

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE MECÂNICA
CURSO DE TECNOLOGIA EM FABRICAÇÃO MECÂNICA**

ALICE TIEMI INAMASSU DO NASCIMENTO

PLANO DE MANUTENÇÃO PARA O LABORATÓRIO DE USINAGEM

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2017

ALICE TIEMI INAMASSU DO NASCIMENTO

PLANO DE MANUTENÇÃO PARA O LABORATÓRIO DE USINAGEM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial à obtenção do Título de Tecnólogo em Fabricação Mecânica, do Departamento de Mecânica/Coordenação de Mecânica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa.
Orientador: Prof. Paulo Sérgio Parangaba Ignácio.

PONTA GROSSA

2017



TERMO DE APROVAÇÃO

Plano de Manutenção para o Laboratório de Usinagem

por

Alice Tiemi Inamassu do Nascimento

Este Trabalho de Diplomação foi apresentado em 17/11/2017, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Fabricação Mecânica. O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Paulo Sérgio Parangaba
Prof. Orientador

Prof. Ma. Heliety Rodrigues Borges
Barreto
Membro titular

Prof. Me. José Roberto Okida
Membro titular

Prof. Dr. Oscar Regis Junior

Prof. Dr. Luciano Augusto Lourençato
Responsável pelos Trabalhos Diplomação

Coordenador do Curso
UTFPR - Campus Ponta Grossa

Agradeço em primeiro lugar a Deus que iluminou o meu caminho durante esta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Nos próximos parágrafos quero deixar por escrito a minha gratidão e agradecimento as pessoas que fizeram parte dessa etapa da minha vida e também das que já faziam parte e que sempre estiveram ao meu lado.

Primeiramente agradeço aos meus pais, irmãos, prima, tios e tias, pois sempre me apoiaram, deram conselhos e incentivaram com relação aos estudos. Sem a ajuda deles seria muito mais difícil chegar até aqui e realizar meus sonhos e objetivos.

Aos meus colegas de turma, que me ajudaram nos momentos de dificuldades e dúvidas. Pela convivência que foi ótima, por tornarem os dias letivos mais agradáveis, engraçados e divertidos. Pela união, parceria, apoio e por me tratarem de igual para igual, mesmo eu sendo a “única” menina da turma.

Aos meus amigos que sempre estão ao meu lado, tanto nos momentos de felicidade quanto nos momentos de tristeza, por sempre estarem dispostos a conversar, aguentam meus momentos de revolta e mau humor. E por todos os momentos de descontração e alegria que já vivemos. E agradeço em especial a minha amiga Fernanda Kovalski, que é minha melhor amiga há anos, está presente em todos os momentos da minha vida, ajudando-me, aconselhando e apoiando.

A Márcia Kovalski, que considero como uma segunda mãe. Sempre desejou meu melhor, me incentivou, deu conselhos, dicas, apoio e está sempre disposta a me ajudar. Ajudou desde as inscrições nos vestibulares, e hoje me ajuda na elaboração do tcc, tirando as minhas dúvidas mais bobas.

Agradeço ao meu ex-orientador Prof. M.Sc. André Hekerman Buss, (por motivos particulares teve de se afastar) por sanar minhas dúvidas, pelas explicações e por sempre estar disposto a me ajudar e auxiliar. Sem a ajuda dele enfrentaria muito mais dificuldades.

Ao professor Paulo Sérgio Parangaba Ignácio por ter aceitado prontamente e de forma paciente o convite para me orientar na etapa final de execução do trabalho, me auxiliando e cooperando para a conclusão do trabalho. A sua serenidade foi confortante.

Ao Técnico do laboratório Eriel e ao professor Marcelo Carvalho, que me ajudaram com suas explicações, me esclarecendo algumas dúvidas e estiveram disponíveis nos momentos que precisei.

Gostaria de ressaltar meu agradecimento a todas as pessoas citadas acima, cada uma foi de extrema importância na minha caminhada até aqui, e com certeza permanecerão ao meu lado nos próximos desafios. Gratidão!

Após longo período em que foi considerada o “mal necessário” da função produtiva, reconhece-se hoje, na manutenção uma das áreas mais importantes e actantes da actividade industrial através do seu contributo para o bom desempenho produtivo (...) (CABRAL, José Paulo Saraiva, 2006).

RESUMO

NASCIMENTO, Alice. **Plano de Manutenção para o Laboratório de Usinagem.** 2017. 90. Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia em Fabricação Mecânica – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

Este trabalho tem por objetivo elaborar um plano de manutenção preventiva para os equipamentos presentes no laboratório de usinagem, que pertence ao departamento de mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa, visto que, este não possui nenhum tipo de plano de manutenção. O plano de manutenção é essencial quando o assunto é máquinas, pois além de prevenir acidentes de trabalho, também minimiza o número de máquinas paradas por quebras indesejáveis, sem contar que o plano proporciona uma organização das atividades. Dessa forma o manutentor sempre saberá quando é preciso fazer algum reparo e terá sempre o material necessário em mãos para tal tarefa, seja com as ferramentas necessárias ou até mesmo com uma peça, para uma possível troca se este processo estiver incluso no cronograma de manutenção. Máquinas em perfeito estado de funcionamento geram maior eficiência ao processo, obtendo assim produtos ou peças com acabamentos e dimensões desejadas. Equipamentos parados por motivo de quebra ou para algum reparo indesejado significa perdas, seja em um Laboratório de uma Universidade, como é o caso, ou nas indústrias. Para evitar tais perdas é necessária a criação de um plano de manutenção, que será uma espécie de guia para as pessoas que fizerem parte da manutenção, pois nele conterá as informações essenciais para um bom funcionamento dos equipamentos.

Palavras-chave: Manutenção de Laboratório 1. Plano de Manutenção 2. Quebras de Máquinas 3. Funcionamento 4.

ABSTRACT

NASCIMENTO, Alice. **Plano de Manutenção para o Laboratório de Usinagem.** 2017. 90. Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia em Fabricação Mecânica – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

This study aims to develop a preventive maintenance plan for the equipment present in the machining laboratory, which belongs to the mechanical department of the Federal Technological University of Paraná, it does not have any kind of maintenance plan. The maintenance plan is essential when it comes to machines, as well to as prevent accidents, also minimizes the number of stops machines due to undesirable breaks, not to mention that the plan provides an organization of activities. Thus the manutentor always knows when you need to do some repair and always have the necessary materials on hand for such a task, either with the necessary tools or even a piece for a possible exchange if this process is included in the maintenance schedule. Machine in perfect working order, generate greater efficiency to the process, thus obtaining parts with desired finishes and dimensions. Stationary equipment for breaking ground or some unwanted repair means losses, whether in a laboratory of a university, as is the case, or in industries. To avoid such loss is necessary to create a maintenance plan, which will be a kind of guide for people who are part of the maintenance because it contains essential information for the proper functioning of equipment.

Keywords: Laboratory Maintenance 1. Maintenance plan 2. Machine breaks 3. Operation 4.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Compressores presentes no laboratório de usinagem	40
Figura 2: Chave contatora, manômetro e válvula de emergência (ficam localizados no canto superior direito do compressor)	41
Figura 3: Filtro, correia, válvula direcionadora e pressostato	42
Figura 4: Purgador (indicado pela seta vermelha)	43
Figura 5: Indicado pelas setas vermelhas tem-se os pontos de lubrificação do eixo e indicado pelas setas azuis tem-se o visor de lubrificação nos compressores utilizados pelo laboratório de Usinagem	43
Figura 6: Tornos presentes no laboratório de Usinagem	45
Figura 7: Visores dos níveis de óleo das Caixas Norton dos tornos presentes no laboratório.	46
Figura 8: Visores de níveis de óleo do Carro Principal dos tornos presentes no laboratório.....	47
Figura 9: Barramento do torno.....	48
Figura 10: Indicadas pelas setas as regiões dos tornos que necessitam de lubrificação.	48
Figura 11: Outras regiões dos tornos que necessitam de lubrificação.....	49
Figura 12: Mais regiões dos tornos que necessitam de lubrificação.	49
Figura 13: Regiões no cabeçote móvel do torno que necessitam de lubrificação.	50
Figura 14: Torno American.....	52
Figura 15: Nível de Óleo do torno American.....	53
Figura 16: Torno Mello.....	55
Figura 17: Mesa do torno Mello.....	56
Figura 18: Caixa de Rotação do torno Mello.....	56
Figura 19: Reservatório do Óleo Lubrificante do torno Mello	57
Figura 20: Fresadora Diplomat 3001 (fresadora 1 e fresadora 2).....	59
Figura 21: Mesa da Fresadora.....	60
Figura 22: Pontos de Lubrificação.....	60
Figura 23: Tubulações de lubrificação da fresadora Diplomat 3001	61
Figura 24: Canais de distribuição do lubrificante da fresadora Diplomat 3001 .	61
Figura 25: Nível De Óleo das fresadoras 1 e 2.....	62

Figura 26: Nível De Óleo das fresadoras 1 e 2.....	64
Figura 27: Região da morsa onde é necessária lubrificação	65
Figura 28: Serra Elétrica	66
Figura 29: Pinos Graxeiros da serra elétrica	66
Figura 30: Redutor da serra elétrica	67
Figura 31: Esmeris.	69
Figura 32: Retificadora Clever.....	71
Figura 33: Nível de Óleo da Retificadora Clever	72
Figura 34: Furadeiras de bancada Ferman F1	73
Figura 35: Fresadora de Engrenagens Model H (foto frontal e lateral).....	75
Figura 36: Barramentos da Fresadora de Engrenagem Model H	75
Figura 37: Nível de óleo Fresadora Model H	76
Figura 38: Máquina de Eletroerosão (Foto frontal e lateral).....	78
Figura 39: Torno CNC Romi Galaxy 15s.....	80
Figura 40: Fresadora CNC Romi Bridgeport	82
Figura 41: Nível de Óleo da Fresadora CNC Romi Bridgeport	82
Figura 42: Modelo de planilha para criação do Indicador de Desempenho	84
Figura 43: Planilha indicando os dados que deverão ser colocados na planilha da figura 44	85
Figura 44: Planilha onde se insere os dados para a criação do gráfico de indicador de desempenho	85
Figura 45: Exemplo de gráfico de indicador de desempenho	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Relação de máquinas presentes no laboratório de usinagem	33
Quadro 2: Modelo de aviso para equipamento interdito	34
Quadro 3: Modelo de aviso para máquina com danos.....	35
Quadro 4: Modelo de Ordem de Serviço	37
Quadro 5: Modelo de Requisição de Materiais	38
Quadro 6: Modelo de aviso de manutenção preventiva.....	39
Quadro 7: Plano de Manutenção do Compressor Schulz.....	44
Quadro 8: Plano de Manutenção do Torno Nardini.....	51
Quadro 9: Plano de Manutenção do Torno American.....	54
Quadro 10: Plano de Manutenção do Torno Mello	58
Quadro 11: Plano de Manutenção da Fresadora Diplomat 3001	63
Quadro 12: Plano de Manutenção das Morsas Schulz.	65
Quadro 13: Plano de Manutenção da Serra Elétrica Alje.....	68
Quadro 14: Plano de Manutenção do Esmeril	70
Quadro 15: Plano de Manutenção Reificadora Clever	72
Quadro 16: Plano de Manutenção Furadeira de Bancada Ferman F1	74
Quadro 17: Plano de Manutenção da Fresadora de Engrenagens Model H.....	77
Quadro 18: Plano de Manutenção da Máquina de Eletroerosão Engemac.	79
Quadro 19: Plano de manutenção do torno Romi Galaxy 15s	81
Quadro 20: Plano de Manutenção da Fresadora CNC Romi Bridgeport	83

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	JUSTIFICATIVA	15
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	Objetivo Geral	15
1.2.2	Objetivos Específicos	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	SEGURANÇA	17
2.2	EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL	17
2.3	CONCEITO DA MANUTENÇÃO	18
2.4	OBJETIVOS DA MANUTENÇÃO	19
2.5	CLASSIFICAÇÃO DA MANUTENÇÃO	20
2.5.1	Manutenção Corretiva	20
2.5.2	Manutenção Preventiva	21
2.5.3	Manutenção Preditiva	22
2.6	DEFINIÇÕES DA MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE	23
2.7	FALHA NOS EQUIPAMENTOS	23
2.7.1	Conceito De Falha	24
2.7.2	Modo De Falha	24
2.7.3	A Causa Das Falhas	24
2.8	GESTÃO DA MANUTENÇÃO	25
2.8.1	Sistemas De Planejamento	25
2.9	CONTROLE DA MANUTENÇÃO	26
2.9.1	Indicadores De Desempenho	26
2.9.2	Custo de Manutenção por Valor de Reposição	29
2.10	A QUALIDADE NA MANUTENÇÃO	30
2.11	PLANO DE MANUTENÇÃO	30
3	MATERIAIS E MÉTODOS	32
3.1	LEVANTAMENTO DE EQUIPAMENTOS	32
3.2	ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL DA MANUTENÇÃO NO LABORATÓRIO DO BLOCO K	34
3.3	SUGESTÃO DE PROCEDIMENTO QUANDO OCORRER FALHA DE EQUIPAMENTO	34
3.4	ELABORAÇÃO DE FICHAS TÉCNICAS	35
3.4.1	ELABORAÇÃO DA ORDEM DE SERVIÇO	35
3.4.2	REQUISIÇÃO DE MATERIAIS	38
3.4.3	AVISO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA	38

4	PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS DO LABORATÓRIO DE USINAGEM	40
4.1	Plano de Manutenção dos Compressores Schulz Industrial	40
4.2	Plano de Manutenção dos Tornos Nardini	45
4.3	Plano de Manutenção do Torno American	52
4.4	Plano de Manutenção do Torno Mello.....	55
4.5	Plano de Manutenção das Fresadoras Diplomat 3001	59
4.6	Plano de Manutenção das Morsas Schulz 5	64
4.7	Plano de Manutenção Serra Elétrica Alje.....	66
4.8	Plano de Manutenção dos Motores Esmeris.....	69
4.9	Plano de Manutenção da Retificadora Clever	71
4.10	Plano de Manutenção Furadeira de Bancada Ferman F1.....	73
4.11	Plano de Manutenção Fresadora de Engrenagens Model H.....	75
4.12	Plano de Manutenção da Máquina de Eletroerosão Engemaq	78
4.13	Plano de Manutenção do Torno CNC Romi Galaxy 15S.....	80
4.14	Plano de Manutenção Fresadora CNC Romi Bridgeport.....	81
5	MODELO DE INDICADORES DE DESEMPENHO	84
6	ANALISE DOS RESULTADOS	87
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES FUTURAS	88
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	89

1 INTRODUÇÃO

A manutenção está presente na vida de todos, seja em pequena ou grande escala. Seja apenas no concerto de uma máquina de lavar até pessoas que passam anos trabalhando com a manutenção industrial. Segundo Viana (2009) manutenção é uma palavra derivado do latim Manus tenere, que significa: manter o que se tem. Ela está presente na história desde que se começou a usar instrumentos de produção.

