manutenção preventiva	11
Figura 4 - Ensaio de raio x em uma junta soldada de uma tubulação de aço.	13
Figura 5 - Pilares da estrutura da Manutenção Produtiva Total	16
Figura 6 - Fresadora e Furadeira de Bancada MR – 201 Manrod	20
Figura 7 - Prensa hidráulica 30ton - Bovenau	21
Figura 8 - Cortadora Metalográfica (60 mm) “CFII”	23
Figura 9 - Prensa Embutidora Metalográfica 30 mm “EFD 30” - Fortel	24
Figura 10 - Representação esquemática do método de lixamento com trabalho em sentidos alternados.....	25
Figura 11 - Politriz Lixadeira Metalográfica “PLFDV” - Fortel.....	26
Figura 12 - Modelo de ordem de serviço para manutenção corretiva	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Rótulos dos equipamentos	29
Tabela 2 - Roteiro de Manutenções preventivas e inspeções na cortadora metalográfica.	31
Tabela 3 - Roteiro de manutenções preventivas e inspeções na prensa embutidora	33
Tabela 4 - Roteiro de Manutenções preventivas e inspeções da lixadeira politriz.....	34
Tabela 5 - Roteiro de Manutenções preventivas e inspeções da Prensa hidráulica.....	35
Tabela 6 - Roteiro de Manutenções preventivas e inspeções da fresadora e furadeira	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CFII	Cortadora Fortel Tipo 2
CNC	Controle Numérico Computadorizado
EFD	Embutidora Fortel Digital
FACEG	Faculdade Evangélica Goianésia
HH	Homem-hora
MCC	Manutenção Centrada em Confiabilidade
MPT	Manutenção Produtiva Total
MR	Manrod
NBR	Normas Técnicas Brasileiras
PCM	Planejamento e Controle de Manutenção
PLFDV	Politriz Lixadeira Fortel com Display de Velocidade
RCM	Reliability Centered Maintenance
SiC	Carbeto de Silício
TPM	Total Productive Maintenance

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo Geral	2
1.2 Objetivos específicos	2
1.3 Justificativa	2
1.4 Questão Problema ou Problema de Pesquisa	3
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 Histórico da Manutenção	4
2.2 Planejamento e Controle de Manutenção e suas atribuições	6
2.3 Manutenção	7
2.4 Tipos de Manutenção	7
2.4.1 Manutenção Corretiva	8
2.4.2 Manutenção Preventiva	9
2.4.3 Manutenção Preditiva	11
2.4.4 Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintenance – TPM)	13
2.4.5 Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC)	17
2.5 Equipamentos de laboratório de engenharia	18
2.5.1 Fresadora e Furadeira de Bancada	19
2.5.2 Prensa Hidráulica	20
2.5.3 Cortadora Metalográfica	22
2.5.4 Embutidora	23
2.5.5 Lixadeira e Politriz	25
3 METODOLOGIA	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5 CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
APÊNDICES	43

1 INTRODUÇÃO

A partir dos princípios da gestão de ativos de uma organização, é importante que se entenda a sua real finalidade, para que seja implantada como ferramenta de melhorias técnicas e econômicas. Desta forma, a manutenção mecânica está alinhada a este mesmo princípio, visto que há sempre custos de reparo que não agregam valor ao bem, apenas postergam sua vida útil dentro de uma indústria.

Logo, determina-se um meio para realizar um planejamento centrado em uma boa confiabilidade a respeito da disponibilização das máquinas para utilização, o que se tornou cada dia mais desafiador, devido às constantes transformações que a manutenção sofre, oriunda das complexidades das tecnologias atuais empregadas a cada instalação. De acordo com Kardec (2010), a manutenção mecânica passa por mais mudanças que qualquer outro nicho de atividade. Para uma melhor gestão de ativos dentro de qualquer tipo de organização, faz-se necessário a criação de um plano de manutenção, seja preditiva, preventiva ou corretiva.

A manutenção nos equipamentos de laboratório é realizada de forma planejada através de detalhes de acordo com protocolos específicos, que seja averiguado todos os pontos de aperto, lubrificação, limpezas, inspeções e substituições de itens, se necessário, ajustados conforme necessidades de sua utilização e tempo de vida.

No caso da manutenção de laboratório, é utilizado com mais frequência planos de manutenção preventiva, os quais são adotados para gerar uma boa gestão para o setor, à medida que há níveis elevados de disponibilidade e confiabilidade dos ativos, com a redução de custos como um dos principais benefícios.

A manutenção feita de forma correta, com o devido planejamento, irá evitar que o equipamento do laboratório seja submetido a falha total ou parcial. Dessa maneira, há meios para mantê-lo em pleno funcionamento ou até mesmo pode-se postergar sua vida útil.

Mediante todas as modalidades da gestão de ativos dentro de qualquer instituição, pode-se desenvolver avaliações acerca de qual tipo de manutenção empregar que melhor atendem o setor estudado, como a manutenção preventiva. A base para todo o estudo é o planejamento, que é a etapa mais importante e que pode determinar qual método utilizar à medida que ambos sejam opção.

À proporção que a análise de todo o maquinário presente no laboratório é realizada, deve-se utilizar os manuais e toda as documentações técnicas, até mesmo análises realizadas

numericamente (se este for o caso), para que a compreensão seja clara e objetiva, escolhendo o melhor momento para realizar ajustes técnicos ou troca de componentes.

A fim de eliminar os percalços que a má conservação através da manutenção tardia possa causar, o exposto trabalho tem como objetivo analisar e avaliar acerca do que é necessário, para criar um plano de manutenção que abrange todos os equipamentos do laboratório de engenharia mecânica da Faculdade Evangélica de Goianésia.

1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho consiste em estabelecer um plano de manutenção para os equipamentos do laboratório de engenharia mecânica da Faculdade Evangélica de Goianésia, através de Manutenção Preventiva.

1.2 Objetivos específicos

- Identificar, dentre os equipamentos do laboratório, quais requerem plano de manutenção preventiva;
- Pesquisar a documentação técnica e manuais dos equipamentos selecionados;
- Desenvolver um plano de manutenção para os equipamentos
- Desenvolver planos de manutenção diários, semanais, mensais, trimestrais, semestrais e anuais.

1.3 Justificativa

O presente trabalho promove a necessidade de criar um sistema de gestão das manutenções nos equipamentos de laboratório, através de um plano que contemple, não só a prevenção de possíveis danos durante sua vida útil, mas também reduzir custos provocados por uma manutenção corretiva. Visto que os equipamentos são novos, faz-se necessário a implantação de um plano organizado de manutenções para mantê-los em bom estado operacionalmente.

1.4 Questão Problema ou Problema de Pesquisa

Qual é o sistema de gestão de manutenção ideal para os equipamentos de laboratório da engenharia mecânica, a fim de manter o estado de conservação de acordo com a vida estimada pelo fabricante?

No caso sobre a preservação de equipamentos em laboratórios, o mais estudado e indicado é a implantação de um plano de manutenção preventiva eficiente. A esse plano é proposto partir da análise de performance dos equipamentos e todas as suas especificidades indicadas pelos fabricantes, para que seja corretamente conduzido todo o processo de manutenção, gerando uma alta confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos. .(CASTRO NETO, 2017).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico da Manutenção

Historicamente, o homem sempre necessitou fabricar todas as ferramentas para que seu cotidiano fosse mais fácil, tratava-se de sobrevivência: caça, pesca e construção de moradias. Com a utilização ao longo do tempo desses utensílios houve a imposição do desenvolvimento da conservação, reparos ou troca destes (ALMEIDA, 2015).

A manutenção enquanto função, realmente surge após a revolução industrial no século XVI, ao passo que era de suma importância manter as máquinas em pleno funcionamento (GREGÓRIO; SANTOS; PRATA, 2018). Anteriormente a este passo evolutivo era necessária apenas para atender a necessidade da operação ocasionado quando o equipamento falhava, corrigindo-se a falha fomentada, o que define a manutenção corretiva. Ao decorrer do aprimoramento que a manutenção se submeteu, deixou de ser tratada apenas correção pós falha, comumente dito pelo jargão “apagar incêndio”.

Com o passar dos tempos, observou-se que alguns equipamentos tinham padrões regulares de falhas, mostrando falhas em intervalos regulares. Proporção esta que pudesse prever a parada inesperada e, observando uma necessidade de intervenção para prevenir.

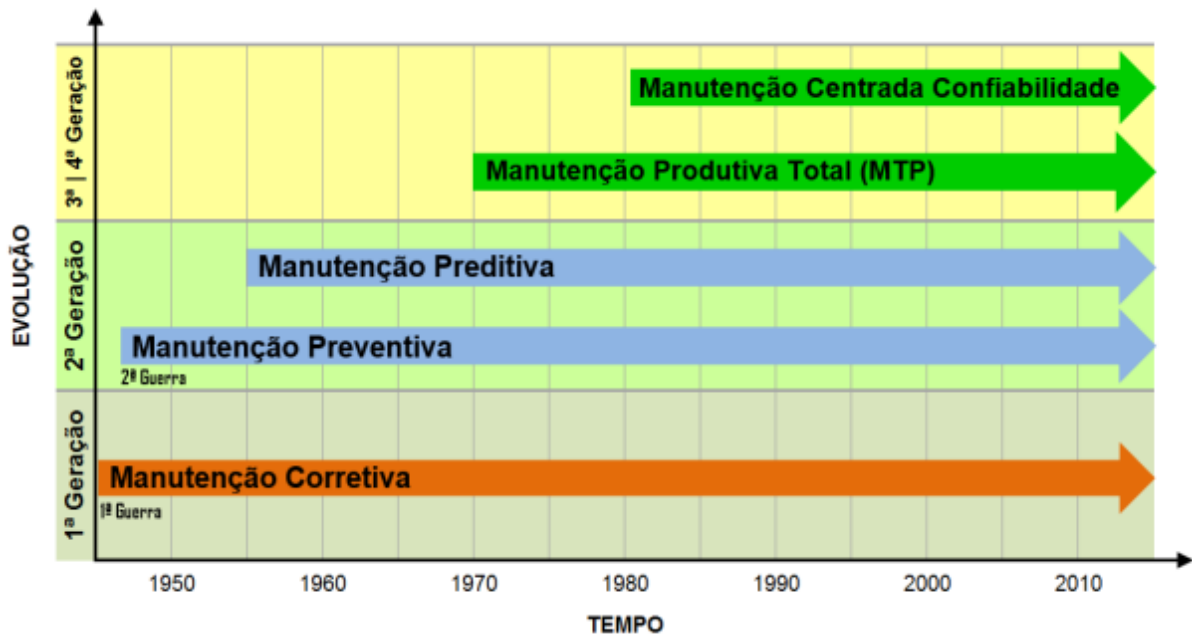
Porém, observou-se também que os intervalos nem sempre são tão regulares assim, sendo difícil estipular ou, se estipulava, seria em um prazo muito pequeno para fazer a intervenção preventiva. Com isso, havia dissipação de recursos financeiros/materiais e tempo, porque muitas vezes o equipamento ainda poderia ter sua jornada de trabalho prolongada. Com o desenvolvimento da técnica, percebeu-se que havia alguns parâmetros que poderiam ser monitorados, dentre eles podem ser destacados: temperatura, vibração, presença de metais ou contaminantes nos fluidos, presença de água em óleos lubrificantes (XENOS, 2014). Desta forma, surge a criação da manutenção preditiva, na qual são monitoradas as condições que poderia dizer que o equipamento esta prestes a falhar.

Recentemente, surgiu a manutenção detectiva, que é aquela feita em equipamentos que estão operando, mas tem uma reserva, por exemplo: um gerador reserva estando em pleno funcionamento, para que quando seja necessária sua utilização, esteja apto ao trabalho. (COSTA, 2013).

