



Adriano Antonio Lottermann

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA
MÁQUINAS DE USINAGEM DE LABORATÓRIO DE
ESTUDOS DA FAHOR**

Horizontina

2014

Adriano Antonio Lottermann

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA
MÁQUINAS DE USINAGEM DE LABORATÓRIO DE
ESTUDOS DA FAHOR**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, pelo Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Anderson Dal Molin, Mestre.

Horizontina

2014

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

**“Elaboração de um Plano de Manutenção para Máquinas de Usinagem de
Laboratório de Estudos da FAHOR”**

Elaborada por:

Adriano Antonio Lottermann

como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Mecânica

**Aprovado em: 27/11/2014
Pela Comissão Examinadora**

**Mestre. Anderson Dal Molin
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

**Especialista. Leonardo Teixeira Rodrigues
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Especialista. Valmir Vilson Beck
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Horizontina
2014**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Adelar Antonio Lottermann e Sueli M. Welter Lottermann, pela confiança e apoio nestes 6 anos de muito esforço, dificuldade e superação para a concretização deste sonho.

AGRADECIMENTO

Primeiramente à Deus, por fazer deste sonho realidade, aos meus pais, irmãos e namorada pelo apoio e compreensão em todos os momentos, ao meu orientador e professores por não medirem esforços para a minha qualificação e, por fim, aos amigos e colegas que sempre estiveram presentes e me deram forças para continuar na busca desta meta alcançada.

RESUMO

Atualmente, vive-se um momento de disputa acirrada entre as empresas na busca pela excelência. Com o aumento da competitividade, onde a cada dia que passa, é necessário itens mais atrativos ao consumidor e que tenham um preço adequado, empresas começam investir em fatores estratégicos e, é nesta transição, que a manutenção passa a ser considerada estratégica para muitas empresas. Neste sentido, a situação problema caracteriza, as máquinas de usinagem de laboratório de estudos da FAHOR, onde a manutenção funciona ainda em sua forma mais antiga, nos moldes do sistema quebra-conserta, ou manutenção corretiva, que é considerada a mais cara dentre todas de manutenção existentes. Apoiado nesta necessidade, este trabalho, aborda alguns dos mais conhecidos tipos de manutenção. A metodologia utilizada para chegar ao resultado e escolha do melhor modelo de manutenção para a presente situação problema, caracterizou-se por pesquisa bibliográfica de autores consagrados na área de manutenção. Nesta premissa, definiu-se como melhor modelo de manutenção a ser adotado pela instituição FAHOR, o modelo de manutenção preventiva, que será apoiado em alguns dos pilares do método "Oito Pilares da TPM". O plano de manutenção apresentado, foi criado com base no objetivo geral deste trabalho e visa garantir a confiabilidade e disponibilidade de operação das máquinas quando solicitadas.

Palavras-chave: Manutenção Corretiva. Manutenção Preventiva. Pilares da TPM.

ABSTRACT

Currently, we live in a moment of much fierce among the companies in pursuit of excellence. With the increasing competitiveness, where each passing day, it is necessary more attractive items to the consumer and with adequate prices, the companies start to invest in strategic factors, and is in this transition that the maintenance becomes to be considered strategy for many companies. In this sense, the problem situation characterizes in the laboratory studies of milling machines of FAHOR, where the maintenance still works in the most old form in the molds of the system “breaks-repairs”, or corrective maintenance, which is considered the most expensive among all the types of maintenance existing. Supported in this necessity, this study approaches some of the most popular types of maintenance. The methodology used to get to the result and choose of the best model of maintenance for the present problem situation, was characterized by a bibliographic research of acclaimed authors in the maintenance area. In this premise, was defined as the best model of maintenance to be adopted by the FAHOR Institution, the model of preventive maintenance, which will be supported by some of the pillars of the “TPM Eight Pillars” method. The maintenance plan presented, was created based on the general objective of this study and aims to guarantee the operation reliability and availability of the machines on request.