A manutenção de máquinas é importante em uma empresa, ela pode significar lucro ou gastos. Ela significa gastos quando se tem máquinas paradas por quebra, e lucro quando se previnem essas eventuais quebras. Não pode ser vista apenas como uma forma de corrigir problemas, mas sim como uma forma de evitar que os problemas ocorram. Por isso é importante se ter um plano de manutenção preventiva. O plano de manutenção evita parada não planejada, sem falar, que quando se trabalha com máquina em perfeito estado, o resultado obtido são produtos com as tolerâncias desejadas e com a adequada qualidade. Quando se trabalha com uma manutenção preventiva, os riscos de acidentes são menores, o desgaste das máquinas é menor e o lucro é maior.

Como o laboratório da Universidade não possui manutenção periódica e sabendo as vantagens que um plano de manutenção acarreta, vem à proposta de elaboração de um Plano de Manutenção Preventiva para o Laboratório de Usinagem da UTFPR - Campus Ponta Grossa.

Com o plano os alunos terão um laboratório com máquinas funcionando adequadamente, onde poderão colocar em prática no decorrer do semestre tudo que aprenderem na teoria.

A partir da aplicação do Plano de Manutenção necessitará de um acompanhamento permanente para funcionar e para isso conta-se com a colaboração dos encarregados por cuidarem do laboratório.

1.1 JUSTIFICATIVA

A busca e o interesse das empresas pela área da gestão da manutenção vêm crescendo cada vez mais, mostrando a importância que a manutenção possui.

E pelo fato do laboratório de usinagem do Campus Ponta Grossa não possuir um Plano de Manutenção Preventiva, esse trabalho foi proposto, para que os equipamentos recebam a manutenção adequada, no tempo adequado, tornando assim o laboratório um lugar onde de fato seja possível processar peças de qualidade, e também onde os resultados obtidos estejam de acordo com o do projeto. Havendo maior segurança, e disponibilidade dos equipamentos.

Pelo fato do laboratório ser um espaço público, onde a uma grande rotatividade de pessoas, que utilizam os equipamentos. O Plano de Manutenção Preventiva será útil na organização do laboratório, assim qualquer pessoa antes de começar a mexer nos equipamentos, irá olhar o plano e ver o que já foi feito, e o que será necessário fazer. Até mesmo pessoas que não possuam um conhecimento aprofundado sobre manutenção, conseguirão realizar alguns dos procedimentos.

Os responsáveis pelo laboratório deverão manter o Plano de Manutenção sempre ativo, cobrando cuidado da parte dos alunos ou de qualquer pessoa que utilize os equipamentos. Lembrando que o plano deve ser atualizado quando existir a necessidade.

1.2 OBJETIVOS

Nos itens 1.2.1 e 1.2.2 serão apresentados os objetivos gerais e específico respectivamente, pelos quais o Plano de Manutenção Preventivo foi proposto.

1.2.1 Objetivo Geral

Elaboração de um Plano de Manutenção Preventivo com o objetivo de minimizar quebras e/ou falhas indesejadas nos equipamentos e para que os responsáveis pelo laboratório possuam maior controle dos motivos das paradas, assim será possível identificar as causas, buscar soluções e o laboratório terá mais

equipamentos disponíveis e em bom estado para uso tanto para aulas práticas, como para alunos e professores que utilizam os equipamentos para diversos fins.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Definir quando será necessário fazer inspeções, troca de peças e adição ou troca de lubrificante.
- Detalhar como será feita a manutenção.
- Elaborar fichas técnicas para a manutenção.
- Elaborar indicadores de desempenho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão apresenta conceitos da Manutenção, Controle, Organização e Gestão da Manutenção.

2.1 SEGURANÇA

Muitas vezes o manutentor precisa aproximar-se das máquinas em funcionamento, o que acaba gerando vários riscos com relação a sua segurança. As empresas prezam pela segurança de seus funcionários e fazem de tudo para que eles se conscientizem dos riscos que correm e hajam de forma segura. A maioria dos funcionários até sabem os riscos, mas por comodidade e/ou confiança acabam por ignorá-los, causando assim os acidentes de trabalho.

Quando os manutentores cumprem as normas e usam os equipamentos de proteção individual (EPI) por vontade própria, isso acaba se tornando um hábito e conseqüentemente diminui o número de acidentes.

2.2 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Equipamentos de proteção individual, conhecidos como EPI's, são objetos utilizados quando determinada função apresenta algum risco para quem está executando ou até mesmo para quem está próximo ao local de execução e servem para proteger quem está exposto a perigos visíveis e não visíveis. Um exemplo de epi são os protetores auriculares, que segundo a NR15 devem ser utilizados obrigatoriamente em ambientes onde o barulho ultrapassa 85 decibéis. Existe uma infinidade de epi's e sua utilização depende do ambiente e dos riscos que a pessoa irá se submeter.

Os epi's normalmente utilizados são: óculos, luvas, toucas, capacetes, mascaras, protetores auriculares, botas e cinto de segurança.

Por mais que pareçam desnecessário os epi's tem extrema importância na segurança, pois são eles que ajudam a evitar acidentes durante a execução das atividades. Muitas vezes eles são ignorados, ou seja, as pessoas não usam e é exatamente nessas ocasiões que pessoas perdem a visão, precisam amputar alguma parte do corpo ou em casos extremos acabam perdendo a vida. Por isso a utilização dos epi's indicados para cada situação é fundamental e indispensável, independente se a pessoa ficará pouquíssimos minutos em uma situação de risco, o uso é obrigatório.

2.3 CONCEITO DA MANUTENÇÃO

Antigamente a manutenção era vista e definida apenas como uma forma de reparar o que estava danificado, equipamentos e máquinas que por algum motivo paravam de funcionar ou quebravam. Muitas vezes a reativação das máquinas era realizada apenas com intuito dela voltar a funcionar, não se importavam com o tempo que ela permaneceria funcionando até uma nova pane.

Um novo conceito de manutenção surgiu, quando aumentou a competitividade entre as empresas, a partir daí a manutenção tornou-se um diferencial.

Manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que possa cumprir a função requerida. (CABRAL, 2006, p.6 apud European Standard EN 13306, 2001).

A manutenção vai muito além de consertar o que está danificado, é necessário que haja um planejamento de ações a serem executadas.

Segundo o livro Telecurso 2000 profissionalizante, Mecânica Manutenção (p.11), manutenção é definida como o conjunto de cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações. Esses cuidados envolvem a conservação, a adequação, a restauração, a substituição e a prevenção.

A manutenção surgiu para prevenir a degradação dos equipamentos, que muitas vezes é causada pelo desgaste natural e pelo uso. A degradação se

manifesta desde a aparência externa dos equipamentos até a perda de seu desempenho, paradas na produção, produtos finais com má qualidade e poluição ambiental.

2.4 OBJETIVOS DA MANUTENÇÃO

O objetivo da manutenção varia conforme a empresa ou local de uma forma geral (universidade, faculdade, consultório...) e onde ela é solicitada. Alguns locais vêem a manutenção como forma de consertar o que parou de funcionar ou quebrou, já outros vêem a manutenção como uma forma de evitar que um equipamento pare de funcionar ou venha a quebrar.

Com o aumento da competitividade as empresas preferem um sistema de manutenção em que suas máquinas funcionem com a máxima eficiência possível, isso significa: alta qualidade do produto final e menor número possível de interrupção durante o período de produção, o que vai gerar respectivamente, melhor qualidade dos produtos oferecidos aos seus clientes e uma receita maior aos cofres da empresa.

A manutenção envolve muitos fatores, como a segurança que deve ser o primeiro ponto a se pensar. É indispensável que haja manutenção em um equipamento que traz algum risco tanto a seu operador, como aos indivíduos que trabalham ao redor ou passam próximo a esse equipamento. Também é indispensável em equipamentos que possam causar riscos de contaminação ao meio ambiente ou qualquer risco a sociedade. Outro ponto é o custo, fator que normalmente as empresas dão mais importância e mantendo-se a manutenção em dia, acaba-se tendo um retorno do investimento e conseqüentemente o preço do produto final também acaba reduzido. Com a manutenção em dia melhora-se a qualidade do produto final, que depende da condição em que o equipamento que o produzirá está. Conseqüentemente aumentará a disponibilidade dos equipamentos o que em uma linha de produção é fundamental para as máquinas tenham seus horários de paradas definidos. Quando a empresa possui um plano de manutenção, não ocorrem atrasos nas linhas de produção.

2.5 CLASSIFICAÇÃO DA MANUTENÇÃO

A manutenção é classificada de acordo com os objetivos e métodos utilizados para sua execução.

Quando ela é executada apenas com o objetivo de corrigir uma falha é classificada como manutenção corretiva.

2.5.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva foi usada por muito tempo na indústria, quando ainda não havia muitos estudos sobre os outros tipos de manutenção.

Manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a colocar um item em condição de executar uma função requerida. (NBR 5462, 1994 apud VIANA, 2009, p.9).

No momento em que o manutentor percebe uma falha, ele pode corrigi-la imediatamente ou pode realizar a manutenção em uma data posterior. Quando realizada em uma data posterior essa manutenção pode ser planejada e programada, mas quando não pode ser adiada é considerada Manutenção Corretiva de Emergência.

“O uso da estratégia Manutenção Corretiva, apenas, leva a uma contínua e lenta degradação das máquinas e da instalação onde poderá acontecer perda de produção, riscos à integridade das instalações, riscos de degradação do meio ambiente e ainda, o que é mais grave, trazer riscos à vida humana, não só dos empregados, mas também dos clientes e usuários dos produtos. Internamente, o ambiente é tenso, as pessoas trabalham por demais preocupadas com o próximo problema e muitas vezes fazendo improvisações.” (BRANCO FILHO, 2008, p.6).

Por ser uma manutenção de baixo custo, algumas empresas ainda optam por ela. Obtém-se mais lucro concertando as máquinas quebradas, do que instalando um programa de inspeção ou revisões periódicas. Para essas empresas mesmo existindo tantos fatores negativos neste tipo de manutenção, ela funciona melhor pelo fator custo x benefício, pois, não é cobrado padrão de qualidade alto de seus clientes em relação aos produtos.

Ainda segundo Branco Filho (2008), muitos acidentes ocorrem por causa do motivo citado acima (preocupação). A taxa de acidente na Manutenção Corretiva é mais elevada do que nos outros tipos de manutenção. Acaba ocorrendo maior perda de produto e a matéria prima não é utilizada com a potência que poderia.

Existe outra opção de manutenção para quem não deseja equipamentos parados em nenhum momento, que é a manutenção preventiva.

2.5.2 Manutenção Preventiva

Como o próprio nome já diz, a manutenção preventiva tem o intuito de prevenir falhas. É o tipo de manutenção mais utilizada nas empresas, evita que as linhas de produção parem por motivo de falhas nos equipamentos.

“É todo o serviço de manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha, ou executado antes da ocorrência da falha, estando em condições operacionais, ou no máximo em estado de defeito” (BRANCO FILHO, 2006, p.78).

Dentro da manutenção preventiva existem outras manutenções, que possui a finalidade de mostrar como o tempo entre as inspeções e reparos são obtidos. São elas: manutenção sistemática (o período entre as inspeções pode ser definido por quilômetros, horas de funcionamento, ciclos de operação e outras variâncias), manutenção preventiva por estado (variância da condição operacional), manutenção preventiva por oportunidade (aproveita quando a máquina está parada e faz a manutenção), manutenção preventiva não sistemática (usa parâmetros como degradação de algum componente).

As desvantagens dessa manutenção é o custo alto, tempo necessário para terminar sua execução, muitas vezes ela é desnecessária ou em alguns casos pode ocorrer falha antes dela ser executada. Por outro lado, a longo prazo é possível recuperar o investimento e até mesmo notar o lucro que essa opção de manutenção trás, pois esse tipo de manutenção evita que linhas de produção parem, que peças fiquem fora das dimensões desejadas e que acidentes de trabalho ocorram. Ela também propicia organização no ambiente de trabalho e despreocupação em relação a quebras indesejadas (claro que quebras podem ocorrer mesmo utilizando-

se a manutenção preventiva, mas são raras as vezes comparando com a manutenção corretiva).