De acordo com os vários aspectos incluídos no método, para que a função tenha um processo de produção aprimorado, a manutenção tem sido estudada até os dias de hoje, e está

constantemente em busca de mecanismos de aplicação mais bem-sucedidos. Vertentes se referem a evolução somente após o século XVI, com a aplicação da primeira técnica de manutenção, a corretiva. A figura 1 mostra a evolução após o período mencionado, que é dividido em quatro gerações.

Figura 1 - Evolução das técnicas de manutenção



Fonte: CASTRO NETO (2017, p.21)

A primeira geração é caracterizada pela manutenção corretiva não planejada, realizada em máquinas robustas e simples, desenvolvidas ao período que antecede a Segunda Guerra Mundial. Ações não priorizavam a produtividade e não havia mão de obra especializada no momento, tornando o pleno funcionamento do equipamento um alvo, com trabalhos reativos realizados para lubrificar e esporadicamente havia reparos pós falha.

A segunda geração deu-se com o início da demanda que a indústria teve com o pós-guerra, com o crescimento da necessidade de produção demandou-se mais ímpeto para a industrialização dos equipamentos e evidenciou a demanda grande em elevar as técnicas de rendimento destes equipamentos. À proporção que a constante produção se iniciou, provocou o surgimento de novas ideias para que fossem tratadas as falhas antes de sua aparição, eclode as tratativas de manutenção preventiva e preditiva, assim como já mencionado anteriormente.

Na terceira e quarta geração, a progressiva evolução das técnicas de manutenção das indústrias ocorreu durante este período citado, em que houve inúmeras procedimentos

estudados e inseridos no âmbito da manutenção, o qual acarretou um crescente aperfeiçoamento da mão de obra, visto que a modernização dos processos já acontecia (CASTRO NETO, 2017). Paralelo a esta alta competitividade dentro das empresas em manter confiável e disponível seu maquinário, surge as ferramentas geridas por *software* e outros métodos de gerenciamento da manutenção, conhecidos como TPM (*Total Productive Maintenance*) ou MTP (Manutenção Produtiva Total) e MCC (Manutenção Centrada em Confiabilidade).

2.2 Planejamento e Controle de Manutenção e suas atribuições

Pode ser entendido como planejamento de manutenção a utilização total dos recursos disponíveis dentro de uma organização, a fim de otimizar o desempenho dos equipamentos para que resulte em perdas de produção mínimas. Acontece com a distribuição dos mecanismos de manutenção em intervalos de tempo, que prevê mão de obra empregada, materiais e todos os métodos necessários para que haja de forma soluta. (XENOS, 2014).

O setor do PCM (Planejamento de Controle de Manutenção) é responsável por fazer todo o controle dos equipamentos dentro de uma indústria, determinando quais são os tipos de manutenção indicados para utilizar como instrumento, qual é o momento próprio para tal, recursos humanos e materiais necessários (GREGÓRIO; SANTOS; PRATA, 2018). Desta maneira, a missão principal é realizar o planejamento de todas as atividades de manutenção do departamento, programar a execução de acordo com a disponibilidade de HH (homem-hora) e de material em estoque, de forma a analisar o modo como foi realizado o plano traçado anteriormente, para que seja medido a eficiência e se há possibilidades de melhorias para uma melhor produtividade.

Kardec e Nascif (2013), adotam alguns dos itens processuais ligados a manutenção, de suma importância para que o controle e identificação das atividades seja desenvolvido de maneira que possa atender o setor de produção. Em vista disso, é importante deixar claro todas as informações adotadas para que a execução do serviço em hipótese seja desenvolvida:

- que serviços serão feitos?
- quando os serviços serão feitos?
- que recursos são necessários para a execução dos serviços?
- quanto tempo será gasto em cada serviço?
- qual será o custo de cada serviço, o custo por unidade e o custo global?

- que materiais serão aplicados?
- que máquinas, dispositivos e ferramentas serão necessários?

Responsáveis por manter os ativos dentro de uma empresa em pleno funcionamento e geridos de forma eficiente, o PCM é visto como uma célula técnica dentro do Departamento de Manutenção de uma organização, que age taticamente de forma a gerir as estratégias de manutenção que melhor se encaixam em determinado momento. (SOUZA, 2008).

2.3 Manutenção

A manutenção, definida de acordo com o dicionário Aurélio (FERREIRA, 2001, p.445) são as ações necessárias para que determinado objeto permaneça em conservação, em estado natural, assim como foi criado para desempenhar determinado papel, até mesmo a maneira como se é mantida as máquinas em estado perfeito, a partir dos cuidados técnicos.

Assim, “a manutenção é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida” (ABNT – NBR 5462 / 1994). Desta forma, a organização tem como propósito assegurar que os equipamentos sejam utilizados para as funções que foram projetados, aumentando o ciclo de vida deles a partir de manutenções, a fim de evitar a degradação dos equipamentos e instalações causadas de forma natural ou não.

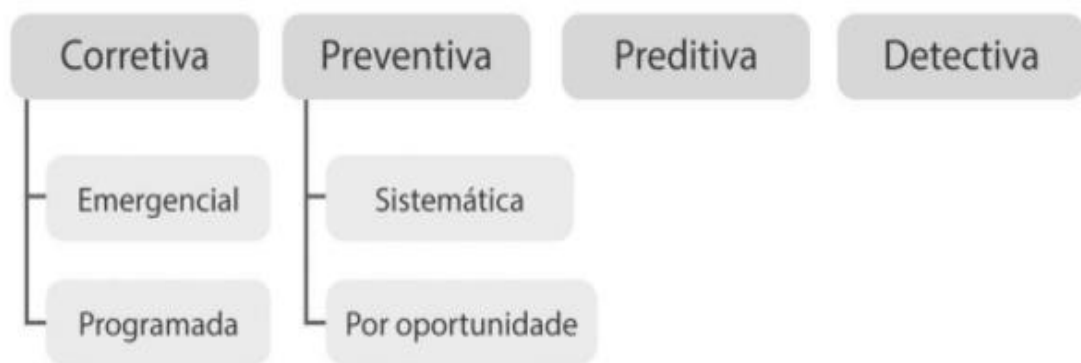
2.4 Tipos de Manutenção

A forma como se define os tipos de manutenção é de maneira simples, mas, há diversos conflitos que envolvem os profissionais da área, quanto aos conceitos que distinguem cada um e quais são suas singularidades. Desta maneira, se torna grave esta falta de padronização e senso comum na área, o que chega a levar em falhas no ato de traçar planos de manutenção de acordo com cada caso. (CASTRO NETO, 2017).

Erros podem ser comuns nas estratégias de manutenção em dois casos: com custos elevados não planejados no setor de manutenção, mas os equipamentos estão operando de forma confiável e se mantem disponíveis, ou o caso totalmente inverso, no qual o valor disponível para o setor não atende, tornando-os indisponíveis e com baixa confiabilidade. (VILLANUEVA, 2015).

Para se entregar níveis elevados de confiabilidade, disponibilidade e produtividade de todos os ativos, é necessária uma definição dos temas aqui mencionados posteriormente, assim como as diferenças entre cada um deles. De acordo com a norma NBR 5462 (1994), a manutenção é subdividida em três: corretiva, preventiva e preditiva, o que para muitos profissionais não se torna verdade absoluta, visto que houve outras subdivisões a partir destas principais. Em contramão disto, Almeida (2014) menciona além dos três tipos já citados, a manutenção produtiva total (MPT) e a Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC). Nas seções subsequentes abordaremos os diferentes tipos de manutenções, suas vantagens, desvantagens e a melhor forma de aplicar cada uma delas. A manutenção detectiva não será abordada, pois já foi mencionada anteriormente. A figura 2 mostra os principais tipos de manutenção e algumas subdivisões para cada processo.

Figura 2 - Tipos de manutenção



Fonte: GREGÓRIO, SANTOS e PRATA (2018, p.15)

2.4.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é conhecida por trata-se de intervenções feitas após falhas mecânicas. Contudo, também pode ser considerada uma parada para solucionar baixo desempenho em determinado equipamento. Distingue-se os casos à medida que um deles pode ser programado, e outro é realizado de forma emergencial. (KARDEC e NASCIF, 2013)

Considerado como um método de manutenção não estratégico, contudo é utilizado em larga escala dentro de qualquer empresa, o que pode ser representada por uma grande parcela das manutenções realizadas em empresas de pequeno porte. (CASTRO NETO, 2017).

É importante afirmar que este tipo é vastamente utilizado, mesmo que não seja o mais adequado, porque em diversas vezes os equipamentos não possuem reservas, é de alto custo

operacional. Contudo, quando trata-se de equipamentos de laboratórios, que sem custo tão elevado quanto outros tipos de equipamentos industriais, há uma possível adoção deste método de manutenção, devido seu baixo índice de controle e um custo de implantação baixo. (KARDEC e NASCIF, 2013).

Financeiramente, é a técnica com menor custo de manutenção quando é analisada a curto prazo, mas a longo prazo torna-se obsoleta, ocasionadas pelas falhas constantes, e pelo fato de a diminuição do tempo de trabalho do equipamento refletir nos custos altos posteriormente.

Avaliar o cenário que será empregado é de suma importância, e esses são os pontos a serem levados em consideração de antemão a esta escolha. Em muitos casos opta-se por utilizar deste método a fim de mitigar seus custos e, quando não há meios para prever as ocorrências de falhas, se não há recursos técnicos, econômicos e ações que podem ser tomadas para uma manutenção preventiva, a escolha a se fazer é pela corretiva. Entre os recursos disponíveis, independe do tipo de conservação do equipamento a ser empregado, é necessário estoque de peças não críticas para que seja realizada devidas trocas, e posteriormente os elementos que forem removidos serão reformados ou descartados, conforme estiver seu estado para a recuperação (XENOS, 2014).

A manutenção corretiva pode se diferenciar em dois tipos: Planejada e não planejada. Distingue-se uma à outra quanto ao seu próprio nome já as difere, ao seu planejamento. A planejada ocorre à medida que a máquina/equipamento falha, trata-se de decisão gerencial pelo uso desta técnica ou através de controles realizados em preditivas ou detectivas. A aplicação do método não planejado acontece com a falha inesperada, neste segundo implica-se altos custos e paradas de produção não esperada, (KARDEC e NASCIF, 2013).

2.4.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é caracterizada como as ações técnicas realizadas que tem como objetivo principal prevenir a ocorrência de falhas ou a parada inesperada por quebra do equipamento (CASTRO NETO, 2017). Complementa-se com a definição da norma NBR 5462 (1994), que pondera ser qualquer atividade de manutenção em máquinas que ainda não apresentaram falha (operacionais), compreende-se ações destinadas de caráter preventivo.

Ela é feita de forma planejada e programada, de forma que a parada do equipamento seja realizada em um momento oportuno e que não gere impactos significativos a empresa.

Tudo deve estar pronto, recursos humanos e materiais devem ser disponibilizados, para que a interrupção do trabalho ocorra e possa fazer reparos necessários, desta forma aumentando a vida útil. (ALMEIDA, 2014).

Para se ter êxito nesse tipo de método, todos os esforços devem estar ligados a criação de um plano de manutenção, o qual estabelece caminhos a serem traçados para uma melhor conservação do equipamento, a fim de postergar seu envelhecimento, prevenir ocorrência de falhas ocasionadas por meio do desgaste natural ou da má operação.

Antes de optar por empregar o método preventivo, deve ser avaliado o momento mais hábil para a realização da manutenção, visto que é realizada de forma mais eficaz se a peça substituída for de fácil estoque ou reposição. Também é muito importante saber os impactos que a parada de forma não prevista possa causar no setor, a vista disso os custos com a manutenção são mais altos (Kardec e Nascif, 2013).