Keywords: Corrective Maintenance. Preventive Maintenance. Pillars of TPM.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. JUSTIFICATIVA.....	14
1.2. OBJETIVOS.....	15
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1. MANUTENÇÃO	16
2.1.1. MANUTENÇÃO CORRETIVA.....	17
2.1.2. MANUTENÇÃO CORRETIVA NÃO-PLANEJADA.....	18
2.1.3. MANUTENÇÃO CORRETIVA PLANEJADA.....	19
2.1.4. MANUTENÇÃO PREVENTIVA	19
2.1.5. MANUTENÇÃO PREDITIVA	21
2.1.6. MANUTENÇÃO DETECTIVA	22
2.1.7. ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO.....	22
2.2. MÉTODOS E FERRAMENTAS PARA AUMENTO DA CONFIABILIDADE	23
2.2.1. TPM – MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL	23
2.2.1.1. PILAR DA EDUCAÇÃO & TREINAMENTO.....	26
2.2.1.2. PILAR DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA	27
2.2.1.3. PILAR DA MANUTENÇÃO PLANEJADA.....	28
2.2.1.4. PILAR DAS MELHORIAS ESPECÍFICAS	28
2.2.1.5. PILAR DA SEGURANÇA E MEIO AMBIENTE	28
2.2.1.6. PILAR DA MANUTENÇÃO DA QUALIDADE	30
2.2.1.7. PILAR DO CONTROLE INICIAL	30
2.2.1.8. PILAR DA GESTÃO ADMINISTRATIVA OU TPM OFFICE	31
2.2.2. MCC – MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE.....	31
2.2.3. CURVA DA BANHEIRA	32
3. METODOLOGIA.....	35
3.1. MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	35
3.2. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	37
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	38
4.1. ESCOLHA DOS PILARES DA CASA DA TPM.....	38
4.1.1 MANUTENÇÃO AUTÔNOMA.....	38
4.1.2 EDUCAÇÃO E TREINAMENTO.....	39

4.1.3 MANUTENÇÃO PLANEJADA.....	39
5. CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
APÊNDICE A – MANUTENÇÃO DE ROTINA DO OPERADOR DE TORNO.....	I
APÊNDICE B – MANUTENÇÃO DE ROTINA DO OPERADOR DE FRESADORA	II
APÊNDICE C – REGISTRO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE TORNO	III
APÊNDICE D – REGISTRO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE FRESADORA	IV
APÊNDICE E – CROQUI DE MANUTENÇÃO DE TORNO	V
APÊNDICE F – CROQUI DE MANUTENÇÃO DE FRESADORA.....	VI

1. INTRODUÇÃO

Atualmente muito se fala em eliminar custos e aumentar a produtividade nas empresas, devido a grande concorrência existente. Ao encontro disso, a manutenção torna-se um fator primordial para o cumprimento destas duas metas pois, é nela que se repara a máquina com as melhores tecnologias, técnicas e métodos disponíveis e também é a manutenção que disponibiliza máquinas confiáveis e capazes de produção sem imprevistos, agregando lucros maiores para a corporação empresarial.

Neste mesmo pensamento de manutenção, é que surge a necessidade de se construir um plano de manutenção para as máquinas de usinagem do laboratório de estudos da FAHOR, especificamente, os tornos e as fresadoras, que atualmente, são atendidas no método mais antigo da manutenção, a manutenção corretiva ou também chamado, sistema quebra conserta.

Desta forma, pretendeu-se através de pesquisa bibliográfica, estudar os métodos e técnicas mais avançados, possibilitando um entendimento geral de manutenção industrial e, através deste estudo, formular um plano de manutenção específico para tornos e fresadoras do laboratório.

Também foi necessário o levantar dados sobre o atual estado de conservação, modo de utilização e frequência dos equipamentos estudados, de maneira que, fosse possível criar um plano de manutenção específico, com a finalidade de manter os equipamentos em pleno funcionamento e com pouca probabilidade de falha quando forem solicitados.