Existe também a manutenção preditiva que considera a carga de trabalho das máquinas e é realizada através de cálculos do desgaste dos equipamentos.

2.5.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva tenta prever quando ocorrerá a falha, essa previsão é feita por meio de monitoramento, medição ou controle estatístico das máquinas ou peças.

“A **manutenção preditiva** é um tipo de ação preventiva baseada no conhecimento das condições de cada um dos componentes das máquinas e equipamentos. Esses dados são obtidos por meio de um acompanhamento do desgaste de peças vitais de conjuntos de máquinas e de equipamentos. Testes periódicos são efetuados para determinar a época adequada para substituições ou reparos de peças. Exemplos: análise de vibrações, monitoramento de mancais.” (TELECURSO 2000 PROFISSIONALIZANTE. Mecânica Manutenção. p.12).

Esse tipo de manutenção é indicado quando reparos e inesperadas falhas acarretam em despesas, no caso da linha de produção parada dar mais prejuízo do que as ações preditivas.

Seu objetivo é determinar o tempo para cada intervenção mantenedora, assim não é preciso a desmontagem para inspeção e consegue-se utilizar os componentes até o máximo de suas vidas úteis.

A manutenção preditiva utiliza diversos métodos (ensaios, monitoração online e vários outros) para detectar os períodos de quando será necessária a manutenção.

A manutenção preditiva pode ser aliada a manutenção centrada na confiabilidade, que analisa o motivo da ocorrência das falhas e elimina-os.

2.6 DEFINIÇÕES DA MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE

Antes de definir o que é manutenção centrada na confiabilidade é necessário saber o que significa confiabilidade.

Confiabilidade é a “capacidade de um Item para realizar sua função específica nas condições e com o desempenho definido durante um período de tempo determinado” (BRANCO FILHO, 2006, p.24).

A manutenção centrada na confiabilidade visa a análise das falhas de equipamentos, procurando encontrar os motivos da falha ter ocorrido, para assim saber como sanar está falha e evitar que ela ocorra novamente. É considerado falha quando um ativo perde a capacidade de exercer a função que deveria. Toda vez que uma falha é identificada é necessário que se liste está falha e indique todos os eventos pelo qual ela ocorreu. Segundo Branco Filho (2006) a maneira como o evento falha pode ocorrer é conhecido como modo de falha. É importante lembrar que algumas falhas podem acontecer por falhas humanas e falhas do projeto, essas falhas também devem ser registradas.

Viana (2009) diz que segundo Smith, a manutenção centrada em confiabilidade busca quatro objetivos:

- Preservar as funções do sistema;
- Identificar modos de falha que influenciem tais funções;
- Identificar a importância de cada falha;
- Definir tarefas preventivas em relação às falhas funcionais;

Encontrando as causas das falhas, o custo com a manutenção diminui, diminuindo também o número de manutenções necessárias e com isso os equipamentos terão mais tempo disponíveis para uso.

2.7 FALHA NOS EQUIPAMENTOS

Geralmente a falha aparece após a máquina mostrar algum sinal de defeito. A seguir serão apresentados alguns tipos de falhas, causas e seus conceitos.

2.7.1 Conceito De Falha

O principal objetivo da manutenção é evitar falhas, tentando eliminá-las. Para que isso seja possível é necessário saber identificá-las, saber quais suas causas e suas consequências. Para que a partir daí seja possível eliminá-las.

A definição de falha para Branco Filho (2006) é: “perda da capacidade de um item realizar sua função específica. Pode equivaler ao termo Avaria” (BRANCO FILHO, 2006, p.48).

Segundo Cabral (2006), a avaria (falha) não necessariamente faz com que a máquina pare de funcionar, ela pode gerar um rendimento abaixo do normal, produção defeituosa e sintomas anormais.

2.7.2 Modo De Falha

São as diversas maneiras e modos com que um equipamento pode vir a falhar, acarretando em uma parada total ou parcial do desempenho de um equipamento.

2.7.3 A Causa Das Falhas

Saber a origem das falhas é fundamental, após a identificação delas consegue-se fazer um planejamento de manutenção baseado nas falhas identificadas.

“O evento ou origem da falha, que pode estar num projeto mal feito, numa fabricação não conforme, no uso indevido ou na degradação do item devido ao desgaste, alteração de características ou falta de manutenção, etc.” (BRANCO FILHO, 2006, p.17).

O livro Novo Telecurso - Profissionalizante de mecânica manutenção (2009), cita algumas causas das falhas, são elas:

Erro de especificação ou de projeto: é quando a máquina ou alguns de seus componentes não correspondem às necessidades de serviço.

Defeito de fabricação: a máquina, contendo elementos falhos, não foi montada corretamente.

Instalação imprópria: desalinhamento dos eixos entre o motor e a máquina acionada. O desalinhamento ocorre devido ao local onde foi assentada a máquina (fundação); sobrecargas; vibrações; trincas; corrosão.

Manutenção imprópria: ocorre perda de ajustes e da eficiência da máquina em razão a sujeira; ausência momentânea ou constante de lubrificação; lubrificação imprópria; superaquecimento por causa da viscosidade em excesso ou insuficiente do lubrificante; falta de reaperto.

Operação imprópria: sobrecarga; choques que causam defeitos e/ou falhas nos componentes das máquinas e equipamentos.

Em algum momento defeitos e falhas aparecem, então a manutenção observa o progresso dos defeitos para fazer a substituição das peças no momento adequado.

2.8 GESTÃO DA MANUTENÇÃO

A gestão da manutenção administra tudo o que está ligado a manutenção: máquinas; equipamentos; custos; planejamento; etc.

“É um conjunto de atos, normas e instruções de procedimentos pertinentes a um sistema de manutenção, que dá o objetivo para a equipe de manutenção como um todo, e para a organização a que ela serve” (BRANCO FILHO, 2008, p.2)

2.8.1 Sistemas De Planejamento

Segundo o livro Novo Telecurso – Profissionalizante Mecânica Manutenção (2009), planejar significa conhecer os trabalhos, os recursos para executá-los e tomar decisões. Isto quer dizer que quem faz o planejamento tem que fazê-lo com antecedência, definindo as ações de manutenção que deverão ser realizadas ao longo de um ciclo. Cabral (2006) diz que algumas vezes o plano precisa ser ajustado em função de elementos técnico-operacionais colhidos na prática.

Para que não haja confusão durante a execução do plano, alguns pontos devem ser levados em conta:

- Como o serviço será realizado;
- O que será feito;
- Quanto tempo levará;
- Quem estará executando;
- Quando ocorrerá;
- Quanto será investido;

Os três primeiros pontos são fundamentais para o planejamento, já os três últimos para a programação. A tomada de decisão quanto a equipamentos e as equipes de manutenção irão funcionar se o plano tiver sido controlado, pois através dele serão obtidas informações que irão orientar tal tomada de decisão.

2.9 CONTROLE DA MANUTENÇÃO

É realizado por meio de dados anteriores, referentes a históricos de quebras e a intervenções já realizadas pelo setor da manutenção. Por meio do histórico é possível ter noção das ações que deverão ser tomadas e planejar novas ações.

2.9.1 Indicadores De Desempenho

Os indicadores de desempenho têm a função de mostrar como está a situação real da manutenção, através da comparação de dados, para que a partir daí seja possível definir metas, meios para atingi-las e por fim acompanhar a evolução das ações tomadas.

Abaixo serão apresentados os indicadores chamados de “Índices de Classe Mundial”, no total são seis e possuem essa denominação, pois a maioria dos países do ocidente a utilizam.

2.9.1.1 TMEF – Tempo médio entre falhas ou mean time between failures (MTBF)

O TMEF é a média do tempo entre as falhas, isto é, o tempo que o equipamento permanece em bom funcionamento até que uma próxima falha ocorra. Na gestão do dia-a-dia é conhecida como o tempo médio entre manutenções corretivas. TMEF é a divisão da soma das horas disponíveis do equipamento para operação (HD), pelo número de intervenções corretivas neste equipamento no período (NC).

$$\text{TMEF} = \frac{\text{HD}}{\text{NC}}$$

(Equação 1)

Este índice nos mostra que se o valor do MTBF for aumentando com o passar do tempo, indica que o número de intervenções corretivas está diminuindo e com isso aumentando o total de horas disponíveis para operação.

2.9.1.2 TMR – Tempo médio de reparo ou mean time to repair (MTTR)

O TMR é o tempo médio necessário que a manutenção utiliza para reparar uma falha, ou então, a média dos tempos utilizados para a manutenção reparar as falhas em um período de análise.

TMR é a divisão entre a soma das horas de indisponibilidade da máquina para uso na produção, durante a manutenção (HIM) pelo o número de intervenções corretivas no período (NC).

$$\text{MTR} = \frac{\text{HIM}}{\text{NC}}$$

(Equação 2)

Quanto menor for o TMR no passar do tempo, significa que melhor está sendo o andamento da manutenção e conseqüentemente menor serão os impactos

na produção, pois com menores tempos de manutenção, mais tempo terão as máquinas disponíveis para serem usadas na produção.

2.9.1.3 TMPF – Tempo médio para falha

O TMPF é utilizado quando algum componente não pode sofrer reparo, ou seja, após falhar precisa ser trocado por um novo. Conseqüentemente o TMR deste componente é zero. O tempo médio para falha é o total de horas disponíveis do equipamento para operação (HD) dividido pelo número de falhas encontradas em componentes que não são reparáveis.

$$\text{TMPF} = \frac{\text{HD}}{\text{N}^\circ \text{ de Falhas}}$$

(Equação 3)

A diferença entre o TMEF e o TMPF, é que o Tempo Médio Entre Falhas é utilizado quando o componente é reparável e o Tempo Médio Para Falha quando o componente não é reparável.

2.9.1.4 DF – Disponibilidade física da máquina

A disponibilidade física (DF) pode variar muito tanto de um setor para outro, como de uma empresa para outra. Pode ser o percentual em que um equipamento está disponível para ser utilizado em operação, em relação ao total de horas do período.

Pode ser calculada segundo as horas trabalhadas (HT) divididas pelas horas totais no período (HG).

$$\text{DF} = \frac{\text{HT}}{\text{HG}} \times 100\%$$

(Equação 4)

Ou também pode ser calculada entre a relação entre o total de horas acumuladas de operação divididas pelo total de horas transcorrido.

HO sendo o tempo total de operação e HM o tempo total de paralisações (preventivas e corretivas).

$$DF = \frac{HO}{HO + HM} \times 100\%$$

(Equação 5)

O índice de disponibilidade física é de extrema importância para a manutenção, pois quanto mais horas de disponibilidade física uma máquina possui, são mais horas de produção. Com este índice também é possível perceber quais equipamentos estão com menor disponibilidade física.

2.9.1.5 CMF – Custo de manutenção por faturamento

Custo de manutenção por faturamento (CMF) são todos os custos relacionados a manutenção que uma empresa possui. Esse custo é calculado através da relação entre os custos total de manutenção dividido pelo faturamento da empresa.

$$CMF = \frac{\text{Custo Total de Manutenção}}{\text{Faturamento da Empresa}}$$

(Equação 6)

2.9.2 Custo de Manutenção por Valor de Reposição

E por fim o índice de custo de manutenção por valor de reposição (CMVR), que é utilizado apenas para os equipamentos mais importantes de uma empresa, pois não a necessidade e gastar-se-ia muito para calcular o custo de todos os equipamentos. O cálculo é feito através do custo total da manutenção do equipamento escolhido, dividido pelo valor de compra do equipamento.

$$CMVR = \frac{\text{Custo Total da Manutenção}}{\text{Valor de Compra}} \times 100\%$$

(Equação 7)

Segundo Viana (2009), $CMPV < 6\%$ no período de um ano é aceitável, dependendo também do retorno financeiro e estratégico dado pelo equipamento analisado, pois pode justificar um custo de manutenção considerado alto.

Os indicadores de desempenho são excelentes para as empresas avaliarem como está sendo o rendimento das máquinas, equipamentos e a qualidade da manutenção, pois, mostra com valores reais o desempenho do dia-a-dia da área relacionada a manutenção da fábrica.

2.10 A QUALIDADE NA MANUTENÇÃO

Qualidade é um fator fundamental dentro das empresas, nos dias de hoje o mínimo que se espera de uma empresa é qualidade em seus produtos. Por ser essencial, tornou-se um fator competitivo entre as empresas. Então cada vez mais as empresas buscam novas tecnologias, novas especializações para seus funcionários e com isso melhorar sempre a qualidade de seus produtos.

A manutenção tem papel fundamental na qualidade do produto final, por isso é tão importante para as empresas possuírem um plano de manutenção adequado, que cumpram com as metas estabelecidas e que satisfaçam as expectativas de seus clientes.

Para que o produto final possua as especificações necessárias é preciso que os equipamentos e máquinas estejam em perfeito estado de funcionamento, isto é, com a manutenção em dia. Só assim será possível o máximo de rendimento, menor número (de preferência zero) de equipamentos parados e máxima qualidade dos produtos.

2.11 PLANO DE MANUTENÇÃO

Quando se deseja organizar e planejar o funcionamento dos equipamentos para que possuam o melhor estado operacional, o plano de manutenção, que

consiste em um conjunto de tarefas, é essencial. Ele é basicamente um conjunto de ações preventivas, com datas específicas para sua execução.

“Um bom plano de manutenção representa a coleção de todas as ações preventivas que devem ser tomadas para evitar as falhas e garantir o bom funcionamento dos equipamentos”. (XENOS, 2004, p.174)

São necessárias algumas informações para que o plano de manutenção consiga ser executado da melhor forma possível, segundo Viana (2009), as informações necessárias são:

Título do plano de manutenção: necessário para vinculá-lo posteriormente algum equipamento.