Na gestão deste tipo de manutenção, é necessário ter controle sobre a periodicidade das paradas realizadas, todos os componentes e equipamentos utilizados ou substituídos, além da disponibilidade de todos os funcionários envolvidos nestas ações. Desta forma, formula-se o mapa de intervenções ocorridas e é possível rastrear as interrupções para que haja melhor planejamento, pois as ocorrências de parada por quebras são eliminadas. (GREGÓRIO; SANTOS; PRATA, 2018).

De acordo com Branco Filho (2008 apud Gregório 2018) há dois tipos de manutenção preventiva, sendo distintas por preventiva por estado e preventiva sistemática. A que se denomina por estado, se descreve as máquinas com certo padrão de desgaste/degradação, mesmo que estejam em condições de se manter operantes, que pode ter sido realizada através de inspeções periódicas; já preventiva sistemática, que ocorre com o equipamento em modo operante, de forma a considerar seu tempo de trabalho transcorrido e/ou seu percurso.

A seguir, a figura 3 apresenta algumas das etapas que são de suma importância para a implantação de uma manutenção preventiva eficaz. Isto inicia com a identificação dos equipamentos dentro da organização, logo em seguida segrega-se aqueles que deseja fazer a inserção do plano; a coleta de dados é realizada por meio de histórico de manutenções que já ocorreram com o intuito de mapear as falhas ocasionais e repetitivas com interesse de definir as ações, programar os recursos que serão necessários para que o planejamento possa ocorrer da melhor forma, por meio de um cronograma. Após todos os registros que antecedem a manutenção de fato estejam concluídos, as ações planejadas e programadas são executadas, e

posterior a isto, deve ser realizado o controle sistemático para monitoramento e aprimoramento dos planos traçados inicialmente, o que torna um ciclo de melhoria contínua. (GREGÓRIO; SANTOS; PRATA, 2018).

Figura 3 - Etapas da implantação da manutenção preventiva



Fonte: GREGÓRIO; SANTOS; PRATA, 2018.

Na gestão da manutenção preventiva é necessário adquirir recursos e registros das operações em fichas, para que os profissionais envolvidos no processo de manter disponíveis os equipamentos sejam orientados de forma correta.

2.4.3 Manutenção Preditiva

Este método de manutenção, não menos importante que os outros, denomina-se assim por um conjunto de atividades que é acompanhado por parâmetros e variáveis, de modo a monitorar arbitrariamente o desempenho e rendimento dos equipamentos, e desta forma é definido quando terá uma parada programada, entende-se que seja de forma a espaçar ainda mais os intervalos entre os reparos (ALMEIDA, 2000). Complementando esta definição, de acordo com a norma NBR 5462 (1994), de confiabilidade e manutenibilidade: “Manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para

reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva”.(ABNT – NBR 5462 / 1994).

Baseada no pressuposto da condição, o acompanhamento recorrente é de extrema importância dentro desse processo, pois desta forma os indícios de defeitos preexistentes são examinados em análises de calor através de imagem (termografia) ou análise de vibração do equipamento com aparelhos específicos. A manutenção preditiva também deve acompanhar as condições do equipamento, a respeito da sua degradação ao longo de sua vida útil, citando os sintomas com indícios evidenciados na temperatura, vibração, ruídos excessivos e viscosidade de fluido alterada quando presente (BRANCO FILHO, 2008).

Devido ao constante monitoramento para que a parada possa ser prevista e todos os recursos estejam disponíveis quando acontecer, este método tem seu custo elevado, além disso, também devido aos materiais utilizados para que esse tipo de manutenção seja implementado dentro de qualquer segmento. Aparelho de ultrassom, medidores de vibração, monitores de temperatura, aparatos para aferir a qualidade do óleo e câmeras de altíssima qualidade que captam imagens de alta velocidade estão na lista dos equipamentos. (GREGÓRIO; SANTOS; PRATA, 2018).

Para a implantação deste modo de manutenção faz-se necessário o entendimento do quão grave é quando um equipamento falha e o processo produtivo da empresa é interrompido devido a esta parada. Aliado a isto, com a positividade à afirmação anterior, o próximo passo é analisar condições básicas para que seja adotada a preditiva: o sistema/equipamento deve possuir um ou mais parâmetros para ser analisado (KARDEC e NASCIF, 2013). O equipamento deve ser de suma importância para a produção, o que justifica o emprego desta ação com custo relativamente elevado, e as origens das falhas devem ser originadas de causas monitoráveis e com possível acompanhamento progressivo com programas e análises.

Figura 4 - Ensaio de raio x em uma junta soldada de uma tubulação de aço.



Fonte: GREGÓRIO; SANTOS; PRATA, 2018

A figura 4 apresenta um técnico fazendo a análise, através das ondas captadas por um equipamento de ultrassom, o qual detecta ondas que não são perspectiveis aos ouvidos humanos.

O principal processo de tomada de decisão para a utilização desta manutenção é exercido após verificar quais parâmetros ou condições podem ser monitoradas e, posteriormente a isto, examinar se os custos de monitoramento são mais baixos que os de reparo ou troca do componente/peça. (KARDEC e NASCIF, 2013).

2.4.4 Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance – TPM*)

A MPT , tradução para a sigla em inglês Manutenção Produtiva Total, teve seu início no Japão, no momento de sua reconstrução econômica no pós-guerra, e é conhecida como uma filosofia de gestão, que tem como principais objetivos a eliminação de perdas no processo produtivo, aumentar os resultados com o uso dos ativos da empresa, e assim conseguir impulsionar alta qualidade dos produtos e custos competitivos no mercado. A MPT visa ampliar a disponibilidade total das instalações, a qualidade do produto e a produtividade dos recursos humanos envolvidos nas atividades operacionais. Considerado um conceito evolutivo que surge após os conceitos da manutenção corretiva ser desfeitos e partir, até as noções de manutenção preventiva (FOGLIATO, 2009). Os primeiros registros da MPT implementada em uma empresa

pertencem ao grupo Toyota, no Japão. Já no Brasil, esta filosofia começa a ser difundida somente em meados de 1986.

O termo MPT é consolidado logo em seguida com a ativa participação das equipes de manutenção na produção, projetos e técnicas de engenharia à proporção que se tornou tão abrangente que todas as hierarquias dos trabalhadores foram envolvidos no processo. Em vista disso, mostra-se a importância do enriquecimento do conhecimento e de quão indispensável é o empregado para a empresa. Silva e Rezende (2013) comentam sobre este envolvimento de ambos os lados da organização, desde os níveis gerenciais ao chão de fábrica:

“Através de treinamento e capacitação, é possível promover modificações nas máquinas e equipamentos obtendo-se melhoria no resultado global final e divisão das responsabilidades da seguinte forma: os operadores passam a executar tarefas mais simples, tais como, limpeza, lubrificação, troca de lâmpadas, troca de filtros, medição de vibração etc. Estas antes executadas especificamente pelo pessoal de manutenção; os mantenedores executam tarefas nas áreas da mecânica; e os engenheiros, planejam, projetam e desenvolvem equipamentos que não exijam manutenção permanente. “(SILVA; REZENDE, 2013, p.2)

Pode-se dizer que a MPT se conceitua de forma a reorganizar os setores das empresas, com o propósito de englobar os três “pilares” de uma organização, o homem, o maquinário e o resultado (produto). Portanto, os departamentos conversam entre si, principalmente a manutenção e a produção, conseqüentemente surge um senso de dono em coletividade, em todos os processos, desta forma os resultados almejados serão alcançados de forma mais fácil com a colaboração e empenho de todos. (CASTRO NETO, 2017).

Com o comprometimento tanto do gerencial ao operacional, é possível atingir alguns dos objetivos da filosofia MTP, transcorridos a seguir: a quebra zero dos equipamentos através de uma melhor aptidão e confiabilidade, conseqüentemente a busca pelo produto entregue com defeito zero de forma segura aos funcionários envolvidos neste processo, com acidente zero. (FOGLIATO, 2009).

Ainda de acordo com as considerações de Fogliato, a proposta de dar fim a algumas perdas que todos os equipamentos estão sujeitos, deve-se basear no conhecimento que se tem a respeito do aparelhamento para medir e eliminar estas perdas, e tem-se como resultado esperado a melhora do desempenho. Algumas delas podem ser divididas em três grupos:

- Disponibilidade:

- Quebra ou falha: é uma das perdas mais onerosas para a empresa. Acontece com a falha repentina de um equipamento, assim o ativo deixa de desempenhar seu papel, como resultado disto o processo produtivo é interrompido.
- Perdas durante Setup e mudança de linha: Surge a medida que uma empresa que tem 1 ou 2 produtos finais por exemplo, e visa a criação de um novo, assim o maquinário tem seu funcionamento cessado para que o equipamento seja preparado para a produção de um novo produto,
- Eficiência:
- Tempo ocioso e pequenas paradas: desponta com a necessidade imediata de ajustes de alguma peça ou componente do equipamento. Este tipo de interrupção é difícil eliminar, só que costuma estudar maneiras para que a parada seja eficaz e rápida.
- Baixa velocidade de produção: geralmente ocorre com a baixa eficiência do equipamento provocada por vibrações, aquecimentos, desgaste, entre outros fatores que impossibilita a operação na velocidade original.
- Qualidade:
- Qualidade insatisfatória e retrabalho: desenrola-se quando a qualidade não atende as especificações ou é defeituoso que são sujeitos ao descarte ou retrabalho.
- Falta de insumos e/ou matéria-prima: processo descontinuado antes do início, devido a falta de matéria-prima ou insumos, associado aos fornecedores, esta perda é reiniciada após a reposição destes materiais.

Sendo dividido em oito pilares, Gregório, Santos e Prata (2018) cita que a estrutura que referencia todas as estratégias necessárias para que todos os departamentos da empresa obtenham êxito em alcançar o defeito zero, aliado a estudos de disponibilidade, confiabilidade, qualidade, segurança e meio ambiente, assim como ilustrado na figura 5.

Figura 5 - Pilares da estrutura da Manutenção Produtiva Total



Fonte: Seleme, 2015.

- **Saúde e Segurança:** voltado ao princípio do acidente zero, foca em uma indústria com processo produtivo ativo sem a ocorrência de acidentes, focada em eliminar os riscos a saúde e segurança dos colaboradores da empresa, através da prevenção ocupacional dos equipamentos, e do mapa de riscos de cada atividade que deve ser gerado, além da advertência aos impactos ambientais.
- **Educação e Formação:** foca no desenvolvimento das pessoas, a fim de melhorar os processos com treinamentos e instruções passadas por técnicos especializados em cada função, para que seja potencializado o MTP a longo prazo.
- **Manutenção autônoma:** tem como objetivo principal a capacitação dos profissionais para que sejam aptos e tenham autonomia a realizar manutenções rotineiras, conforme aparições ocasionadas devido o desempenho do equipamento abaixo do esperado.
- **Manutenção programada:** tem como propósito a atuação na melhoria da disponibilidade, confiabilidade e redução dos custos através das manutenções preventivas e preditivas usadas de forma metódica e em casos específicos, de acordo com a necessidade transcorrida em um plano de manutenção, para uma redução das oportunidades de falhas oriundas da má administração dos recursos.

- Manutenção da qualidade: este pilar engloba os objetivos da procura por um programa de qualidade com zero defeitos, planejando a prevenção e identificação dos erros no processo de produção, com a visão de que as condições do equipamento devem ser padronizadas, estruturadas com a ideia de equipamentos plenos, podem produzir resultados com avarias.
- Melhorias específicas: equipes multidisciplinares trabalham neste pilar para que sejam encontradas as maneiras eficazes para a redução das perdas, e o aumento da eficiência dentro da produção efetuada pelo equipamento é o foco principal.
- Sistemas de suporte: diante dos percalços que os processos de gestão interferem na entrega da equipe nas atividades de operação, este pilar visa dar suporte em aprimorar os processos, tornando-os mais claros e objetivos na redução de desperdícios com o intuito de resolver os problemas administrativos e de tomada de decisão de forma a englobar não só o operacional, mas também a esfera de gerência.
- Gestão da fase inicial: busca o melhor desempenho na entrega do produto, desde o seu projeto até o início de sua fabricação, com equipes criadas para avaliar o desenvolvimento por completo do período.