Desta maneira, o trabalho de conclusão de curso, teve como objetivo principal, a criação do plano de manutenção para os tornos convencionais e fresadoras do laboratório de usinagem e estudos da FAHOR.

1.1.JUSTIFICATIVA

Este trabalho se justifica pela necessidade de se implantar um plano de manutenção atualizado para as máquinas de usinagem da FAHOR onde, atualmente não se utiliza nenhum método de manutenção específico, fazendo os consertos em sua forma mais antiga de manutenção, nos moldes do quebra-conserta, se

caracterizando então, em uma manutenção corretiva, a qual é a de maior custo quando da necessidade de manutenção. Este custo se justifica pela falta de padronização, planejamento e, por se tornar um ciclo vicioso de manutenção, onde não se busca solucionar a causa, nem diminuir o tempo de interrupções da máquina por falhas ou quebras.

Neste sentido, a importância de se estabelecer um plano de manutenção adequado onde se obtém a necessidade de um estudo específico para cada máquina do laboratório de usinagem, a qual visa a disponibilidade de uso para operação, um padrão de manutenção e de cuidados tanto do operador quanto do mecânico que fará a manutenção e de confiabilidade da máquina quando em processo de fabricação.

1.2.OBJETIVOS

O objetivo geral do presente trabalho, será a elaboração de um plano de manutenção para os tornos e fresadoras do laboratório de usinagem da FAHOR. Como objetivos específicos, abordar levantamento da atual situação das máquinas que irão ter um plano de manutenção implantado, buscar conceitos inovadores que possam agregar valor ao plano de manutenção e estabelecer um conjunto de atividades de rotina e prevenção para as máquinas, concomitante com o modelo de manutenção que será determinado como o melhor para utilização no laboratório de usinagem da instituição.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo, refere-se a revisão da literatura com a finalidade de apresentar uma melhor compreensão deste trabalho, com base fundada por autores consagrados, e suas teorias referenciadas ao tema do trabalho.

Desde os primórdios da civilização, com a invenção das primeiras máquinas e meios de transporte até os dias atuais, com as inovações e tecnologias mais revolucionárias, todos equipamentos mecânicos, elétricos e eletrônicos necessitam de algum reparo, conserto ou atualização alguma vez no decorrer de sua vida útil, neste sentido, suas manutenções se tornam uma realidade cada dia mais presente e, da mesma forma do avanço tecnológico de máquinas e equipamentos, também houve um avanço muito grande quanto aos sistemas de manutenção utilizados e, com esse pensamento, é que se origina o presente trabalho, possibilitando identificar os diversos tipos de manutenção disponíveis e, o que cada um tem de melhor e pior.

2.1. MANUTENÇÃO

Para um compreender adequado à formação de um plano de manutenção desde sua concepção, é necessário compreender alguns conceitos básicos que englobam o entendimento de planejamento e controle de manutenção dentro da Engenharia.

Desta forma, a primeira definição a ser observada segundo Filho (2005) referente ao termo gerência da manutenção, representa 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 que ela serve.

Filho (2005) define ainda que, a finalidade da gerência da manutenção é a de definir metas e objetivos através de normas de procedimentos e de trabalho para que se obtenha um melhor aproveitamento de pessoal, máquinas e materiais em uma organização.

Dando continuidade, Kardec e Nascif (2002) salientam que, o gerenciamento estratégico da atividade de manutenção consiste em ter a equipe atuando para

evitar que ocorram falhas, e não manter esta equipe atuando apenas na correção rápida destas falhas.

Ainda Kardec e Nascif (2002), discorrem em uma comparação da equipe de manutenção com a brigada de combate a incêndio: quando ocorre a emergência a brigada deve atuar rapidamente, mas a principal atividade da brigada, a partir daí, é evitar a ocorrência de novos incêndios.