Grupo de máquina: informar a família a que se aplica o plano.

Periodicidade: o plano deve conter o período em que gerará uma ordem de serviço.

Tipo de dia: informa se a contagem leva em conta dias úteis ou corridos.

Data da ativação: consiste no marco inicial do plano, a partir do qual haverá as contagens para a geração das ordens de serviços.

Equipamento de manutenção: responsável pela execução dos serviços.

Planejador: responsável pelo planejamento.

Material de consumo: são os itens de estoque necessários para realização das tarefas contidas no plano.

Especialidades: informa os mantenedores que irão realizar as tarefas.

EPI's: equipamentos de proteção individual que os mantenedores deverão fazer uso durante as tarefas.

Ferramentas: instrumentos necessários para as tarefas.

Com os dados citados acima, espera-se que o plano de manutenção esteja com as informações necessárias para ser executado com perfeição, garantindo assim a eficiência das ações preventivas e corretivas do setor de manutenção. É importante que o plano de manutenção se encontre sempre em revisão e que os mantenedores proponham alterações nas pautas à medida que notarem necessidade, dessa maneira o plano estará sempre com o melhor conteúdo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração do trabalho fez-se uma pesquisa sobre o estado atual do laboratório de usinagem, localizado no Bloco K, para verificar se havia histórico de manutenção anterior, notas de compra de peça ou serviços... Após verificar-se que não havia, fez-se modelos de fichas técnicas de ordem de serviço, requisição de material, aviso de manutenção preventiva e planos de manutenção para os equipamentos presentes no laboratório.

3.1 LEVANTAMENTO DE EQUIPAMENTOS

Realizou-se um levantamento dos equipamentos, conforme quadro 1, presentes no laboratório do bloco K, para que fosse possível a elaboração do quadro que contém a quantidade, tipo de equipamento, número de patrimônio e a marca.

Quadro 1: Relação de máquinas presentes no laboratório de usinagem

Quantidade	Equipamento	Patrimônio	Marca
2	Compressores	Não identificados	Schulz
1	Torno mecânico	452549	Nardini
1	Torno mecânico	429253	Nardini
1	Torno mecânico	452550	Nardini
1	Torno mecânico	327601	Nardini
1	Torno manual	3276101	American
1	Torno mecânico	335237	Mello
1	Fresadora	452552	Diplomat 3001
1	Fresadora	452551	Diplomat 3001
1	Fresadora	129254	
1	Fresadora manual	327623	Rocco FFR-30
1	Fresadora manual	327622	Rocco FFR-30
4	Morsa	Não encontrado.	Schulz 5
4	Morsa	Não encontrado.	Schulz 5
4	Morsa	Não encontrado.	Schulz 5
1	Serra elétrica	327586	Alje
1	Serra elétrica	452548	Diplomat
1	Esmeril	327576	Não encontrado.
1	Esmeril	327577	Não encontrado.
1	Retificadora	335238	Clever
1	Furadeira de bancada	327564	Ferman F1
1	Furadeira de bancada	327565	Não encontrado.
1	Fresadora de engrenagem manual	327621	Model.H
1	Eletroerosão	335239	Engemaq
1	Torno CNC	27603	Romi Galaxy 15s
1	Fresadora CNC	335236	Romi Bridgeport

Fonte: (BERTOLDO, 2014)

Com o levantamento dos dados dos equipamentos citados acima, é possível elaborar as fichas técnicas necessárias para a gestão da manutenção.

3.2 ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL DA MANUTENÇÃO NO LABORATÓRIO DO BLOCO K

O laboratório de usinagem localizado no bloco K, não possui um plano de manutenção. Alguns equipamentos encontram-se fora de uso, pois estão quebrados, e os que funcionam estão com níveis baixos de óleo ou necessitando algum tipo de manutenção.

O laboratório não apresenta dados de manutenção anteriores, nem mesmo histórico das quebras mais frequentes, material utilizado e dados de peças em estoque. Não foi encontrado controle de vida útil das peças e lubrificantes das máquinas.

3.3 SUGESTÃO DE PROCEDIMENTO QUANDO OCORRER FALHA DE EQUIPAMENTO

Logo que se percebe falha de equipamento é necessário informar o responsável pelo laboratório, para que ele tome as devidas providências que inclui interditar o equipamento colocando um aviso, conforme quadro 2, informando que o equipamento não está disponível para uso e juntamente com o aviso indicar quais foram os danos. Em seguida abrir uma ordem de serviço, para que o problema seja resolvido o mais rápido possível.

Quadro 2: Modelo de aviso para equipamento interditado

<p>AVISO:</p> <p>FAVOR NÃO MEXER NESTE EQUIPAMENTO ATÉ LIBERAÇÃO.</p>

Fonte: Aatoria Própria

O aviso (quadro 2) é de extrema importância e deve conter um tamanho de fonte que chame atenção dos usuários do laboratório, para que todos vejam evitando que ocorram acidentes.

Quadro 3: Modelo de aviso para máquina com danos

MÁQUINA COM DANOS	
Data: ___/___/___	Hora: ___:___
Danos:	Nome: _____
Retorno:	Nome: _____

Fonte: Autoria Própria

No modelo de aviso de máquina com danos, conforme quadro 3, deve-se relatar qual foi o dano que ocasionou a interdição da máquina, dessa forma o mantenedor saberá quais providências tomar. E no campo retorno o mantenedor escreve o que foi feito para solucionar o dano.

3.4 ELABORAÇÃO DE FICHAS TÉCNICAS

As fichas técnicas são documentos que contém as informações necessárias para o cumprimento do plano de manutenção, são elas: Ordem de serviço, requisição de materiais e aviso de manutenção preventiva.

3.4.1 ELABORAÇÃO DA ORDEM DE SERVIÇO

São nas ordens de serviço, conforme quadro 4, se registram quais serão as tarefas executadas pelo setor da manutenção. A ordem de serviço é um documento

básico e deve conter campos onde serão preenchidos com as informações necessárias referentes ao serviço que deverá ser executado. E campo para observações, que deverá ser preenchido pelo manutentor com um *feedback* das atividades executadas.

Na escolha ou elaboração de um modelo de ordem de serviço, devem-se evitar ordens com campos de preenchimentos desnecessários. Qualquer serviço deve ser antecedido por uma ordem de manutenção, tanto os serviços de um programa de manutenção preventiva, quanto uma manutenção corretiva ou modificações.

É necessário que se faça uma avaliação da falha ou dano do equipamento para verificar o grau deste dano e em seguida fazer o levantamento dos materiais necessários para seu conserto.

Algumas perguntas devem ser respondidas ao longo da ordem de serviço, são elas: O que, onde, como, quem e quando.

O que deverá ser feito: a ordem de serviço deverá ter o título do trabalho que será realizado e o tipo de trabalho que deverá ser executado. Sendo uma ordem de manutenção preventiva, deve constar também a periodicidade da revisão, para que as pessoas que utilizam o equipamento saibam por que ele ficará fora de serviço nesse determinado tempo.

Onde o trabalho será executado: Dever estar indicado claramente onde o serviço deverá ser executado e também deve conter o campo onde será preenchido com o código do equipamento. Caso existam equipamentos iguais deve ser especificado na ordem de maneira clara de qual equipamento se trata, para que não ocorra perda de tempo e nem erro durante a localização.

Como o trabalho será executado: Deve estar especificado como será executada a tarefa e quais parâmetros são importantes na tarefa, principalmente se forem trabalhos de manutenção preventiva. Em teoria toda a sequência de trabalhos deve estar descrita na ordem de serviço.

Quando a sequência dos trabalhos for longa e a descrição das tarefas for extensa, uma instrução de manutenção (IM) contendo as informações deve ser anexada junto à ordem de manutenção. A instrução de manutenção deve estar sempre atualizada, para que não ocorra insegurança, trabalhos imperfeitos ou até mesmo acidentes.

Quem fará o trabalho: Indicação de quem irá executar o trabalho.

Quando o trabalho será executado: É importante citar a data e o horário da emissão, recepção e o momento do reparo. Assim como o total de horas e o custo total da manutenção.

Deve conter também um espaço extra para informações adicionais e por fim um local destinado à assinatura do responsável pela manutenção.

Quadro 4: Modelo de Ordem de Serviço

	Departamento de Manutenção Laboratório de Usinagem		
	ORDEM DE SERVIÇO		
Máquina:	Marca:	Patrimônio:	Nº O.S:
Título do Trabalho:			Periodicidade:
TIPO DE DANO:			

EPI'S E FERRAMENTAS NECESSÁRIAS:			

DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DE SERVIÇOS REALIZADOS:			

MATERIAIS UTILIZADOS:			

EMISSÃO:	RECEPÇÃO:	REPARO:	
//_	_/_/_	_/_/_	
__:__	__:__	__:__	
TOTAL DE HORAS: _____		CUSTO TOTAL: R\$ _____	
OBSERVAÇÕES:			
EXECUTANTE:			ASSINATURA:

Fonte: (BERTOLDO, 2014)

3.4.2 REQUISIÇÃO DE MATERIAIS

A elaboração de fichas para a requisição de matérias é de suma importância para o controle do estoque de peças e até mesmo para o controle da saída de peças. Com as fichas de requisição o responsável pelo almoxarifado saberá a necessidade ou não de adquirir novas peças, sem que precise contar as peças.

Na requisição, conforme quadro 5, deve conter: a data, número próprio sequencial, o nome da peça, a quantidade, o nome e assinatura de quem estão solicitando, assinatura do responsável pelo almoxarifado e espaço para observações.

Quadro 5: Modelo de Requisição de Materiais

REQUISIÇÃO DE MATERIAIS		Nº: _____
Laboratório de Usinagem		
QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	
SOLICITANTE: _____		ASSINATURA: _____
ASSINATURA DO RESPONSÁVEL: _____		Data: __/__/__ Hora: __:__
OBSERVAÇÕES:		

Fonte: (BERTOLDO, 2014)

3.4.3 AVISO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

O aviso é necessário quando a manutenção for executada em dias e horários em que o equipamento a ser reparado estaria sendo utilizado. O aviso também deve ser enviado com antecedência.

No aviso, conforme quadro 6, deve constar: nome do responsável pela manutenção, data da parada, o local onde o equipamento está situado, o nome e número do equipamento, horário do início e possível termino do serviço e número do aviso.

Quadro 6: Modelo de aviso de manutenção preventiva

AVISO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA:				
Laboratório:			N°: _____	
Informamos que efetuaremos manutenção preventiva em ___/___/___ no(s) seguinte(s) equipamento(s):				
EQUIPAMENTO	N° DE PATRIMONIO	OPERAÇÃO A REALIZAR	INICIO __ : __	TERMINO __ : __
DATA DA EMISSÃO: __ / __ / ____			NOME DO RESPONSÁVEL: _____	
			ASSINATURA: _____	

Fonte: (BERTOLDO, 2014)

4 PLANO DE MANUTENÇÃO PARA OS EQUIPAMENTOS DO LABORATÓRIO DE USINAGEM

O plano contém as informações necessárias para o bom funcionamento dos equipamentos, citam-se também as partes dos equipamentos que necessitam de uma maior atenção, o período de tempo que deve ser verificado, os epi's que precisaram ser utilizados para garantir maior segurança ao mantenedor, fotos dos equipamentos e dos pontos que necessitam de lubrificação e uma breve explicação do funcionamento dos equipamentos.

Os planos possuem os seguintes períodos: diários (D) ou pré-uso/pós-uso, semanais (S), mensais (M) e semestrais (SM).

4.1 Plano de Manutenção dos Compressores Schulz Industrial

Os compressores são responsáveis por comprimir o ar atmosférico, armazená-lo em cilindros e posteriormente são utilizados como forma de energia para executar trabalho mecânico.

Na figura 1 se tem imagens dos compressores presentes no Campus da UTFPR Ponta Grossa, que são utilizados pelos laboratórios de mecânica, alimentos, eletrônica e química.

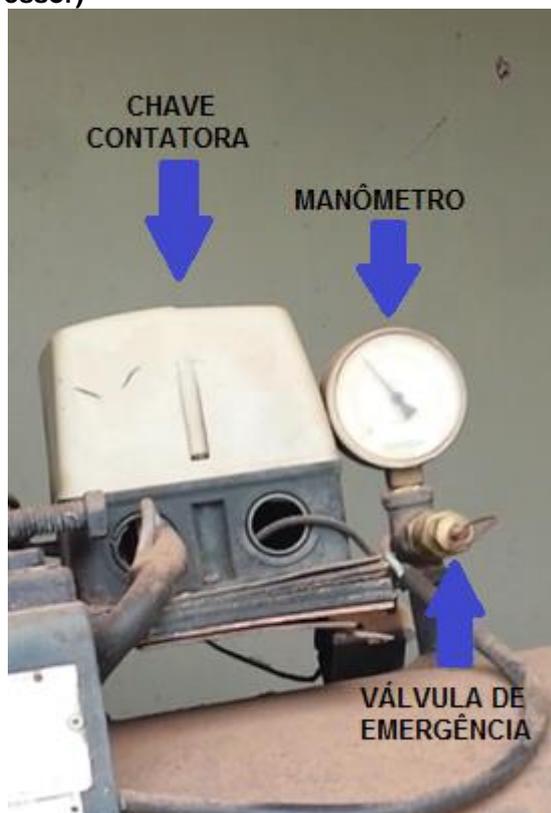
Figura 1: Compressores presentes no laboratório de usinagem



Fonte: Autoria Própria

Os compressores são compostos por um disjuntor geral (ligar e desligar), uma chave contatora que transmite energia girando a correia fazendo com que o eixo gire movimentando os pistões.