2.4.5 Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC).

Em meados de 1974, as forças armadas americanas começaram a estudar uma forma mais barata e mais eficiente em níveis de confiabilidade de manter os seus ativos militares, começaram a traçar umas estratégias e como resultado, surge a MCC (ou RCM, *Reliability Centered Maintenance*).

A MCC apresenta-se como uma ferramenta de suporte à gerência para tomada de decisões, de forma que contribua para que o processo produtivo da empresa seja efetivo e que assegure que todos os equipamentos da indústria estejam com operação plena e com desempenho que atenda as especificidades, à medida que todos os métodos de engenharia propostos tenham prioridade nos esforços.

Com o surgimento deste programa de manutenção, as indústrias passaram a adotar métodos de manutenção focados principalmente na prevenção de falhas, de modo a identificá-las antes que emergissem. Com a evolução dos tipos de manutenção, gestão e métodos de planejamento, as empresas tiveram o progresso notório desenvolvido, ao passo que os reparos

realizados nos equipamentos e sistemas deixaram de ser baseados no tempo, e iniciou a manutenção baseada na condição do equipamento (GREGÓRIO; SANTOS; PRATA, 2018).

Para que seja eficiente a aplicação deste tipo de gestão de manutenção a base deve ser feita nos seguintes pilares: (i) Interdisciplinaridade no setor de engenharia, com o envolvimento de todos os operadores, técnicos e engenheiros. (ii) Direcionamento das atividades de manutenção de acordo com as análises realizadas para apurar as causas da ocorrência das falhas. (iii) Análises profundas que não investiguem os modos de falha apenas dentro do setor de manutenção, mas associadas à segurança, meio ambiente, operação e custos também; (iv) Melhoria contínua com ênfase nas atividades, de forma a aperfeiçoar o processo produtivo com a ação de tarefas preditivas e preventivas; (v) Identificação de acordo com o conceito da manutenção detectiva, visa o combate às falhas ocultas no sistema. (FOGLIATO, 2009).

2.5 Equipamentos de laboratório de engenharia

Uma das profissões essenciais no desenvolvimento da sociedade é a do engenheiro, pois é dedicada a conhecimentos específicos para criação, inovação de novos métodos, e estruturação de processos para que as necessidades humanas sejam sanadas. Capacidade de aplicar e adaptar a aprendizagem que obteve durante seu processo de formação, um dos desafios e metas almejadas por este profissional.

No decorrer do curso de engenharia é visto em diversas disciplinas, práticas laboratoriais as quais dão vivência às medidas adotadas no cotidiano profissional do estudante. As práticas laboratoriais, aliadas à teoria, modelam ainda melhor situações reais, visto que as tecnologias utilizadas no meio de graduação enriquecem o aprendizado e os preparam para serem agentes de transformação da vida urbana. Para que isso ocorra, é necessário uma metodologia eficaz e instruções eficientes no transcorrer do curso.

O ingresso das atividades de laboratório deu-se devido a necessidade de práticas voltadas aos experimentos didáticos, para que as instruções acadêmicas sejam mais bem absorvidas e disseminadas na execução do trabalho técnico, capacitado através da teoria, com o objetivo de facilitar o aprendizado e a assimilação do conteúdo teórico do estudante universitário. Deste modo, têm-se o objetivo de incentivar a busca por conhecimentos específicos, periféricos e direcionados de cada disciplina, vivenciada dentro dos centros tecnológicos, para que acumule uma bagagem de conteúdo dentro das áreas técnicas. (PEKELMAN, MELLO JUNIOR, 2004).

2.5.1 Fresadora e Furadeira de Bancada

Em meados do século XVIII, o norte americano Whitney inventou a fresa, para operar dentro de sua fábrica de armas. Na época, operava apenas por meio de um eixo ligado a um volante que girava em cima de um parafuso com rosca infinita, tudo isto ainda sem motor. Da década de 70 em diante, houve diversos avanços técnicos e estruturais nas fresadoras. Surge o CNC (Controle Numérico Computadorizado), capaz de realizar trabalhos mais rápidos e com mais precisão no ato de fabricar qualquer tipo de peça. (SOUZA, 2015)

A máquina de fresar ou simplesmente fresadora, é uma das máquinas industriais mais importantes da atualidade, visto que é utilizada em grandes proporções em indústrias que necessitam da produção em larga escala. Possui uma variedade no que se diz respeito ao tipo de maquinário utilizado, pode ser variável o movimento da peça e os tipos de ferramentas que são utilizadas para conformar aos materiais ranhuras, rasgos, cavidades, perfis de superfície, entre outros aspectos.

O processo que esta máquina realiza define-se pelo nome de fresagem, que é um processo de usinagem mecânica, e consiste em desbastar materiais metálicos, madeira, entre outros, a fim de dar formas e acabamentos conforme previsto. A ferramenta de corte utilizada para perpetuar estes feitos denomina-se ‘fresa’, a qual é disposta de arestas cortantes simétricas, ajustadas ao eixo com movimento de rotação, para promover as ações retirada de material da peça por meio de cada dente. (GROOVER, 2014).

A retirada de material da peça só é possível com o conjunto de dois movimentos operados juntos, um deles é o de rotação da fresa (ferramenta de corte), e o outro é o movimento da mesa, onde é fixada a peça a ser usinada, movimento esse que pode ser resultado apenas do deslocamento da ferramenta sobre a peça, ou ainda a junção dos dois, peça e ferramenta. O deslocamento da mesa pode distinguir dois tipos de fresamento, concordante e discordante, conforme cita Kratochvil (2004):

“No fresamento concordante, os movimentos de corte e de avanço têm o mesmo sentido, iniciando-se o corte com espessura máxima de cavaco. No fresamento discordante a espessura inicial de corte é teoricamente zero. Assim, no início do corte não há uma remoção nítida de cavaco, mas apenas o esmagamento do material da peça e o atrito entre o gume da ferramenta e o material da peça. De acordo com a posição de ferramenta em relação à peça (no caso de o eixo da ferramenta interceptar a peça) o processo assume uma porção concordante e outra discordante.” (KRATOCHVIL, 2004, p.41).

Na figura 6 é apresentada a máquina de fresar e furar de bancada, disposta no laboratório de engenharia mecânica da FACEG, ainda sem instalação efetiva para uso.

Figura 6 - Fresadora e Furadeira de Bancada MR – 201 Manrod



Fonte: próprio autor, 2021

2.5.2 Prensa Hidráulica

As prensas hidráulicas são equipamentos normalmente utilizados no corte, montagem e/ou conformações. Como princípio de funcionamento, o movimento do martelo em punção, originado de um sistema hidráulico/pneumático que age de acordo com a ação de trabalho dos fluidos de uma ponta a outra, com geração direta ligada a manivelas, bielas e fusos. A energia mecânica para o sistema trabalhar é proveniente da transformação da energia produzida através da pressão do fluido. O que possibilita essa transformação de energias é o cilindro hidráulico,

que depende da movimentação do fluido em seu interior, desta forma realiza o trabalho de força. (SILVA, et al. 2017).

Toda prensa hidráulica tem seu funcionamento baseado no princípio de Pascal, que define que a pressão exercida em um fluido, em qualquer ponto dele, tem as mesmas pressões e forças, desde que em áreas iguais. Para que se obtenha forças de trabalho maiores, um dos êmbolos do cilindro deve ser de área maior. (SILVA, et al. 2017).

A prensa hidráulica é utilizada usualmente no ramo industrial automotivo, para retirada de buchas, rolamentos de cubos de rodas e mancais. Também pode ser manipulada para realizar conformações plásticas, assim como pode ser vista na figura 7, modelo de prensa hidráulica que compõe o laboratório de engenharia mecânica da FACEG.

Figura 7 - Prensa hidráulica 30ton - Bovenau



Fonte: próprio autor, 2021

2.5.3 Cortadora Metalográfica

O processo de corte metalográfico surgiu com a necessidade de analisar fragmentos de materiais a serem estudados em fins comerciais e didáticos. Trata-se de um dos meios com melhor aderência, em comparação as outras formas de desagregar um corpo de prova, como o torneamento, que gera diversas alterações microestruturais do material, pois trabalha a frio. Já o corte metalográfico proporciona um corte de maneira mais seguro e rápido, com superfícies planas de baixa rugosidade e o seccionamento a amostra feito de forma refrigerado, assim elimina o trabalho a frio. (ROHDE, 2010).

Ainda conforme as orientações de Rohde, a extração da amostra pode ser feita de duas formas, transversal ou longitudinal. Cada uma delas tem como objetivo analisar aspectos diferentes no corpo de prova. O corte transversal busca traços da natureza do material, homogeneidade, presença de defeitos etc. Já o corte longitudinal investiga as características do material quanto ao seu processo de fabricação, tal qual a fusão, forjamento, processo de laminação e tratamento superficiais, soldas, roscas etc.

A escolha do disco de corte é fundamental para um corte sem deformações excessivas no plano que provoque rugosidade elevada ou perda do corpo de prova devido a altas temperaturas. A cerca disto, é necessário compreender a faixa de dureza de cada tipo de material que se deseja analisar, como é o caso de materiais de ligas não ferrosas “moles” (alumínio, latão e bronze) ou metais ferrosos (aço-carbono e aços temperados) utiliza-se discos de Carbetto de Silício (SiC), já em materiais cerâmicos de alta dureza, usa-se discos diamantados. Há uma relação de fácil entendimento para ter uma direção de qual disco utilizar: disco “mole” utiliza-se para materiais duros, disco duro para materiais “moles”. (SANTOS, 2015).

Para as práticas de metalografia, o corte a abrasão umedecido é o que mais se indica, visto que é refrigerado, e desta forma o material não é aquecido a temperaturas que comprometam sua microestrutura. Representa uma máquina que é capaz de exercer essa função, a cortadora metalográfica (60mm), da marca Fortel, disponível no laboratório de engenharia mecânica da FACEG, como mostrada na figura 8.

Figura 8 - Cortadora Metalográfica (60 mm) “CFII”



Fonte: próprio autor, 2021.

2.5.4 Embutidora

A embutidora surgiu a partir da necessidade da preparação dos corpos de prova, utilizados principalmente para análises laboratoriais de fragmentos de dimensões pequenas e de difícil manuseio durante seu lixamento e polimento, e assim uma melhor visualização das faces de seu interior. Desta forma, o principal objetivo do embutimento é para facilitar a manipulação do objeto em questão, com tamanho e forma de manipulação trabalhosa para melhor estudo metalográfico. (SANTOS, 2015)

Um outro objetivo do embutimento é evitar o abaulamento da superfície com o arredondamento das bordas, bem como o rasgo da lixa ou pano de polimento utilizado para obter superfície com observação possível ao microscópio. (ROHDE, 2010).

Antecede ao processo de embutir a limpeza do corpo de prova, que geralmente é limpo com uma solução de água e sabão neutro, após é aplicado álcool e acetona. Se não obteve êxito com essa limpeza, deve proceder com um ácido diluído em solução aquosa.

O processo de embutimento consiste na adição de resina (ou outro material mais adequado) ao entorno da peça identificada no interior da máquina de embutir, para que um único corpo seja criado. Esse acréscimo de material ao redor da amostra pode ser realizado de duas formas, embutimento a frio ou embutimento a quente. (SANTOS, 2015).

Para que aconteça o embutimento a frio é necessário a análise do material, pois aconselha-se usar este tipo para corpos de prova frágeis e de pequenas dimensões, como é o

caso dos cerâmicos, que não resistem a pressão no processo de embutimento e necessita de aplicação de resina acrílica geralmente, para que possa ser analisada da melhor forma.

O embutimento a quente ocorre quando são inseridos materiais termoplásticos (baquelite ou resinas variadas) na prensa, juntamente com a peça amostral, e logo a aplicação de pressão e calor para aquecer a massa posta dentro da máquina com o intuito de solidificar ao redor da amostra depositada. Vale ressaltar também o tempo de solidificação da resina, que ocorre à medida que temperatura e pressão são mantidas constantes. É preparada a amostra com a face que deseja ser analisada em contato com o embolo inferior da embutidora e o acréscimo da baquelite é feito. (ROHDE, 2010).

O laboratório de engenharia mecânica da FACEG tem a disposição uma prensa embutidora metalográfica, conforme figura 9 representa, é caracterizada como o processo a quente, a qual realiza trabalhos de forma programada e digital, através de seu sistema de comando para controlar pressão, temperatura de aquecimento, tempo de embutimento e de refrigeração. É capaz de embutir amostras com até 30 mm de diâmetro a partir do sistema de pressurização manual.

Figura 9 - Prensa Embutidora Metalográfica 30 mm “EFD 30” - Fortel



Fonte: próprio autor, 2021.

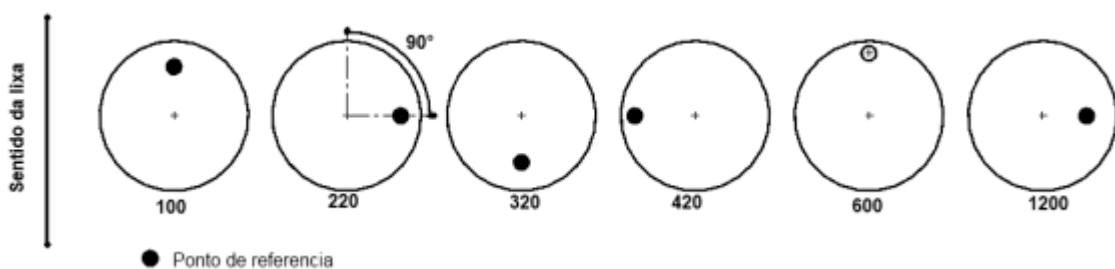
2.5.5 Lixadeira e Politriz

À medida que é pretendida um grau de precisão para as análises microestruturais da amostra, se faz necessário a utilização do processo de lixamento e posteriormente o polimento. Trata-se de um dos processos da metalografia mais demorados e que requer execução perfeita por parte do operador do maquinário para que a entrega do resultado seja ideal. (SANTOS, 2015).

Para pôr fim as imperfeições causadas na superfície da amostra a ser estudada, o lixamento tem como propósito dar fim aos arranhões e danificações (usualmente causadas no processo de corte), por mais profundos que sejam, para que na próxima etapa o polimento ocorra de forma precisa. O processo de lixamento pode ser dividido em duas vertentes, uma delas é o lixamento manual, que ocorre com a lixa seca ou úmida, e o lixamento automático. (ROHDE, 2010).

Para fazer o lixamento manual ou o automático (uso da máquina), é utilizado uma técnica que tem como finalidade tirar todos os sulcos e riscos provenientes do desbaste do metal que consiste no lixamento da amostra com lixas de granulometria sucessivamente menor, com a mudança de direção de 90° à proporção que os traços da lixa anterior desapareçam, e essa a mudança de lixas é necessária. Esse esquema é representado na figura 10.

Figura 10 - Representação esquemática do método de lixamento com trabalho em sentidos alternados



Fonte: Rohde, 2010.

O que mais se adequa para aços até o momento, é a sequência de lixas conforme ilustra-se na figura 10, cujo processo inicia com a granulometria mais grosseira de 100, o logo que o desbaste é feito com pressão moderada exercida sob a amostra, e segurando de forma firme, com a aplicação da técnica dos 90° , passando para as lixas subsequentes de 220, 320, 400, 600 e 1200.

Ainda sobre as considerações de Rohde (2010), alguns fatores devem ser levados em consideração para que não aconteça imagens de qualidade ruim na amostra, provenientes do

mau uso da técnica de lixamento, logo, propicia-se deformações plásticas devido à pressão de trabalho inconstantes aliada a velocidade não adequada, o que promove aquecimento da amostra, e que a torna não ideal para conformar uma superfície plana. Não obstante, alguns outros pontos são importantes aliados no que se diz respeito ao lixamento: as escolhas do tipo de lixa para cada material devem ser analisadas; a superfície da amostra não pode estar contaminada; se houver riscos profundos durante um lixamento, aconselha-se a retornar a granulometria anterior; diferentes tipos de metais não devem ser utilizados na mesma lixa.

Ao passo que o lixamento é encerrado, dá-se início ao processo de polimento. Consiste no mesmo princípio do lixamento, difere-se pela troca das lixas por discos de pano umedecidos com pasta, em sua maioria de alumina. O principal objetivo do polimento é conferir a superfície da amostra um grau de elevado de refletividade. A limpeza após o polimento deve ser realizada com água, posteriormente com líquido de baixo ponto de ebulição, como o álcool etílico.

A disposição no laboratório de engenharia mecânica da FACEG existe a politriz/lixadeira metalográfica de velocidade variável, capaz de realizar todo o procedimento necessário para a obtenção de uma amostra com superfícies uniformes e planas de fácil análise microscópica. Na figura 11 é possível identificar o exemplar em questão.

Figura 11 - Politriz Lixadeira Metalográfica “PLFDV” - Fortel



Fonte: próprio autor, 2021.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como de natureza aplicada, visto que é um plano de implantação de um planejamento de manutenção que propõe a melhor aplicabilidade possível sobre os equipamentos do laboratório de engenharia mecânica, embasado em pesquisas bibliográficas exploratórias.

Para que pudesse ser elaborado o plano de manutenção de cada equipamento, foi realizado o mapeamento de todos os componentes do laboratório, com o intuito de segregar os equipamentos que necessitam de uma manutenção planejada, com a aplicação de um cronograma específico, os quais têm projeção de maior aproveitamento nas aulas práticas realizadas no laboratório.

Trata-se de um estudo de caso, com embasamento em diversas pesquisas bibliográficas realizadas no âmbito exploratório em todos os ciclos de desenvolvimento do trabalho, com a busca por estudos teóricos e práticos aplicados às ferramentas estruturadas. Com o objetivo principal de encontrar as soluções em livros, artigos, manuais, entre outros, para estabelecer ligações e conexões próximas com a linha de pensamento do autor com as escrituras já postas no mercado bibliográfico, com o intuito de dar solução ao problema de pesquisa.

De acordo com a ordem cronológica, para descrever a metodologia utilizada para obtenção dos resultados, primeiramente observou-se uma necessidade da elaboração de um plano de manutenção para as máquinas do laboratório de engenharia mecânica, após esta necessidade ser observada, deu-se início ao segregamento das máquinas que teriam maior efeito de implantar uma rotina de manutenção que prevenisse sua falha prematura. Como ponto de partida, o carecimento de um programa para manter os ativos em funcionamento, a pesquisa bibliográfica tomou forma para basear as ideias destinadas à montagem da manutenção planejada desses equipamentos.

Uma vez que as máquinas escolhidas se encontram novas e ainda embaladas no laboratório, as análises realizadas para desenvolver o plano de manutenção foram a partir dos manuais do fabricante. Outros planos de manutenção já elaborados para equipamentos similares, e com base nos componentes de cada um e com a devida adequação aos problemas mencionados por usuários, foram encontrados em pesquisas alcançadas pela internet.

Sabe-se que o tipo de manutenção mais efetivo para a implantação dentro de qualquer instituição deve ser baseado nos estudos literários e práticos. A medida que um desses

argumentos não era possível por não haver dados de manutenções realizadas, o estudo baseou-se nas primícias da manutenção preventiva, para uma melhor conservação e disponibilidade dos equipamentos.

Para todos os equipamentos, foi desenvolvido procedimento básico de operação, limpeza e manutenção, com finalidade de instruir indivíduos com pouco ou nenhum conhecimento sobre o maquinário. Todos serão disponibilizados no laboratório em que se encontram.

Os equipamentos descritos nos planos são:

- Cortadora Metalográfica (60 mm) “CFII” – Fortel;
- Prensa Embutidora Metalográfica 30 mm “EFD 30” – Fortel;
- Politriz Lixadeira Metalográfica “PLFDV” – Fortel;
- Prensa hidráulica de 30ton da Bovenau;
- Fresadora e Furadeira de Bancada MR – 201 Manrod.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação dos resultados e discussões a respeito do término deste estudo se dá com a forma como foi determinado o sistema piloto para definir quais equipamentos são primordiais para o desenvolvimento de um plano de manutenção. Um dos fatores principais para a escolha desses equipamentos foi o estado que eles se encontram, visto que são novos e há perspectivas grandes quanto a utilização deles. Logo, a iniciativa da criação do plano de manutenção será para desenvolver métodos para delongar sua vida útil. Não se justifica apenas por isso, já que há outros motivos relevantes para a escolha dos equipamentos, um deles é a complexidade mecânica existente em alguns, e por outro lado existe o processo metalográfico que depende da disponibilidade de três equipamentos, o que os torna dependentes um para o outro neste processo.

Para melhor identificação dos equipamentos dentro do laboratório, desenvolve-se o sistema de rotular as máquinas, a fim de direcionar da maneira mais certa as manutenções e inspeções, e obter histórico para que seja realizado o acompanhamento de sua vida útil. Esses rótulos foram criados baseados na identificação da sala de laboratório que está alocado, a abreviação dos nomes e números que correspondem a quantidade. Estão representados na tabela 1, os códigos de identidade:

Tabela 1 - Rótulos dos equipamentos

Equip.	Cod. Lab.	Abrev.	Cod. Qnt.	Rótulo
Cortadora metalografica	D114	COR	001	D114-COR-001
Embutidora	D114	EMB	001	D114-EMB-001
Lixadeira e politriz	D114	LIX	001	D114-LIX-001
Prensa Hidráulica	D113	PRE	001	D113-PRE-001
Fresadora e furadeira	D113	FRE	001	D113-FRE-001

Fonte: próprio autor, 2021.

A coluna descrita como “Cod Lab” refere-se à sala de laboratório em que cada um dos equipamentos se encontra, para facilitar sua localização. O campo de “Abrev.” usa as 3 letras iniciais do nome de cada um dos equipamentos. No “Cod Qnt.” é utilizado para distinguir quando houver mais de um tipo deste maquinário no laboratório, no caso todos são unitários.

Já na coluna “Rótulo” está a junção de todas as outras descrições, separadas por hífen, denomina desta forma a maneira como cada um dos equipamentos será chamado e descrito nos documentos.

Alguns dos equipamentos devem ter planos de manutenção preventiva por estado, e outros sistemáticos. Por estado trata-se de limpezas realizadas após a utilização de cada um dos equipamentos, já as sistemáticas objetivam-se em sua maioria na lubrificação para o pleno funcionamento do equipamento.

Em decorrência da falta de informações a respeito de manutenções feita nos equipamentos, foi proposto o plano de manutenção baseado na Manutenção Produtiva Total (MPT). Como ponto de partida realizou-se a identificação dos equipamentos que necessita de um plano de manutenção, logo após a coleta de dados via catálogo/manual para um planejamento das ações e para prover recursos necessários, e finalmente o cronograma de manutenção, assim como formas de controlar e registrar históricos de intervenções ocasionadas a partir das preventivas e/ou inspeções efetuadas.