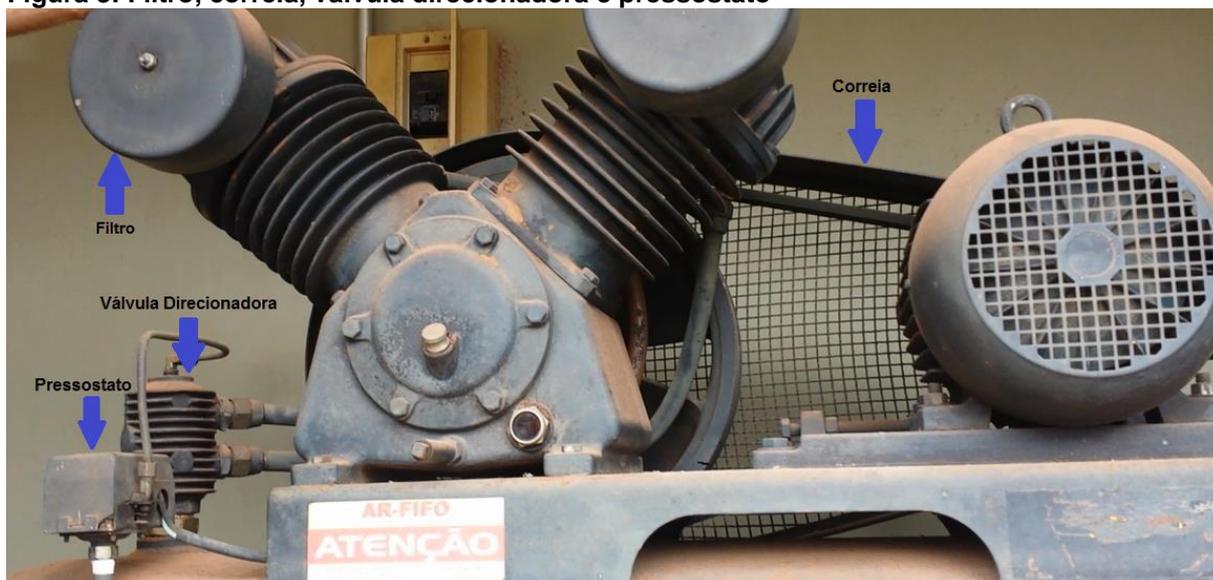
Figura 2: Chave contatora, manômetro e válvula de emergência (ficam localizados no canto superior direito do compressor)



Fonte: Autoria Própria

Conforme figura 3 o ar entra, passa pelo filtro e com o movimento dos pistões é comprimido, após sua compressão é direcionado pela válvula ao cilindro onde fica armazenado. Em cima do cilindro encontra-se um pressostato que é responsável por medir a pressão dentro do cilindro e quando essa pressão atinge o nível programado ele desarma o conjunto.

Figura 3: Filtro, correia, válvula direcionadora e pressostato



Fonte: Aurtoria Própria

O manômetro de verificação (ilustrado na figura 2) indica a pressão de ar que está dentro do cilindro. Abaixo do manômetro existe uma válvula de emergência que desarma o sistema caso a pressão de dentro do cilindro ultrapasse 150 psi.

Na parte inferior do cilindro está localizado o purgador (ilustrado na figura 4) que tem a função de eliminar a água que condensa resultante da compressão do ar. O purgador pode funcionar de forma manual, como vem sendo utilizado no laboratório (sendo esvaziado uma vez por semana, pois o uso do ar esta sendo baixo) ou automático (devendo ser eliminada a água de duas em duas horas, quando ocorre muito uso do compressor).

Figura 4: Purgador (indicado pela seta vermelha)



Fonte: Autoria Própria

O ponto de lubrificação (ilustrado na figura 5) é o local onde se insere o lubrificante. O eixo deve estar sempre lubrificado, por isso é necessário estar sempre observando pelo visor a necessidade de se adicionar mais lubrificante ou se o lubrificante estiver muito sujo é necessário esgotar e colocar um novo lubrificante.

Figura 5: Indicado pelas setas vermelhas tem-se os pontos de lubrificação do eixo e indicado pelas setas azuis tem-se o visor de lubrificação nos compressores utilizados pelo laboratório de Usinagem



Fonte: Autoria Própria

No quadro 7 tem-se a descrição das atividades a serem realizadas com os respectivos períodos de tempo (diários (D) ou pré-uso/pós-uso, semanais (S), mensais (M) e semestrais (SM)), citados anteriormente, e os epi's necessários.

Quadro 7: Plano de Manutenção do Compressor Schulz

PLANO DE MANUTENÇÃO DOS COMPRESSORES SCHULZ				
EPI'S: Óculos de proteção, creme de proteção para as mãos contra óleos e graxas e calçado de segurança.				
Atividades \ Periodicidade	D	S	M	SM
Verificar motor quanto a ruídos anormais.	x			
Verificar lubrificação do motor.			x	
Verificar tensão das correias e caso necessário apertar ou substituir as correias.		x		
Verificar se o pressostato está funcionando de maneira adequada e se não está vazando ar.		x		
Verificar marcação do manômetro.		x		
Verificar reservatório de lubrificante e adicionar lubrificante se necessário.		x		
Verificar nível de lubrificante, completar se necessário.		x		
Verificar se a vazamento de óleo.		x		
Verificar se tem água dentro do cilindro e se tiver retira-la.	x			
Verificar os filtros de ar.			x	
Limpar ou trocar os filtros de ar.			x	
Limpar todo o equipamento, retirando poeira e sujeira.			x	

Fonte: (BERTOLDO, 2014)

4.2 Plano de Manutenção dos Tornos Nardini

Os tornos Nardini Mascote, são tornos universais responsáveis por usinar peças de forma geométrica de revolução, eles podem ser usados tanto na confecção de peças ou para dar acabamento em peças confeccionadas por outro processo de fabricação. Com eles podem ser exercidas diversas operações como: torneiar, facear, abrir rosca e furar com broca.

O laboratório conta com 4 tornos. Abaixo, fotos dos tornos Nardini presentes no laboratório:

Figura 6: Tornos presentes no laboratório de Usinagem



Fonte: Autoria Própria

A Caixa Norton e o carro principal possuem visores onde é possível avaliar a necessidade de se colocar óleo lubrificante. O lubrificante deve estar com o nível de óleo marcando a metade da capacidade máxima.

Conforme figura 7 tem se os visores de óleos referentes aos tornos presentes no laboratório:

Figura 7: Visores dos níveis de óleo das Caixas Norton dos tornos presentes no laboratório.



Fonte: Autoria Própria

O 4º torno ilustrado pela figura 7, não possui visor de nível de óleo no carro principal. Por esse motivo na figura 8 tem se apenas 3 visores.

Figura 8: Visores de níveis de óleo do Carro Principal dos tornos presentes no laboratório.



Fonte: Autoria Própria

Algumas áreas dos tornos necessitam de uma atenção especial e constante, que são as partes que precisam receber lubrificação.

Os barramentos do torno indicado com as setas vermelhas na figura 9 devem receber sempre lubrificação, pelo menos um filme fino de óleo, porque eles ajudam no deslizamento do carro principal.

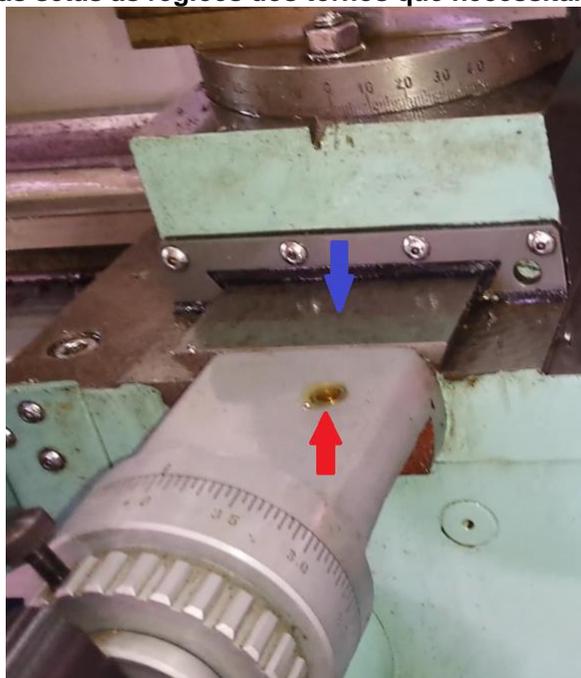
Figura 9: Barramento do torno



Fonte: Aatoria Própria

A região indicada na figura 10 com a seta vermelha deve receber lubrificação com o auxílio de uma almotolia de óleo, essa região possui uma caixa e dentro dessa caixa tem-se uma rosca que auxilia no deslizamento do carro transversal. Já o local indicado com a seta azul, deve receber um fino filme de óleo para auxiliar no movimento do carro transversal.

Figura 10: Indicadas pelas setas as regiões dos tornos que necessitam de lubrificação.



Fonte: Aatoria Própria

Nos quatro pontos indicados na figura 11, também a necessidade de lubrificação com o auxílio da almotolia. Ao lubrificar esses pontos conseqüentemente escorre lubrificante no barramento do carro superior, indicado com a seta azul.

Figura 11: Outras regiões dos tornos que necessitam de lubrificação.



Fonte: Autora (2016)

Os pontos indicados na figura 12 devem ser lubrificados para conseqüentemente lubrificarem o barramento principal.

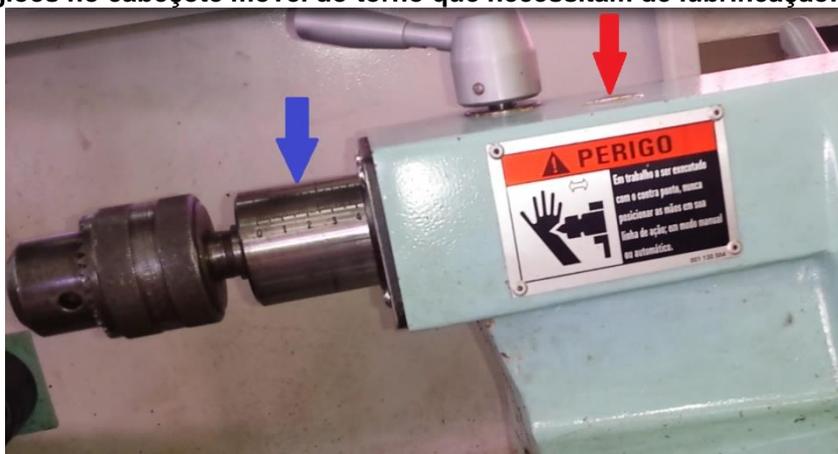
Figura 12: Mais regiões dos tornos que necessitam de lubrificação.



Fonte: Autora (2016)

O cabeçote móvel do torno também deve receber lubrificação no ponto indicado com a seta vermelha na figura abaixo, para o deslizamento do mangote. Também se passa um filme fino de lubrificante por cima do mangote, como indicado na figura abaixo com a seta azul, para que ocorra um melhor deslizamento.

Figura 13: Regiões no cabeçote móvel do torno que necessitam de lubrificação.



Fonte: Autoria Própria

No quadro 8 tem-se a descrição das atividades a serem realizadas com os respectivos períodos de tempo (diários (D) ou pré-uso/pós-uso, semanais (S), mensais (M) e semestrais (SM)), citados anteriormente, e os epi's necessários.

Quadro 8: Plano de Manutenção do Torno Nardini

PLANO DE MANUTENÇÃO DOS TORNOS NARDINI				
EPI'S: Óculos de proteção, creme de proteção para as mãos contra óleos e graxas e calçado de segurança.				
Atividades \ Periodicidade	D	S	M	SM
Verificar motor quanto a ruídos anormais.	x			
Verificar lubrificação do motor.			x	
Verificar tensão das correias e caso necessário substitua o jogo de correias.		x		
Verificar partes deslizantes quanto à lubrificação adequada.	x			
Lubrificar pontos da mesa, cabeçote móvel e engrenagens do recâmbio.		x		
Verificar reservatórios de óleo e adicionar óleo se necessário.		x		
Verificar nível de óleo refrigerante, completar se necessário.		x		
Limpar o equipamento retirando todos os cavacos.	x			
Limpar filtro do tanque de refrigeração.			x	
Verificar se há contaminação dos óleos hidráulicos lubrificantes e refrigerantes se houver contaminação trocá-los.			x	
Verificar o nível do fluido de freio, se necessário completar.		x		
Verificar as condições de lubrificação da placa de 3 castanhas.		x		
Trocar óleo da caixa de roscas.				x
Trocar óleo do avental.				x
Trocar óleo do cabeçote.				x
Trocar a graxa do recâmbio.				x
Trocar a graxa do mancal de fuso.				x
Verificar folgas na régua cônicas.			x	

Fonte: (BERTOLDO, 2014)

O quadro 8 indica os procedimentos necessários para a execução do plano de manutenção, quais as atividades que devem ser analisadas e executadas nos Tornos Nardini presentes no laboratório de usinagem.

4.3 Plano de Manutenção do Torno American

O torno American conforme figura 14 é uma máquina-ferramenta universal que assim como o torno Nardini é responsável por usinar peças de forma geométrica de revolução. Ele pode ser usado tanto na confecção de peças ou para dar acabamento em peças confeccionadas por outro processo de fabricação. Com ele também pode ser exercida diversas operações como: torneiar, facear, abrir rosca e furar com broca.

O torno American possui um próprio sistema de auto lubrificação, sendo necessário apenas manter o nível de óleo no compartimento.