Para os planos de manutenção da cortadora metalográfica, embutidora e lixadeira politriz, foi designado a manutenção preventiva por condição, visto que se trata em sua maioria de limpezas programadas a fim de manter o equipamento em operação. Nas tabelas a seguir estão descritas as atividades a serem efetuadas, conforme cronograma de rotina do operador e/ou técnico de manutenção responsável pelo laboratório de engenharia mecânica.

Cada equipamento tem sua peculiaridade, com rotinas de inspeções, que busca verificar se os aspectos visuais estão em conformidade; inspeções auditivas e olfativas que almejam identificar ruídos e odores que podem ser provenientes de vazamentos ou instalação elétrica em criticidade.

As tabelas a seguir, contém rotinas de manutenção que tem como responsável o operador ou técnico de laboratório envolvido no processo. Primeiramente, apresenta-se a tabela com o roteiro de manutenção da cortadora metalográfica, na tabela 2.

Da etapa 1 a 4 nas rotinas da cortadora metalográfica são inspeções realizadas no cabo de alimentação do equipamento para averiguar se há avarias no mesmo, inspeção visual para analisar o estado geral de conservação da máquina, inspeção auditiva identifica sons que não está conforme a normalidade visto que cada componente tem identidade sonora, e inspeção olfativa busca revelar odores não característicos do na operação do equipamento. Estas etapas

são também aplicadas no roteiro de manutenção da prensa embutidora, lixadeira politriz, prensa hidráulica e fresadora.

No item 5 é necessário realizar a limpeza de acordo com o manual do fabricante de forma diária, visto que os resquícios do corte podem gerar contaminação. O item 6 e 7, correspondem a examinar os componentes gerais da máquina, já o item 8 realiza a inspeção com o propósito de verificar possíveis pontos de oxidação dentro da máquina. O item 9 inspeciona o funcionamento pleno da morsa e os fusos que é responsável pela fixação da peça na morsa.

No campo código de verificação, as siglas D, L, LO, DL, QS, tem seus respectivos significados: desligado, ligado, ligado e operando, desligado e ligado, e qualquer situação.

Tabela 2 - Roteiro de Manutenções preventivas e inspeções na cortadora metalográfica.

Roteiro de manutenções preventivas e Inspeções				
Equipamento: Cortadora Metalografica "60mm" Fortel CFII			TAG: D114-COR-001	
Item	Descrição	Recursos	Condição de Verificação	Frequência
1	Verificar estado do cabo de alimentação	Manual	D	Diária
2	Inspeção visual	Visual	D	Diária
3	Inspeção auditiva	Auditivo	L e LO	Diária
4	Inspeção olfativa	Oufativo	L e LO	Diária
5	Realizar limpeza dos resíduos de corte	Pincel, Pá de mão, flanela de algodão	D	Diária
6	Verificar componentes rodantes	Visual	DL	Semanal
7	Verificar componentes fixos	Visual	DL	Semanal
8	Verificar existência de pontos de oxidação	Visual e manual	D	Semanal
9	Verificar funcionamento da morsa e fusos	Visual e manual	D	Semanal
10	Verificar existência de vazamentos	Visual e manual	QS	Semanal
11	Verificar performance do equipamento	Visual	LO	Semanal
12	Verificar funcionamento na trava da tampa	Visual e manual	DL	Semanal
13	Verificar funcionamento do botão parada de emergência	Visual e manual	L	Mensal
14	Verificar funcionamento da Iluminação interna	Visual	QS	Mensal
15	Acionamento do motor (botão 1)	Visual e manual	L	Mensal
16	Acionamento da bomba de refrigeração (botão 2)	Visual e manual	L e LO	Mensal
17	Verificar funcionamento do sistema de arrefecimento	Visual e manual	QS	Mensal
18	Lubrificar pontos não pintados	Graxa ou Óleo hidráulico	D	Mensal
19	Limpeza reservatório interno	Cuba coletora ou dreno	D	Trimestral
20	Trocar líquido refrigerante reservatório	Óleo solúvel	D	Trimestral

Fonte: próprio autor, 2021

Por outro lado, o item 10 busca verificar a existência de vazamento para eliminar a contaminação de outros componentes internos do equipamento, já o item 11 tem como

finalidade a identificação de baixa performance no equipamento em geral, qualquer anomalia identificada durante a inspeção deve ser observada.

O equipamento só liga o motor com a porta fechada, devido a isto o item 12 tem como intuito a verificação da trava de fechamento da porta, pois com o mal funcionamento, o equipamento conseguira operar com a porta aberta, o que não é indicado pelo fabricante por não ser seguro. O item 13 dispõe como finalidade averiguar o funcionamento do botão de parada de emergência, na ocasião em que necessitar esteja apto. O item 14 examina a atuação da luz que ilumina internamente a cortadora para melhor visualização do corte por parte do operador. Os itens 15 e 16, atenta-se a operação correta dos botões de acionar o motor e a bomba de refrigeração, respectivamente. O item 17 prevê a verificação dos bicos flexíveis que injetam água para refrigeração do corte. No item 18 é necessário realizar a lubrificação da morsa, eixo do motor, flange, porca, fuso de fixação do disco e base do motor, pelo fato destes componentes não serem pintados, são suscetíveis a oxidação; No item 19 há a necessidade de realizar a limpeza do reservatório interno de acordo com o período especificado e o item 20 corresponde a interdependência da limpeza do reservatório, que é a necessidade de completar o reservatório com líquido refrigerante e água, na proporção de 1 (uma) parte de refrigerante pra 4 (quatro) de água.

Para a prensa embutidora o roteiro de manutenções deu-se da seguinte maneira, as primeiras 4 etapas são similares às realizadas para a cortadora metalográfica, e a partir do item 5 as etapas são diferentes, como mostrado na tabela 3.

No campo código de verificação, as siglas D, L, LO, DL, QS, tem seus respectivos significados: desligado, ligado, ligado e operando, desligado e ligado, e qualquer situação.

Tabela 3 - Roteiro de manutenções preventivas e inspeções na prensa embutidora

Roteiro de manutenções preventivas e Inspeções				
Equipamento:		Prensa Embutidora Metalográfica 30 mm “EFD 30”	TAG: D114-EMB-001	
Item	Descrição	Recursos	Condição de Verificação	Frequência
1	Verificar estado do cabo de alimentação	Manual	D	Diária
2	Inspeção visual	Visual	D	Diária
3	Inspeção auditiva	Auditivo	L e LO	Diária
4	Inspeção olfativa	Olfativo	L e LO	Diária
5	Limpar êmbolos e câmara	Flanela de algodão, Desmoldante DF40	D	Diária
6	Retirar resíduos do embutimento	Lixa de 400 ou 600	D	Diária
7	Verificar existência de pontos de oxidação	Visual e manual	D	Semanal
8	Verificar funcionamento dos êmbolos	Visual e manual	L	Semanal
9	Verificar existência de vazamentos	Visual e manual	QS	Semanal
10	Verificar performance do equipamento	Visual	LO	Mensal
11	Limpar carcaça	Flanela de algodão e detergente neutro	D	Mensal
12	Verificar funcionamento do botão parada de emergência	Visual e manual	L	Trimestral
13	Indicação luminosa do início de procedimento	Visual	LO	Trimestral
14	Verificar funcionamento do sistema de resfriamento	Visual e manual	QS	Trimestral
15	Verificar funcionamento da válvula de alívio de pressão	Visual e manual	L	Semestral
16	Verificar funcionamento do manômetro	Visual e manual	LO	Semestral
17	Verificar o funcionamento do aviso sonoro	Auditivo	LO	Semestral

Fonte: próprio autor, 2021

Os itens 5 e 6 têm como objetivo realizar a limpeza dos componentes internos da câmara de embutimento, com finalidade de conservar e prolongar o estado dela, já o item 7 realiza a inspeção com o propósito de verificar possíveis pontos de oxidação dentro da máquina. O item 8 verifica a eficiência no seu funcionamento e o item 9 verifica a existência de possíveis vazamentos para que o equipamento esteja livre de quaisquer contaminações. O item 10 procura de forma geral os aspectos de desenvolvimento da performance do equipamento esteja normal, já o item 11 propõe a limpeza externa do equipamento a fim de preservá-lo. O item 12 examina o botão de parada de emergência, se está apto para quando for necessário seu uso, e o item 13 inspeciona o aviso luminoso ao passo que o início do processo de embutimento ocorre. O item 14 tem como objetivo inspecionar o sistema de resfriamento após o processo de embutir, já o item 15 verifica o funcionamento da válvula frontal de fechamento e alívio de pressão dentro da câmara. O item 16 busca apenas inspecionar visualmente o funcionamento do manômetro durante o processo de embutimento, e o item 17 averigua se o aviso sonoro ocorre ao finalizar o processo de embutir.

Na lixadeira politriz a rotina de manutenções preventivas e inspeções sucede da seguinte forma, de acordo com os itens enumerados na tabela 4.

No campo código de verificação, as siglas D, L, LO, DL, QS, tem seus respectivos significados: desligado, ligado, ligado e operando, desligado e ligado, e qualquer situação.

Tabela 4 - Roteiro de Manutenções preventivas e inspeções da lixadeira politriz

Roteiro de manutenções preventivas e Inspeções				
Equipamento: Politriz Lixadeira Metalográfica de Velocidade Variável "PLI			TAG: D114-LIX-001	
Item	Descrição	Recursos	Condição de Verificação	Frequência
1	Verificar estado do cabo de alimentação	Manual	D	Diária
2	Inspeção visual	Visual	D	Diária
3	Inspeção auditiva	Auditivo	L e LO	Diária
4	Inspeção olfativa	Oufativo	L e LO	Diária
5	Realizar limpeza dos resíduos de polimento	Flanela de algodão	D	Diária
6	Verificar componentes rodantes	Visual	DL	Semanal
7	Verificar componentes fixos	Visual	DL	Semanal
8	Lubrificar o prato intercambiável	Óleo protetivo	D	Semanal
9	Verificar funcionamento da regulagem de velocidade de rotação	Visual e manual	QS	Semanal
10	Verificar regulador de vazão de água	Visual e manual	D	Mensal
11	Verificar estado da cuba de drenagem	Visual e manual	D	Mensal
12	Verificar funcionamento do botão parada de emergência	Visual e manual	L e LO	Mensal
13	Verificar funcionamento do painel digital	Visual e manual	QS	Mensal
14	Verificar inversão de giro do prato	Visual e manual	QS	Mensal
15	Verificar performance do equipamento	Visual e manual	LO	Trimestral
16	Verificar os encaixes dos aros de proteção	Visual e manual	D	Trimestral
17	Verificar existência de pontos de oxidação	Visual e manual	D	Trimestral

Fonte: próprio autor, 2021

O item 5 tem como intuito a limpeza de todas as partes do equipamento que entram em contato com água e resíduos de lixamento, já os itens 6 e 7 propõem examinar o equipamento de modo geral, se está em condições normais de uso. O item 8 tem como indicação a lubrificação do prato para melhor funcionamento e o item 9 ao item 14, têm como objetivo principal averiguar o funcionamento de todas as funções que o equipamento possui, velocidade de rotação, cuba de drenagem (se está com pontos de oxidação ou sujeira), parada de emergência, painel digital e a inversão de giro do prato. O item 15 busca avaliar se os aspectos gerais do equipamento estão normais para uma boa performance, e no item 16 há a verificação dos aros de encaixe da lixa e o aro de proteção, se não estão com algum tipo de avaria. Por fim, o item 17 tem a finalidade avaliar se há presença de pontos de oxidação no equipamento.

Seguidamente, de acordo com a necessidade e instruções observadas no manual do equipamento, desenvolveu-se o roteiro de manutenções para realizar na prensa hidráulica da Bovenau, mostrado na tabela 5.