Figura 14: Torno American



Fonte: Autoria Própria

O nível de óleo do torno deve estar entre a linha azul e vermelha (conforme figura 15), a linha azul significa o nível mínimo e a vermelha o nível máximo.

Figura 15: Nível de Óleo do torno American



Fonte: Autoria Própria

No quadro 9 tem-se a descrição das atividades a serem realizadas com os respectivos períodos de tempo (diários (D) ou pré-uso/pós-uso, semanais (S), mensais (M) e semestrais (SM)), citados anteriormente, e os epi's necessários.

Quadro 9: Plano de Manutenção do Torno American

PLANO DE MANUTENÇÃO DO TORNO AMERICAN				
EPI'S: Óculos de proteção, creme de proteção para as mãos contra óleos e graxas, calçado de segurança.				
Atividades \ Periodicidade	D	S	M	SM
Verificar motor quanto a ruídos anormais	x			
Verificar lubrificação do motor			x	
Verificar tensão das correias e caso necessário substitua o jogo de correias.		x		
Verificar partes deslizantes quanto à lubrificação adequada	x			
Lubrificar pontos da mesa, cabeçote móvel e engrenagens do recâmbio.		x		
Verificar reservatórios de óleo e adicionar óleo se necessário.		x		
Verificar nível de óleo refrigerante, completar se necessário.		x		
Limpar o equipamento retirando todos os cavacos	x			
Limpar filtro do tanque de refrigeração			x	
Verificar se há contaminação dos óleos hidráulicos lubrificantes e refrigerantes se houver contaminação trocá-los.			x	
Verificar o nível do fluido de freio, se necessário completar.		x		
Verificar as condições de lubrificação da placa de 3 castanhas.		x		
Trocar óleo da caixa de roscas.				x
Trocar óleo do avental.				x
Trocar óleo do cabeçote.				x
Trocar a graxa do recâmbio.				x
Trocar a graxa do mancal de fuso.				x
Verificar folgas na régua cônicas.			x	

Fonte: (BERTOLDO, 2014)

4.4 Plano de Manutenção do Torno Mello

O torno Mello possui sistema de lubrificação automática e como os outros tornos são responsáveis por usinar peças de forma geométrica de revolução. Podem ser usados tanto na confecção de peças ou para dar acabamento em peças confeccionadas por outro processo de fabricação. Com eles podem ser exercidas diversas operações como: torneiar, facear, abrir rosca e furar com broca.

Na figura 16 tem se a foto do torno Mello presente no laboratório.

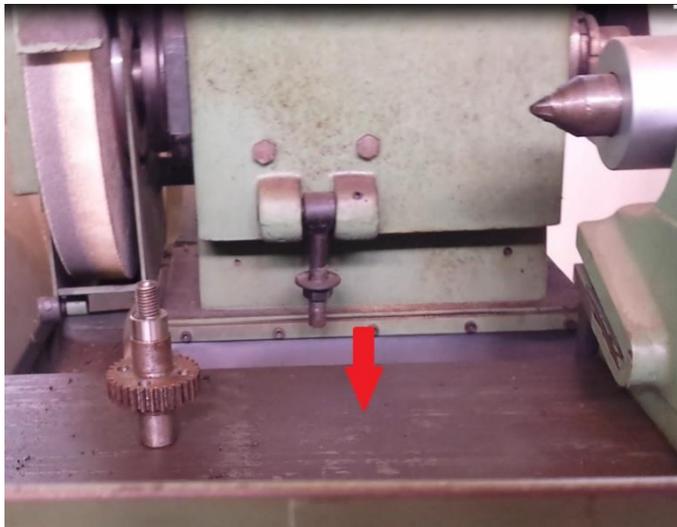
Figura 16: Torno Mello



Fonte: Autoria Própria

Na mesa do torno é necessário colocar um filme fino de óleo lubrificante, como indicado na figura 17.

Figura 17: Mesa do torno Mello



Fonte: Autoria Própria

Na figura 18 se tem a caixa de rotação, que possui um compartimento (indicado pela seta vermelha) onde se coloca óleo para lubrificar a caixa de rotação.

Figura 18: Caixa de Rotação do torno Mello



Fonte: Autoria Própria

Na figura 19 tem se a imagem do reservatório de óleo, que serve para fazer a lubrificação automática dos pontos onde à necessidade de lubrificação.

Figura 19: Reservatório do Óleo Lubrificante do torno Mello



Fonte: Autoria Própria

No quadro 10 tem-se a descrição das atividades a serem realizadas com os respectivos períodos de tempo (diários (D) ou pré-uso/pós-uso, semanais (S), mensais (M) e semestrais (SM)), citados anteriormente, e os epi's necessários.

Quadro 10: Plano de Manutenção do Torno Mello

PLANO DE MANUTENÇÃO DO TORNO MELLO				
EPI'S: Óculos de proteção, creme de proteção para as mãos contra óleos e graxas e calçado de segurança.				
Atividades \ Periodicidade	D	S	M	SM
Verificar motor quanto a ruídos anormais	x			
Verificar lubrificação do motor		x		
Verificar tensão das correias e caso necessário substitua o jogo de correias.		x		
Verificar partes deslizantes quanto à lubrificação adequada	x			
Lubrificar pontos da mesa, cabeçote móvel e engrenagens do recâmbio.		x		
Verificar reservatórios de óleo e adicionar óleo se necessário.		x		
Verificar nível de óleo refrigerante, completar se necessário.		x		
Limpar o equipamento retirando todos os cavacos	x			
Limpar filtro do tanque de refrigeração			x	
Verificar se há contaminação dos óleos hidráulicos lubrificantes e refrigerantes se houver contaminação troca-los.			x	
Verificar o nível do fluido de freio, se necessário completar.		x		
Verificar as condições de lubrificação da placa de 3 castanhas.		x		
Trocar óleo da caixa de roscas.				x
Trocar óleo do avental.				x
Trocar óleo do cabeçote.				x
Trocar a graxa do recâmbio.				x
Trocar a graxa do mancal de fuso.				x
Verificar folgas na régua cônicas.			x	

Fonte: (BERTOLDO, 2014)

4.5 Plano de Manutenção das Fresadoras Diplomat 3001

As fresadoras são máquinas em que a ferramenta se movimenta e retira excesso de metal ou sobre metal de uma superfície, dando a peça forma, geometria e acabamento desejados.

Na figura 20 tem se imagem das fresadoras presentes no laboratório:

Figura 20: Fresadora Diplomat 3001 (fresadora 1 e fresadora 2)



Fonte: Aatoria Própria

Mesmo possuindo um sistema de lubrificação automática algumas partes da fresadora necessitam de lubrificação manual. A mesa da fresadora indicada com setas vermelhas na figura 21 precisa receber um filme fino de lubrificação após o uso do equipamento para se evitar oxidação e corrosão.

Figura 21: Mesa da Fresadora



Fonte: Autoria Própria

As setas vermelhas indicam os pontos que necessitam de lubrificação.

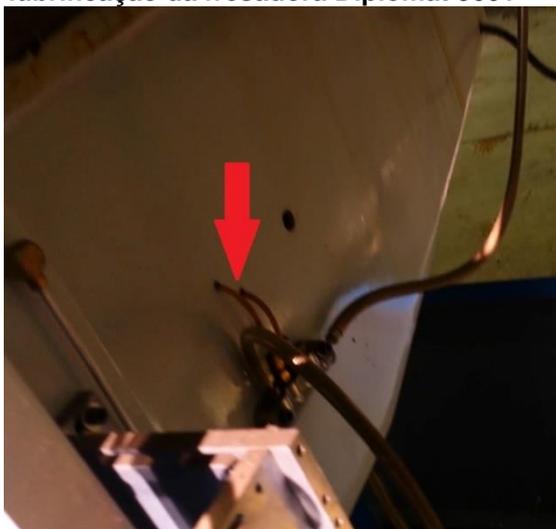
Figura 22: Pontos de Lubrificação



Fonte: Autoria Própria

O lubrificante é direcionado automaticamente para as tubulações e por meio de um equipamento é direcionado e distribuído para as regiões que necessitam de lubrificação. As figuras 23 e 24 mostram as regiões responsáveis pela lubrificação.

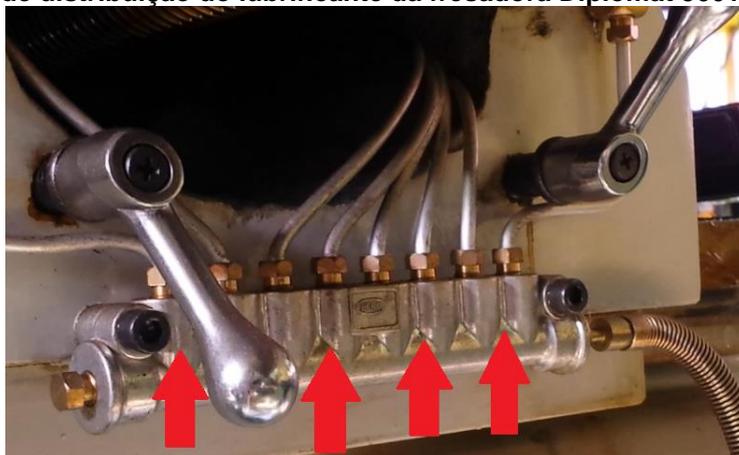
Figura 23: Tubulações de lubrificação da fresadora Diplomat 3001



Fonte: Autoria Própria

As fresadoras Diplomat 3001 possuem um reservatório para armazenamento do óleo lubrificante, o ideal é colocar 1,5 litros do óleo e manter sempre o reservatório com óleo.

Figura 24: Canais de distribuição do lubrificante da fresadora Diplomat 3001



Fonte: Autora (2016)

Como a distribuição do lubrificante ocorre automaticamente, pelos canais mostrados na figura 24 e se pode regular o intervalo de tempo e o tempo de liberação do lubrificante só é necessário atenção para que não acabe o óleo enquanto a máquina estiver ligada.

Na figura 25 tem se imagens dos reservatórios de óleos das fresadoras.

Figura 25: Nível De Óleo das fresadoras 1 e 2.



Fonte: Autoria Própria

No quadro 11 tem-se a descrição das atividades a serem realizadas com os respectivos períodos de tempo (diários (D) ou pré-uso/pós-uso, semanais (S), mensais (M) e semestrais (SM)), citados anteriormente, e os epi's necessários.

Quadro 11: Plano de Manutenção da Fresadora Diplomat 3001

PLANO DE MANUTENÇÃO DA FRESADORA DIPLOMAT 3001				
EPI'S: Óculos de proteção, creme de proteção para as mãos contra óleos e graxas e calçado de segurança.				
Atividades \ Periodicidade	D	S	M	SM
Verificar os motores e partes deslizantes quanto a ruídos anormais;	x			
Verificar as proteções e dispositivos de segurança para que funcionem adequadamente;	x			
Limpar a máquina e as proteções retirando todos os cavacos;	x			
Verificar os motores e partes deslizantes com relação à lubrificação adequada;		x		
Verifique a tensão das correias, verificar as folgas e o desgaste;		x		
Lubrificar o cabeçote da máquina nos guias deslizantes e fuso de guia.	x			
Verificar o desgaste da correia sincronizadora, trocar se necessário;		x		
Trocar o óleo da caixa de engrenagem;				x
Verificar o nivelamento da máquina através da mesa de trabalho longitudinal e transversalmente com um instrumento de precisão;			x	
Verificar o alinhamento do parafuso de alinhamento do mandril, se o mesmo estiver desalinhado substituir;			x	
Verificar o ajuste da régua da mesa;			x	
Verificar o ajuste do carro transversal e guias do console;			x	

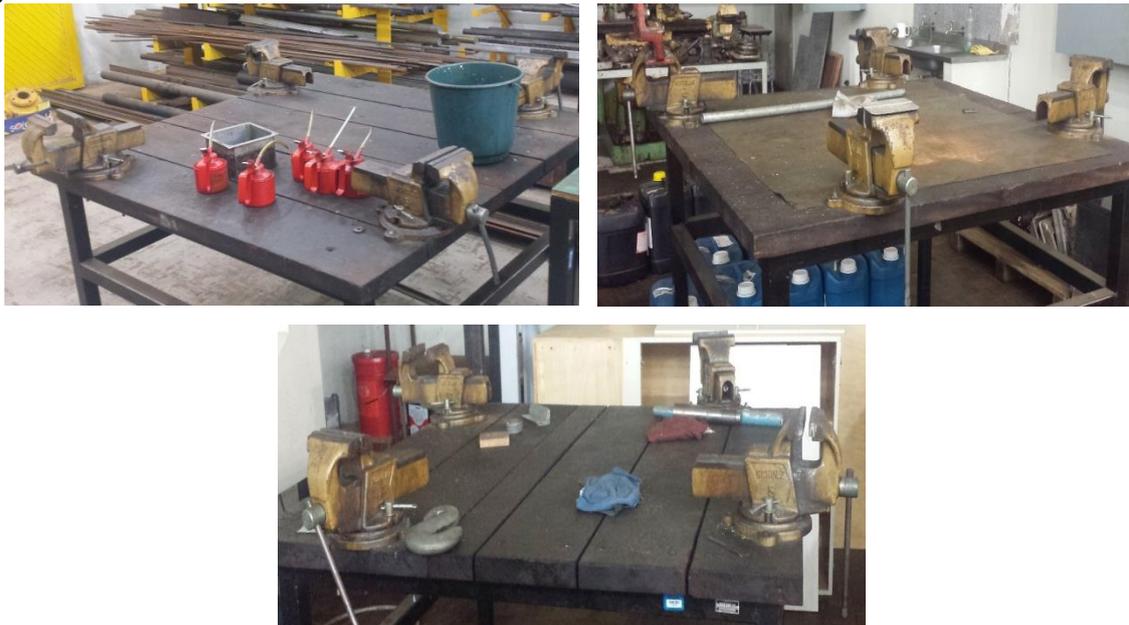
Fonte: (BERTOLDO, 2014)

4.6 Plano de Manutenção das Morsas Schulz 5

As morsas possuem duas partes, chamados de mordentes. Os mordentes são aproximados ou afastados um do outro manualmente. Quando aproximados tem a função de segurar ou apertar um objeto.

Na figura 25 se têm as bancadas com as morsas presentes no laboratório:

Figura 26: Nível De Óleo das fresadoras 1 e 2.



Fonte: Autoria Própria

Para um melhor funcionamento e deslizamento, as morsas necessitam receber um filme fino de óleo na região indicada com a seta vermelha na figura 27 e após seu uso precisão ser limpas para retirada de alguma espécie de sujeira que eventualmente possam ter ficado nela.

Figura 27: Região da morsa onde é necessária lubrificação



Fonte: Autoria Própria

No quadro 12 tem-se a descrição das atividades a serem realizadas com os respectivos períodos de tempo (diários (D) ou pré-uso/pós-uso, semanais (S), mensais (M) e semestrais (SM)), citados anteriormente, e os epi's necessários.

Quadro 12: Plano de Manutenção das Morsas Schulz.

PLANO DE MANUTENÇÃO DAS MORSAS SCHULZ 5				
EPI'S: Óculos de proteção ou creme de proteção para as mãos contra óleos e graxas.				
Atividades \ Periodicidade	D	S	M	SM
Limpar as morsas retirando a sujeira;	x			
Lubrificar a parte da morsa onde é necessário lubrificação.		x		
Limpar as bancadas.	x			

Fonte: (BERTOLDO, 2014)

4.7 Plano de Manutenção Serra Elétrica Alje

Normalmente as serras elétricas são utilizadas para cortes de tarugos, os tarugos são apoiados no suporte (indicado pela seta vermelha na figura 28) para facilitar o corte.

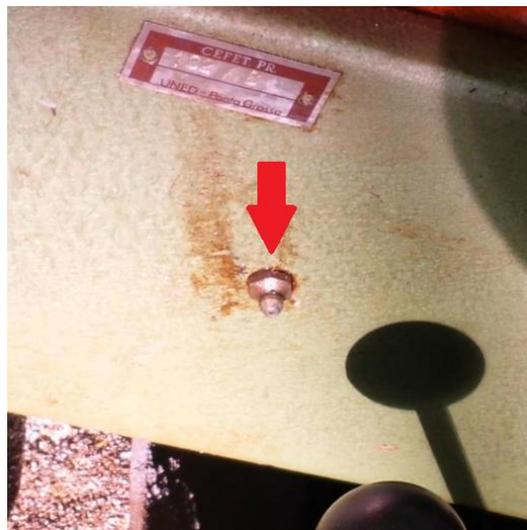
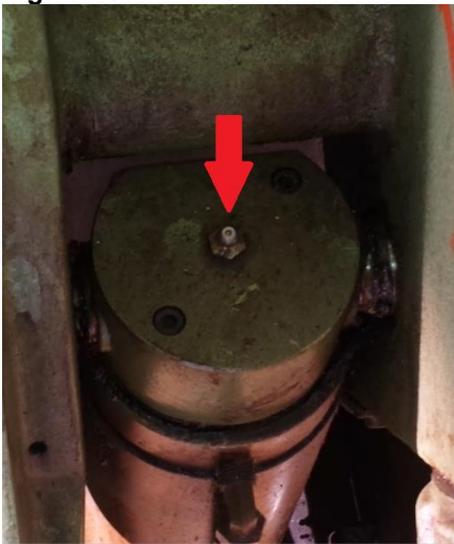
Figura 28: Serra Elétrica



Fonte: Autoria Própria

A serra elétrica possui dois pinos graxeiros que precisam receber lubrificação. Eles estão indicados com setas vermelhas nas fotos abaixo:

Figura 29: Pinos Graxeiros da serra elétrica



Fonte: Autoria Própria

Ela também possui um redutor, que onde dentro vai óleo. O nível do óleo é medido através de uma vareta que está localizada na tampa do redutor e que marca o mínimo e o máximo (semelhante ao marcador de nível de óleo dos automóveis). Na figura 30 tem se o redutor onde fica armazenado o óleo:

Figura 30: Redutor da serra elétrica



Fonte: Autoria Própria

No quadro 13 tem-se a descrição das atividades a serem realizadas com os respectivos períodos de tempo (diários (D) ou pré-uso/pós-uso, semanais (S), mensais (M) e semestrais (SM)), citados anteriormente, e os epi's necessários.

Quadro 13: Plano de Manutenção da Serra Elétrica Alje

PLANO DE MANUTENÇÃO DA SERRA ELÉTRICA ALJE				
EPI'S: Óculos de proteção, Creme de proteção para as mãos contra óleos e graxa e calçado de segurança.				
Atividades \ Periodicidade	D	S	M	SM
Verificar a lubrificação das partes deslizantes e pinos, lubrificar se necessário;		x		
Verificar nível de óleo refrigerante, adicionar se necessário;		x		
Verificar se a denteção da fita de serra está de acordo com a especificada pelo fabricante, para o material a cortar.			x	
Verificar se a velocidade da fita de serra está de acordo com a especificada pelo fabricante;			x	
Verificar o ajuste do limitador de comprimento;				
Verificar o nível de óleo hidráulico;			x	
Verificar a lubrificação do prisma guia do braço e guia da fita, lubrificar com graxa se necessário;		x		
Verificar a lubrificação do fuso da tensionador, lubrificar com graxa se necessário;		x		
Verificar a lubrificação da engrenagem do volante motor, lubrificar com graxa se necessário;		x		
Verificar a lubrificação do mancal do basculante, lubrificar com graxa se necessário;		x		
Verificar a fixação de braços e guias da serra.		x		
Verificar a tensão das correias de acionamento;			x	
Efetuar limpeza no depósito de cavacos;	x			
Verificar a integridade das correias substituí-las se necessário;			x	
Verificar a condição do fluido refrigerante, se necessário substituir.				x
Substituir óleo hidráulico, efetuando limpeza no reservatório;				x

Fonte: (BERTOLDO, 2014)

4.8 Plano de Manutenção dos Motores Esmeris

Os esmeris são compostos por rebolos presos ao eixo de um motor elétrico que faz com que eles girem. São ferramentas de usinagem utilizadas para desbaste, afiação de ferramentas, tirar rebarbas e arredondar cantos.

Figura 31: Esmeris.



Fonte: Autoria Própria

No quadro 14 tem-se a descrição das atividades a serem realizadas com os respectivos períodos de tempo (diários (D) ou pré-uso/pós-uso, semanais (S), mensais (M) e semestrais (SM)), citados anteriormente, e os epi's necessários.

Quadro 14: Plano de Manutenção do Esmeril

PLANO DE MANUTENÇÃO DO ESMERIL				
EPI'S: Óculos de proteção, Creme de proteção para as mãos contra óleos e graxas e calçado de segurança.				
Atividades \ Periodicidade	D	S	M	SM
Faça uma limpeza no moto esmeril, removendo o acúmulo de pó e limalha de ferro. (Não utilizar ar comprimido para efetuar a limpeza, pois pode projetar partículas de ferro em seus olhos e para dentro do motor danificando-o).	X			
Verificar folgas dos discos desbastadores, se necessário reapertá-los.		x		
Verificar chave ON/OFF.		x		
Verificar cabos de alimentação		x		

Fonte: (BERTOLDO, 2014)

4.9 Plano de Manutenção da Retificadora Clever

A retificadora Clever possui um sistema de auto lubrificação, que normalmente ocorre na região das guias e cremalheiras. Na figura 32 tem se a retificadora:

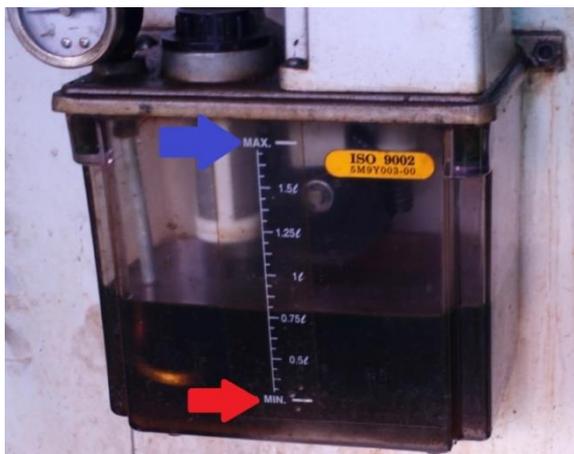
Figura 32: Retificadora Clever



Fonte: Autoria Própria

A lubrificação da retifica acontece de forma automatizada, ela possui um reservatório com indicações da capacidade máxima e mínima de óleo (indicados na foto com seta azul onde se tem a capacidade máxima e com seta vermelha a capacidade mínima) e um temporizador. Com o passar do tempo é liberada a quantidade adequada para cada parte que necessita de lubrificação através de tubos de cobre.

Figura 33: Nível de Óleo da Retificadora Clever



Fonte: Autoria Própria

No quadro 15 tem-se a descrição das atividades a serem realizadas com os respectivos períodos de tempo (diários (D) ou pré-uso/pós-uso, semanais (S), mensais (M) e semestrais (SM)), citados anteriormente, e os epi's necessários.

Quadro 15: Plano de Manutenção Reificadora Clever

PLANO DE MANUTENÇÃO DA RETIFICADORA CLEVER				
EPI'S: Óculos de proteção, creme de proteção para as mãos contra óleos e graxas e calçado de segurança.				
Atividades \ Periodicidade	D	S	M	SM
Realizar a limpeza da máquina após o uso.	x			
Verificar nível de óleo refrigerante.		x		
Verificar nível de ruído no motor.	x			
Lubrificar os pontos de lubrificação indicados.		x		
Verificar manguueiras de refrigeração.			x	
Verificar cabos de alimentação do motor.			x	
Verificar pedra desbastadora.		x		
Trocar óleo refrigerante.				x
Verificar nivelamento da mesa.			x	
Verificar campo magnético da mesa.			x	
Verificar painel de comando.		x		

Fonte: (BERTOLDO, 2014)

4.10 Plano de Manutenção Furadeira de Bancada Ferman F1

As furadeiras de bancada Ferman F1 são manuais, onde o avanço da broca é feito de forma manual. As furadeiras têm como principal função executar furos em qualquer tipo de materiais.

Figura 34: Furadeiras de bancada Ferman F1



Fonte: Autoria Própria

No quadro 16 tem-se a descrição das atividades a serem realizadas com os respectivos períodos de tempo (diários (D) ou pré-uso/pós-uso, semanais (S), mensais (M) e semestrais (SM)), citados anteriormente, e os epi's necessários.

Quadro 16: Plano de Manutenção Furadeira de Bancada Ferman F1

PLANO DE MANUTENÇÃO DA FURADEIRA FERMAN F1				
EPI'S: Óculos de proteção, creme de proteção para as mãos contra óleos e graxas e calçado de segurança.				
Atividades \ Periodicidade	D	S	M	SM
Verificar o motor quanto a ruídos e vibrações anormais;	x			
Verificar a proteção da correia de acionamento para que funcione adequadamente;		X		
Limpe a máquina e as proteções retirando todos os cavacos;	x			
Verificar a lubrificação do eixo e coluna guia da mesa;		X		
Verificar o motor com relação à lubrificação adequada;		X		
Verificar o desgaste da correia de acionamento do motor;			x	
Verificar a lubrificação da haste de movimentação vertical do mandril;		X		
Verificar o nivelamento da base;			x	
Verificar as condições do mandril quanto a folgas;				x
Verificar as condições do Eixo de Acionamento quanto a folgas;				x
Verificar a condição de fixação da fundação na base;			x	
Verificar a condição da correia de acionamento quanto a folgas, substituí-la se necessário.			x	

Fonte: (BERTOLDO, 2014)

4.11 Plano de Manutenção Fresadora de Engrenagens Model H

A fresadora de engrenagens é utilizada para fazer dentes de engrenagens, a fresadora presente no laboratório é manual, antiga e raramente utilizada.

Figura 35: Fresadora de Engrenagens Model H (foto frontal e lateral)



Fonte: Autoria Própria

A região do barramento possui uma guia por onde um barramento corre sobre o outro e por isso necessita de uma atenção especial conforme figura 36.

Figura 36: Barramentos da Fresadora de Engrenagem Model H



Fonte: Autoria Própria

Por ser antiga e raramente utilizada o marcador de óleo não funciona ou provavelmente está sem óleo, como pode se ver na figura 37.

Figura 37: Nível de óleo Fresadora Model H



Fonte: Autoria Própria

No quadro 17 tem-se a descrição das atividades a serem realizadas com os respectivos períodos de tempo (diários (D) ou pré-uso/pós-uso, semanais (S), mensais (M) e semestrais (SM)), citados anteriormente, e os epi's necessários.