No campo código de verificação, as siglas D, L, LO, DL, QS, tem seus respectivos significados: desligado, ligado, ligado e operando, desligado e ligado, e qualquer situação.

Tabela 5 - Roteiro de Manutenções preventivas e inspeções da Prensa hidráulica

Roteiro de manutenções preventivas e Inspeções				
Equipamento: Prensa hidráulica Bovenau 30 toneladas			TAG: D113-PRE-001	
Item	Descrição	Recursos	Condição de Verificação	Frequência
1	Inspeção visual	Visual	D	Diária
2	Inspeção auditiva	Auditivo	L e LO	Diária
3	Inspeção olfativa	Olfativo	L e LO	Diária
4	Realizar limpeza dos resíduos se houver	Flanela de algodão	D	Diária
5	Verificar componentes rodantes	Visual	DL	Semanal
6	Verificar componentes fixos	Visual	DL	Semanal
7	Verificar existência de pontos de oxidação	Visual e manual	D	Semanal
8	Verificar trincas nas soldas	Visual e manual	D	Mensal
9	Verificar estado dos pinos de fixação da mesa	Visual e manual	D	Mensal
10	Verificar funcionamento do manipulador e fuso de ajuste	Visual e manual	D	Trimestral
11	Realizar ciclo de subida e descida	Manual, sem carga	LO	Semestral
12	Completar óleo hidráulico	Óleo hidráulico URSA LA SAE 10W	D	Semestral
13	Inspecionar kit vedação	Visual e manual	D	Semestral
14	Trocar o óleo hidráulico	Óleo hidráulico URSA LA SAE 10W	D	A cada 5 anos

Fonte: próprio autor, 2021

O item 4 é apenas a caráter de conservação do ambiente, devido a possível sujeira e desordem eventual, já itens 5 e 6 propõem examinar o equipamento de modo geral, se está em condições normais de uso. O item 7 tem como finalidade avaliar se há presença de oxidação em todo o equipamento, o item 8 surge visto que pode haver trincas na estrutura da máquina, desta forma sofre alterações relevantes de acordo com observações feitas por usuários do equipamento via internet. Referente aos pinos (item 9), os mesmos não têm pontos de fixação no encaixe da mesa, o que por falta de atenção pode ocorrer de não os encaixar corretamente e originar em defeitos neles. O item 10 confere ao funcionamento do manipulador e o fuso de ajuste, que opera para direcionar o fuso a posição inicial. Logo se o fuso de ajuste não estiver com sua extensão total adquirida, ao passar de 6 meses deverá ter o óleo completado (item 12). O item 11 confere a uma inspeção realizada conforme orientação do fabricante, por causa de não ser usada por um intervalo de tempo, possa ser que as partes internas não estejam bem lubrificadas, desta forma há a necessidade de realizar o ciclo de subida e descida sem carga. O item 13 tem como objetivo a inspeção de possíveis pontos de vazamento de óleo devido à má

vedação do pistão, e já o item 14 oriunda da obrigação da troca de óleo de acordo com a indicação do fabricante.

Através do manual de instruções do equipamento disponível no laboratório, foi possível criar um plano de manutenção para postergar a vida útil da fresadora. Foi originado pelo motivo de ser um dos dispositivos mais complexos do laboratório, com inúmeras possibilidades de tipos de fabricação. O roteiro de manutenção para esse equipamento é mostrado na tabela 6.

O item 5 manifesta o carecimento de uma boa estabilização da mesa devido ao trabalho, o qual não poder ter avarias, por mínimas que sejam. No item 6 há a necessidade de completar o lubrificante diariamente para a obtenção de trabalho fluido dos componentes, já o item 7 observa-se a obrigatoriedade de fazer a limpeza diária da mesa de trabalho para melhor conservação do equipamento. Após a limpeza imprescindível é realizada a lubrificação (item 8) com fluido desengripante, a fim de não ocasionar em oxidação e manter a mesa com percurso límpido. Os itens 9 e 10 propõem examinar o equipamento de modo geral, se está em condições normais de uso, já item 11 tem como finalidade avaliar se há presença de oxidação em todo o equipamento. O item 12 investiga o funcionamento das programações de velocidade conforme indicado pelo fabricante, e o item 13 identifica a exigência em aferir se o deslocamento da mesa está fluido, se não houver, retornar aos itens 7 e 8. O item 14 busca avaliar se os aspectos gerais do equipamento estão normais para uma boa performance, já no item 15 há a análise funcional do botão de parada de emergência, para quando for preciso ser utilizado esteja capacitado. No item 16 deve ser feita a limpeza do parafuso transversal com o auxílio de uma flanela de algodão, a fim de retirar as impurezas, e subsequente ao item 17, realizar a lubrificação dele. O item 18 recomenda a lubrificação das peças giratórias e da superfície deslizante sempre que necessário, sugestão que ocorra semanalmente, já no item 19 é conferido se existe a presença de vazamentos. No item 20 é verificado se a inversão de giro da ferramenta de corte está precisa, e nos itens 21 e 23 é exercido os ajustes das folgas na mesa nos quatro sentidos (frente, traz, esquerda e direita), e o ajuste das folgas na mesa conforme manual de instruções do equipamento, respectivamente. O item 22 ocorre de maneira recomendada pelo fabricante, para lubrificar o eixo e rolamento sem fim, com o intuito de evitar desgaste. Finda-se com o item 24, que ocorre uma vez ao ano para conferir as partes elétricas que o compõem, principalmente o cabo elétrico, plugues e interruptores.

No campo código de verificação, as siglas D, L, LO, DL, QS, tem seus respectivos significados: desligado, ligado, ligado e operando, desligado e ligado, e qualquer situação.

Tabela 6 - Roteiro de Manutenções preventivas e inspeções da fresadora e furadeira

Roteiro de manutenções preventivas e Inspeções				
Equipamento: Fresadora e Furadeira de Bancada MR – 201 Manrod			TAG: D113-FRE-001	
Item	Descrição	Recursos	Condição de Verificação	Frequência
1	Verificar estado do cabo de alimentação	Manual	D	Diária
2	Inspeção visual	Visual	D	Diária
3	Inspeção auditiva	Auditivo	L e LO	Diária
4	Inspeção olfativa	Olfativo	L e LO	Diária
5	Verificar estabilidade da mesa e fixação da máquina	Manual	D	Diária
6	Completar o lubrificante	Óleo lubrificante (não especificado pelo fabricante)	D	Diária
7	Realizar limpeza dos cavacos e poeira da máquina	Flanela de algodão	D	Diária
8	Lubrificar a mesa	Oleo desengripante	D	Diária
9	Verificar componentes rodantes	Visual	DL	Semanal
10	Verificar componentes fixos	Visual	DL	Semanal
11	Verificar existência de pontos de oxidação	Visual e manual	D	Semanal
12	Verificar funcionamento dos modos de velocidade	Visual e manual	QS	Semanal
13	Verificar fluidez no deslocamento da mesa	Visual e manual	QS	Semanal
14	Verificar performance do equipamento	Visual e manual	LO	Semanal
15	Verificar funcionamento botão parada de emergência	Visual e manual	D	Semanal
16	Limpar o parafuso transversal	Flanela de algodão	D	Semanal
17	Lubrificar o parafuso transversal	Oleo lubrificante (não especificado pelo fabricante)	D	Semanal
18	Lubrificar a superfície deslizante e peças giratórias	Oleo lubrificante (não especificado pelo fabricante)	D	Semanal
19	Verificar existência de vazamentos	Visual e manual	D	Mensal
20	Verificar inversão de giro (horario, anti-horário)	Visual e manual	D	Mensal
21	Ajustar folgas (esquerda-direita, frente-trás)	Manual de ajustes	D	Mensal
22	Lubrificar eixo e rolamento sem fim	Oleo lubrificante (não especificado pelo fabricante)	D	Mensal
23	Verificar ajuste da mesa	Manual de ajustes	D	Anual
24	Verificar parte elétrica em geral	Visual e Manual	D	Anual


Fonte: próprio autor, 2021

Todos esses planos de manutenção foram elaborados com o intuito de prevenir falhas futuras, mas, seria utópico deixar de mencionar que pode haver manutenções que ocorra de forma corretiva, após algum equipamento apresentar falha parcial ou total.

Sem exceções, os equipamentos do laboratório do curso de engenharia mecânica da FACEG são novos e nunca foram usados, devido a isto poderia existir uma inexperiência com respeito às manutenções corretivas que possam vir a ocorrer, o que leva a decisão de realizá-las apenas com os técnicos especializados indicados pelos fabricantes. Desta forma, como maneira

de gerir este tipo de manutenção, desenvolveu-se um modelo de ordem de serviço para registrar esses serviços realizados em cada um dos aparelhos. Esse modelo é mostrado na figura 12.

Figura 12 - Modelo de ordem de serviço para manutenção corretiva

		Ordem de serviço de Manutenção		Nº
Setor:	Equipamento:		TAG:	
Descrição do motivo da Falha:				
Solicitante:		Data da solicitação:	Hora:	
Descrição do serviço de manutenção realizado:				
Materiais Utilizados :			Custo:	
Observações:				
Executante da intervenção:		Data início:	Hora:	
		Data término:	Hora:	
<hr/> Assinatura do responsável técnico do laboratório				

Fonte: próprio autor, 2021

Neste modelo, é necessário preencher os dados do equipamento que parte da enumeração da ordem de serviço, que poderá futuramente ser alvo de análises. Posteriormente, os dados do setor do equipamento que necessita de manutenção se encontram correspondente

ao laboratório, seguido do motivo que originou a falha (se for conhecido) e seu respectivo detector da falha (solicitante) e o momento em que foi identificada a falha (data e hora). Seguidamente, o preenchimento dos campos a adiante deve ser cometido após a realização do serviço de manutenção, descreve-se as atividades executadas (descrição das atividades), o profissional quem as cumpriu (executor), qual instante foi exercido (data e hora), bem como os recursos utilizados (materiais) e gastos gerados (custo). Se aplicável alguma observação pertinente, realizá-la.

Conforme as informações forem geradas, faz-se necessário, para futuros trabalhos e acompanhamentos, a informatização destes registros através de planilhas, e assim facilitar o registro de todos os processos de manutenção realizados nos equipamentos.

Os planos de manutenções gerados estão nos apêndices F ao I, com a informação do equipamento, sua respectiva atividade e o dia em que deverá ser realizado. Com informações para que seja findadas as rotinas de manutenção de forma diária, semanal, mensal, trimestral, semestral e até anual.

5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados expostos, o presente trabalho teve seu objetivo principal atingido, que estimava a elaboração de um plano de manutenção para os equipamentos de laboratório, a partir da atual situação que eles se encontram, baseado no controle de todas as manutenções preventivas denominadas de forma rotineira e através de inspeções.

O sistema de rotular os equipamentos deu identidade a cada um, e oferece a possibilidade de acompanhar as manutenções realizadas de acordo com o cronograma.

Foi possível encontrar, nos roteiros de manutenção de cada equipamento, uma forma sistemática de conservação, que tem como objetivo principal a postergação a vida útil dos equipamentos dentro do laboratório, ao ponto que se inicia com a otimização do tempo nas checagens e buscas pelo acompanhamento geral da saúde do maquinário.

Como resultado esperado após a implementação realizada, espera-se que seja eficaz este método proposto aos equipamentos, com o fim de ter mínimas manutenções ocasionadas por falhas no sistema piloto, e que apresentem uma disponibilidade efetivamente elevada, assim como níveis de confiabilidade elevados.

O intuito maior em gerar está manutenção de rotina, que tem como responsável os operadores e/ou técnico do laboratório, é a perspicácia dos alunos usuários do laboratório no que se diz respeito a conservação e organização do ambiente de trabalho, ao passo que estimulam suas responsabilidades, havendo maior comprometimento nas atividades desenvolvidas.