Quadro 17: Plano de Manutenção da Fresadora de Engrenagens Model H

PLANO DE MANUTENÇÃO DA FRESADORA DE ENGRELAGENS MODEL H				
EPI'S: Óculos de proteção, creme de proteção para as mãos contra óleos e graxas e calçado de segurança.				
Atividades \ Periodicidade	D	S	M	SM
Verificar os motores e partes deslizantes quanto a ruídos anormais;	x			
Limpar a máquina retirando todos os cavacos;	x			
Verificar os motores e partes deslizantes com relação à lubrificação adequada;		x		
Verifique a tensão das correias, verificar as folgas e o desgaste;		x		
Lubrificar o cabeçote da máquina nos guias deslizantes e fuso de guia.		x		
Lubrificar o cabeçote fresador da máquina.		x		
Verificar o desgaste da correia sincronizadora, trocar se necessário;		x		
Trocar o óleo da caixa de engrenagem;				x
Verificar o nivelamento da máquina através da mesa de trabalho longitudinal e transversalmente com um instrumento de precisão;			x	
Verificar o alinhamento do parafuso de alinhamento do mandril, se o mesmo estiver desalinhado substituir;			x	
Verificar o ajuste da régua da mesa;			x	
Verificar o ajuste do carro transversal e guias do console;			x	

Fonte: (BERTOLDO, 2014)

4.12 Plano de Manutenção da Máquina de Eletroerosão Engemaq

A eletroerosão é um processo de usinagem especial, onde o desbaste de material é feito através da ação de descargas de capacitores elétricos que são dadas em diversos pontos de um eletrodo e progressivamente formam uma cavidade idêntica ao eletrodo.

A máquina de eletroerosão Engemaq é toda automatizada, não possui pontos de lubrificação manual, pois possui um sistema de auto lubrificação.

Figura 38: Máquina de Eletroerosão (Foto frontal e lateral)



Fonte: Autoria Própria

No quadro 18 tem-se a descrição das atividades a serem realizadas com os respectivos períodos de tempo (diários (D) ou pré-uso/pós-uso, semanais (S), mensais (M) e semestrais (SM)), citados anteriormente, e os epi's necessários.

Quadro 18: Plano de Manutenção da Máquina de Eletroerosão Engemac.

PLANO DE MANUTENÇÃO DA MÁQUINA DE ELETROEROSÃO ENGEMAQ				
EPI'S: Óculos de proteção, creme de proteção para as mãos contra óleos e graxas e calçado de segurança.				
Atividades \ Periodicidade	D	S	M	SM
Verificar motor quanto a ruídos anormais	x			
Verificar lubrificação do motor			x	
Verificar tensão das correias e caso necessário substitua o jogo de correias.			x	
Verificar partes deslizantes quanto à lubrificação adequada.	x			
Verificar reservatórios de óleo e adicionar óleo se necessário.		x		
Verificar nível de óleo refrigerante, completar se necessário.		x		
Limpar o equipamento retirando todos os cavacos	x			
Limpar filtro do tanque de refrigeração.			x	
Verificar se há contaminação dos óleos hidráulicos lubrificantes e refrigerantes se houver contaminação troca-los.			x	
Verificar o nível do fluido de freio, se necessário completar.		x		

Fonte: (BERTOLDO, 2014)

4.13 Plano de Manutenção do Torno CNC Romi Galaxy 15S

O Romi Galaxy 15S é um torno com controle numérico computadorizado construído para que fazer produção de peças de revolução ou cilíndrica, tornear, facear, abrir rosca e furar com broca.

O torno CNC Romi Galaxy 15S é um torno automatizado e possui sistema de auto lubrificação.

Figura 39: Torno CNC Romi Galaxy 15s



Fonte: Autora (2016)

No quadro 19 tem-se a descrição das atividades a serem realizadas com os respectivos períodos de tempo (diários (D) ou pré-uso/pós-uso, semanais (S), mensais (M) e semestrais (SM)), citados anteriormente, e os epi's necessários.

Quadro 19: Plano de manutenção do torno Romi Galaxy 15s

PLANO DE MANUTENÇÃO DO TORNO ROMI GALAXY 15S				
EPI'S: Óculos de proteção, creme de proteção para as mãos contra óleos e graxas.				
Atividades \ Periodicidade	D	S	M	SM
Realizar a limpeza	x			
Verificar necessidade de Lubrificação		x		
Verificar funcionamento geral		x		
Verificar cabos em geral			x	
Verificar botões			x	
Verificar componentes eletrônicos			x	

Fonte: (BERTOLDO, 2014)

4.14 Plano de Manutenção Fresadora CNC Romi Bridgeport

Na fresadora Romi Bridgeport que é controlada através de comandos numéricos a ferramenta se movimenta como na fresadora manual e retira excesso de metal ou sobre metal de uma superfície, dando a peça forma, geometria e acabamento desejados.

A fresadora CNC Romi Bridgeport é uma fresadora automatizada e possui sistema de auto lubrificação.

Figura 40: Fresadora CNC Romi Bridgeport



Fonte: Autoria Própria

A lubrificação da fresadora acontece de forma automatizada, ela possui um reservatório, conforme figura 41, com indicações da capacidade mínima e máxima de óleo e um temporizador. Com o passar do tempo é liberada a quantidade adequada para cada parte que necessita de lubrificação através de tubos de cobre.

Figura 41: Nível de Óleo da Fresadora CNC Romi Bridgeport



Fonte: Autoria Própria

No quadro 20 tem-se a descrição das atividades a serem realizadas com os respectivos períodos de tempo (diários (D) ou pré-uso/pós-uso, semanais (S), mensais (M) e semestrais (SM)), citados anteriormente, e os epi's necessários.

Quadro 20: Plano de Manutenção da Fresadora CNC Romi Bridgeport

PLANO DE MANUTENÇÃO DA FRESADORA				
EPI'S: Óculos de proteção, Creme de proteção para as mãos contra óleos e graxas.				
Atividades \ Periodicidade	D	S	M	SM
Realizar a limpeza	x			
Verificar necessidade de lubrificação		x		
Verificar funcionamento geral			x	
Verificar cabos em geral			x	
Verificar botões			x	
Verificar componentes eletrônicos			x	

Fonte: (BERTOLDO, 2014)

5 MODELO DE INDICADORES DE DESEMPENHO

Como citado no item 2.9.1, os indicadores de desempenho, indicam como está o desempenho das máquinas e através dele é possível analisar e acompanhar como está o funcionamento de cada máquina. As variáveis utilizadas para a construção do indicador são escolhidas de acordo com os interesses buscados.

O primeiro passo para a elaboração do indicador de desempenho é criar uma planilha no programa *Excel* (figura 42) com os seguintes dados: mês de intervenção, data de intervenção, equipamento no qual ocorreu o problema, classificação (de acordo com a função de cada máquina), horas paradas, motivo da parada, intervenção necessária e manutentor responsável.

Figura 42: Modelo de planilha para criação do Indicador de Desempenho

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	MÊS	DATA	MÁQUINA	CLASSIFICAÇÃO	PARADA	MOTIVO	INTERVENÇÃO	MANUTENTOR
2	1	02/01/2017	TORNO MELLO	TORNO	01:55:00	Vazamento de óleo lubrificante.		
3	1	02/01/2017	TORNO NARDINI 3	TORNO	01:10:00			
4	1	03/01/2017	FRESADORA DIPLOMATIC 3001	FRESADORA	03:20:00			
5	1	03/01/2017	MORSAS SCHULZ 5	MORSA	01:45:00			
6	1	03/01/2017	TORNO NARDINI 3	TORNO	01:00:00			
7								

Fonte: Autoria Própria

O segundo passo é no programa *Power Point*, clica se na opção inserir gráfico, onde abrirão várias opções de gráficos em pizza, colunas, linhas, barras, etc. A opção selecionada nesse modelo de indicador de desempenho foi o gráfico em colunas, após selecionar a opção de gráfico, abrirá o modelo escolhido (figura 45) e uma nova aba com uma planilha onde se deve preencher com os dados indicados na figura 43.

Para obterem-se os dados referentes a um tipo de máquina é necessário filtrar a classificação (indicado pela seta verde, na figura 43) e selecionar apenas um tipo de máquina, no caso do exemplo: TORNO.

Após filtrar a classificação, filtra-se a máquina (figura 43, indicado pela seta laranja), em seguida selecionam-se todas as horas de paradas (indicadas pela seta azul, na figura 43), quando selecionadas, no canto inferior esquerdo (indicado pela

seta vermelha, na figura 43) aparecerá à soma de horas paradas do equipamento. O total de horas paradas deve ser colocado na planilha ilustrada na figura 44.

Figura 43: Planilha indicando os dados que deverão ser colocados na planilha da figura 44

	A	B	C	D	E	F	G
1	MÊS	DATA	MÁQUINA	CLASSIFICAÇÃO	PARADA	MOTIVO	INTERVENÇ.
3	1	02/01/2017	TORNO NARDINI 3	TORNO	01:10:00		
6	1	03/01/2017	TORNO NARDINI 3	TORNO	01:00:00		
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							

Pronto 2 de 5 registros localizados. Média: 1:05:00 Contagem: 2 Soma: 2:10:00

Fonte: Autoria Própria

Assim que forem preenchidas todas as horas de paradas totais referentes a cada máquina (figura 44), esses valores irão aparecer no gráfico, conforme a figura 45.

Figura 44: Planilha onde se insere os dados para a criação do gráfico de indicador de desempenho

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Horas Paradas						
2	Torno Nardini 1	07:40:00						
3	Torno Nardini 2	15:00:00						
4	Torno Nardini 3	02:10:00						
5	Torno Nardini 4	17:30:00						
6	Torno American	15:42:00						
7	Torno Mello	16:15:00						
8	Torno CNC	08:35:00						
9	Para redimensionar o intervalo de dados do gráfico, arraste o canto inferior direito do intervalo.							
10								

Fonte: Autoria Própria

Abaixo do gráfico também pode ser colocado o tempo máximo de horas paradas de cada máquina, para que seja possível analisar qual foi o motivo de tal parada.

Cada slide é dividido por grupos de equipamentos que indicam o total de horas paradas no mês referente a cada máquina e dessa forma é possível comparar esses totais de horas com os meses anteriores e chegar a conclusões de como está funcionando cada equipamento, se o intervalo de manutenção está bom e caso não esteja de acordo com o esperado, buscar soluções para que os totais de horas paradas diminuam continuamente.

Figura 45: Exemplo de gráfico de indicador de desempenho



Fonte: Autoria Própria

O indicador de desempenho é uma excelente ferramenta para análise e comparação de dados, além de arquivar os dados das intervenções realizadas, a construção e a interpretação dos gráficos é simples, prática e facilita na identificação dos motivos pelos quais determinada máquina está tendo paradas frequentes, dessa maneira é possível buscar soluções para os problemas identificados e o departamento de mecânica terá maior controle dos gastos e da disponibilidade das máquinas.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Através da pesquisa feita para a elaboração do trabalho é possível observar a importância de um plano de manutenção preventivo bem elaborado e seus benefícios. De acordo com a literatura os resultados vão desde a redução de gastos, aumento da vida útil de componentes e máquinas até descoberta das causas das paradas e soluções para as mesmas, dessa forma haverá maior disponibilidade para uso das máquinas e equipamentos.

No início de sua implantação os benefícios não serão tão nítidos, pois a um alto custo de implantação e o planejamento exigido pelo plano demandam disponibilidade e dedicação. Mas após o tempo de adaptação já será possível notar todos os benefícios citados acima.

Dessa forma pode-se concluir que mesmo sendo mais trabalhoso e exigindo maior empenho por parte dos responsáveis pela manutenção, o plano de manutenção preventiva em longo prazo é mais recomendado e eficiente em relação à manutenção corretiva.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES FUTURAS

O Plano de Manutenção foi proposto, pois o laboratório de usinagem não possui.

Com o plano é possível ter maior controle sobre os equipamentos quanto à manutenção e vem com o objetivo de diminuir o número de falhas não esperadas. Quando se planeja a manutenção é possível ter maior qualidade, maior vida útil dos componentes e máquinas e menor preocupação com relação a máquinas paradas.

Será fundamental a colaboração dos responsáveis pelo laboratório, assim como das pessoas que o utilizam, pois será necessário que algumas orientações sejam seguidas para que o plano de manutenção funcione corretamente, são elas:

- A) Haver preenchimento das fichas técnicas.
- B) Verificar o cronograma de manutenção.
- C) Executar os procedimentos necessários.

Também será necessário que plano seja atualizado assim que houver necessidade de acrescentar ou alterar alguma informação presente no modelo de plano sugerido.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAPTISTA, José Antonio. **A importância da análise da causa raiz (Root Cause Analysis) na melhoria do desempenho da manutenção industrial**. Disponível em <<http://www.abraman.org.br/Arquivos/191/191.pdf>>. Acesso em: 18 de Agosto de 2015.

BERTOLDO, Jonas Marlon. **Elaboração do Plano de Manutenção da Área Mecânica**. Pato Branco: Trabalho de Conclusão de Curso, 2014.

BRANCO FILHO, Gil. **Indicadores e Índices de Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2006.

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

CABRAL, José Paulo Saraiva. **Organização e gestão da manutenção: dos conceitos à prática**. Lisboa: Lidel, 2006.

GONÇALVES, Edson. **Manual Básico para Inspetor de Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2012.

JUNIOR, José Wagner Braidotti. **A falha não é uma opção**. Disponível em <<http://www.abraman.org.br/Arquivos/192/192.pdf>>. Acesso em: 18 de Agosto de 2015.

LAFRAIA, João Ricardo Barusso. **Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2011.

PINTO, Alan Kardec; NASCIF, Júlio Aquino. **Manutenção Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002.

PINTO, Alan Kardec; NASCIF, Júlio Aquino. **Manutenção Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2007.

TELECURSO 2000 – **PROFISSIONALIZANTE: MECÂNICA MANUTENÇÃO**. São Paulo: Editora Globo S. A.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM, Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2009.

XENOS, Harilaus Georgius d'Philippos. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Nova Lima: Editora Falconi, 2004.