Para trabalhos futuros é recomendado inserir os acompanhamentos e observações em gráficos de desempenho, para possíveis mudanças nos planos de manutenções dos equipamentos envolvidos, e até mesmo extensão as outras áreas do laboratório da instituição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. T. **Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade**. 2000. Disponível em: <https://mtaev.com.br/wp-content/uploads/2018/02/mnt1.pdf> . Acesso em 01 nov. 2021.

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção mecânica industrial: conceitos básicos e tecnologia aplicada** - São Paulo: Érica, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: **Informação e documentação: Referências**. Rio de Janeiro, 1994.

BRANCO FILHO, B. Gil. **A organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. 1. ed. Rio de Janeiro-RJ: Editora Ciência Moderna, 2008.

CASTRO NETO, O. P. de. **Determinação da priorização de equipamentos para manutenção por método de criticidade** – estudo de caso - Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pampa, Engenharia Mecânica, p.73. 2017.

COSTA, M. de A. **Gestão estratégica de manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional** - Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, p.103. 2013.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Mini Aurélio Século XXI: o dicionário da língua portuguesa**. 4 ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2000.

FOGLIATO, Flavio. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Editora: Elsevier, 2009. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595154933/>. Acesso em: 23 out. 2021

GREGÓRIO, G .F. P.; SANTOS, D. F.; PRATA, A. B. **Engenharia de manutenção**. Porto Alegre. Editora: SAGAH, 2018. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595025493/>. Acesso em: 07 set. 2021.

GROOVER. M. P. **Introdução aos Processos de Fabricação**. Rio de Janeiro. Editora do Grupo GEN: LTC, 2014, Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2640-4/>. Acesso em: 07 set 2021.

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção: Função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção: Função estratégica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

KRATOCHVIL, R. **Fresamento de acabamento em altas velocidades de corte para eletrodos de grafita industrial**. Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade federal de Santa Catarina, Florianópolis, p. 119. 2004.

PEKELMAN, H.; MELLO JUNIOR, A. G. **A importância dos laboratórios no ensino de engenharia mecânica**. Congresso Brasileiro de ensino de engenharia, 2004.

ROHDE, R. **Metalografia: Preparação de Amostras**. Santo Ângelo: URI, 2010.

SANTOS, G. A. dos. **Tecnologia dos materiais metálicos: propriedades, estruturas e processos de obtenção** / Givanildo Alves dos Santos. – São Paulo: Érica, 2015.

SELEME, R. **Manutenção industrial: mantendo a fábrica em funcionamento**. Curitiba: Intersaberes, 2015

SILVA, André Luiz Carneiro; SILVEIRA, Caio Henrique Vilas Boas; GALLINA, Gabriel Medeiros; BRITO, Hélio Xavier. GONÇALVES, Joaquim Pedro. **Prensa Hidráulica Automatizada**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. Campus São José dos Campos. São José dos Campos. 2017

SOUZA, A. L. B.; SANTOS, J. S.; SILVA, J. C.; BRAGA, D.; NETO, J. I. H. T. **Gestão da Manutenção no setor de produção de açúcar em uma indústria sucroalcooleira**. In: XXXVIII Encontro Nacional De Engenharia De Produção, Maceió, 16 a 19 de out. de 2018.

SOUZA, E. D. de. **Estudo comparativo para fabricação de peças aeronáuticas: forjamento x usinagem** -Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - Guaratinguetá, p. 85, 2014.

VILLANUEVA, M. M. **A importância as manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação** / Marina Miranda Villanueva– Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2015.

XENOS, H.G. **Gerenciando a manutenção produtiva: Melhores práticas para eliminar falhas nos equipamentos e maximizar a produtividade**. Editora Falconi, 2014..

Apêndice C: Roteiro de Manutenções Preventivas e Inspeções: Politriz Lixadeira Metalográfica de Velocidade Variável “PLF DV”


<p align="center">Roteiro de Manutenções Preventivas e Inspeções</p> <p>Equipamento: Politriz Lixadeira Metalográfica de Velocidade Variável “PLF DV” TAG: D114-LIX-001</p> <p>Responsável: Hélio Viana Ferreira</p> <p>Elaborado por: 30/11/2021</p> <p>Revisado por: Mariane Gomes</p> <p>Data revisão: 12-18 (março, junho, set, dez)</p>																																						
Item	Descrição	Recursos	Condição de Verificação	Frequência	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
1	Verificar estado do cabo de alimentação	Mãmanal	D	Diária																																		
2	Inspeção visual	Visual	D	Diária																																		
3	Inspeção auditiva	Auditivo	L e LO	Diária																																		
4	Inspeção olfativa	Olfativo	L e LO	Diária																																		
5	Realizar limpeza dos resíduos de polimento	Flanela de algodão	D	Diária																																		
6	Verificar componentes rodantes	Visual	DL	Semanal																																		
7	Verificar componentes fixos	Visual	DL	Semanal																																		
8	Lubrificar o prato intercambiável	Óleo protetivo	D	Semanal																																		
	Verificar funcionamento da regulagem de velocidade de rotação	Visual e manual	QS	Semanal																																		
10	Verificar regulador de vazão de água	Visual e manual	D	Mensal																																		
11	Verificar estado da cuba de drenagem	Visual e manual	D	Mensal																																		
	Verificar funcionamento do botão parada de emergência	Visual e manual	L e LO	Mensal																																		
13	Verificar funcionamento do painel digital	Visual e manual	QS	Mensal																																		
14	Verificar inversão de giro do prato	Visual e manual	QS	Mensal																																		
15	Verificar performance do equipamento	Visual e manual	LO	Trimestral																																		
16	Verificar os encaixes dos aros de proteção	Visual e manual	D	Trimestral																																		
17	Verificar existência de pontos de oxidação	Visual e manual	D	Trimestral																																		
<p>CONSIDERAÇÕES: TODAS AS ATIVIDADES DESCRITAS COM FREQUENCIA DIARIA, PODERÃO SER REALIZADAS CONFORME A UTILIZAÇÃO DA MÁQUINA, JÁ ATIVIDADES DESCRITAS FORA DO INTERVALO DE 1 MÊS, ESPECIFICAR NÃO APLICA VEL</p> <p>OBSERVAÇÕES:</p>																																						



LEGENDA : EXECUTAR COM A MAQUINA

D Desligada
L ligada
DL Desligada e ligada
LO Ligada operando
QS Qualquer situação

Apêndice E: Roteiro de Manutenções Preventivas e Inspeções: Fresadora e Furadeira de Bancada MR – 201 Manrod

Roteiro de Manutenções Preventivas e Inspeções																																						
 <p> Equipamento: Fresadora e Furadeira de Bancada MR – 201 Manrod TAG: D113-FRE-001 Responsável: Hilgo Viana Ferreira Elaborado por: 30/11/2021 Revisado por: Marines Gomes Data revisão: </p>															<p> Mês/Ano Semanal 04 a 07 11 a 14 18 a 21 25 a 28 Mensal 25º ao 31º dia do mês Anual Junho </p>																							
Item	Descrição	Recursos	Condição de Verificação	Frequência	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
1	Verificar estado do cabo de alimentação	Manual	D	Diária																																		
2	Inspeção visual	Visual	D	Diária																																		
3	Inspeção auditiva	Auditivo	L e LO	Diária																																		
4	Inspeção olfativa	Olfativo	L e LO	Diária																																		
5	Verificar estabilidade da mesa e fixação da máquina	Manual	D	Diária																																		
6	Completar o lubrificante	Óleo lubrificante (não especificado pelo fabricante)	D	Diária																																		
7	Realizar limpeza dos cavacos e poeira da máquina	Flanela de algodão	D	Diária																																		
8	Lubrificar a mesa	Óleo desengripante	D	Diária																																		
9	Verificar componentes rodantes	Visual	DL	Semanal																																		
10	Verificar componentes fixos	Visual	DL	Semanal																																		
11	Verificar existência de pontos de oxidação	Visual e manual	D	Semanal																																		
12	Verificar funcionamento dos rodos de velocidade	Visual e manual	QS	Semanal																																		
13	Verificar fluidez no deslocamento da mesa	Visual e manual	QS	Semanal																																		
14	Verificar performance do equipamento	Visual e manual	LO	Semanal																																		
15	Verificar funcionamento botão parada de emergência	Visual e manual	D	Semanal																																		
16	Limpar o parafuso transversal	Flanela de algodão	D	Semanal																																		
17	Lubrificar o parafuso transversal	Óleo lubrificante (não especificado pelo fabricante)	D	Semanal																																		
18	Lubrificar a superfície deslizante e peças gratorótas	Óleo lubrificante (não especificado pelo fabricante)	D	Semanal																																		
19	Verificar existência de vazamentos	Visual e manual	D	Mensal																																		
20	Verificar inversão de giro (horário, anti-horário)	Visual e manual	D	Mensal																																		
21	Ajustar folgas (esquerda-direita, frente-trás)	Manual de ajustes	D	Mensal																																		
22	Lubrificar eixo e rolamento sem fim	Óleo lubrificante (não especificado pelo fabricante)	D	Mensal																																		
23	Verificar ajuste da mesa	Manual de ajustes	D	Anual																																		
24	Verificar parte elétrica em geral	Visual e Manual	D	Anual																																		
CONSIDERAÇÕES																																						
TODAS AS ATIVIDADES DESCRITAS COM FREQUÊNCIA DIÁRIA, PODERÃO SER REALIZADAS CONFORME A UTILIZAÇÃO DA MÁQUINA, JÁ ATIVIDADES DESCRITAS FORA DO INTERVALO DE 1 MÊS, ESPECIFICAR NÃO APLICÁVEL.																																						
OBSERVAÇÕES:																																						

Apêndice I: Plano de manutenção Trimestral, Semestral e Anual

TRIMESTRAL															
Equipamentos	Atividade	TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4				
		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez		
Contadora metalografica D114-COR-001	Limpeza reservatório interno	01-05 do mês			01-05 do mês							01-05 do mês			
	Trocar líquido refrigerante reservatório	01-05 do mês			01-05 do mês							01-05 do mês			
	Verificar funcionamento do botão parada de emergência		06-11 do mês			06-11 do mês							06-11 do mês		
	Indicação luminosa do início de procedimento		06-11 do mês			06-11 do mês								06-11 do mês	
Embutidora D114-EMB-001	Verificar funcionamento do sistema de resfriamento		06-11 do mês			06-11 do mês							06-11 do mês		
	Verificar performance do equipamento			12-18 do mês			12-18 do mês							12-18 do mês	
	Verificar os encaixes dos aros de proteção			12-18 do mês			12-18 do mês							12-18 do mês	
Lixadeira poltriz D114-LIX-001	Verificar existência de pontos de oxidação			12-18 do mês			12-18 do mês							12-18 do mês	
	Verificar funcionamento do manipulador e fuso de ajuste	19-23 do mês			19-23 do mês									19-23 do mês	
SEMESTRAL															
Equipamentos	Atividade	SEMESTRE 1			SEMESTRE 2			SEMESTRE 2			SEMESTRE 2				
		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez		
Embutidora D114-EMB-001	Verificar funcionamento da válvula de alívio de pressão		x						x						
	Verificar funcionamento do manômetro		x						x						
Prensa Hidráulica D113-PRE-001	Verificar o funcionamento do aviso sonoro		x						x						
	Realizar ciclo de subida e descida		x						x						
	Completar óleo hidráulico		x						x						
Inspeccionar kit vedação		x						x							
ANUAL															
Equipamentos	Atividade	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez		
							x								
Fresadora e fundeadeira D113-FRE-001	Verificar ajuste da mesa						x								
	Verificar parte elétrica em geral						x								