Desta forma, Kardec e Nascif (2002), convergem em um mesmo pensamento, de que o homem da manutenção do futuro, precisa ser muito persistente no sentido de usar a cabeça para evitar que os problemas aconteçam, em contrapartida terá os braços curtos para intervir o menos possível na planta.

Para melhor compreender sobre o desenvolvimento da manutenção, pode-se destacar alguns tipos e técnicas de manutenção utilizados atualmente.

Kardec e Nascif (2002), no que diz respeito a técnicas de manutenção, observam que atualmente são definidos 6 tipos básicos de manutenção, são eles: corretiva não planejada; corretiva planejada; preventiva; preditiva; detectiva e engenharia de manutenção.

Pereira (2009), diz que as técnicas de manutenção fazem parte do processo de gestão da manutenção, desta forma, é necessário conhecer a fundo para aplicá-las aos ativos de forma eficaz.

Continuam Kardec e Nascif (2002), os diversos tipos de manutenção podem ser também considerados como políticas de manutenção, desde que sua aplicação seja o resultado de uma definição gerencial ou política global da instalação, baseada em dados técnico-econômicos.

Além dos tipos de manutenção apresentados, existem ferramentas específicas que permitem a aplicação dos seis tipos de manutenção, dentre elas, destacam-se: Manutenção Produtiva Total (TPM) ou *Total Productive Maintenance*; Manutenção Centrada em Confiabilidade (RCM) ou *Reliability Centered Maintenance* e Manutenção Baseada em Confiabilidade (RBM) ou *Reliability Based Maintenance* (KARDEC; NASCIF, 2002).

2.1.1. Manutenção Corretiva

Para Kardec e Nascif (2002), Manutenção Corretiva é a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor do que o esperado.

Já Pereira (2009), refere-se como o termo “manutenção corretiva” é amplamente conhecido no ramo industrial e ainda é a forma mais comum para reparo de um equipamento com problema. Tem como principal característica o conserto com início logo após a falha ocorrer, independente da disponibilidade de mão de obra e material necessários para o conserto.

Segundo Filho (2005), todo o trabalho de manutenção realizado em máquinas que estejam em falha ou, toda manutenção efetuada em uma máquina, equipamento, sistema operacional, unidade ou item para correção de anomalias, classificadas como falhas, panes, quebras para corrigir falhas funcionais.

Desta forma, pode-se entender como manutenção corretiva, o sistema de conserto posterior a falha, conhecido também como sistema “quebra-conserta”, podendo ser dividida em manutenção corretiva planejada ou manutenção corretiva não-planejada.

2.1.2. Manutenção Corretiva Não-Planejada

Segundo Kardec e Nascif (2002), manutenção corretiva não planejada é a correção da falha de maneira aleatória.

Continuam Kardec e Nascif (2002), ela se caracteriza pela atuação da manutenção em um fato já ocorrido, seja este uma falha ou um desempenho menor do que esperado.

Já conforme Pinto e Xavier (1999 apud JUNIOR, 2006), esse tipo de manutenção acontece após a falha ou perda de desempenho em um equipamento sem que haja tempo para a preparação dos serviços, trazendo prejuízos enormes para as empresas pois, implica em altos custos e dependendo do ramo de atividade da empresa, perda de qualidade.

Além disso, quebras aleatórias podem ter consequências bastante graves para o equipamento, isto é, a extensão dos danos pode ser bem maior, ou seja, quando uma empresa tem a maior parte de sua manutenção corretiva na classe não planejada, seu departamento de manutenção é comandado pelos equipamentos e seu desempenho, certamente, não será competitivo nos dias atuais. (KARDEC; NASSIF, 2002).

Segundo Pinto e Xavier (1999 apud JUNIOR, 2006), o grande desafio da manutenção é tentar evitar esse tipo de manutenção, que apesar de muitos transtornos, ainda é muito utilizada nos dias de hoje.

2.1.3. Manutenção Corretiva Planejada

Para Kardec e Nascif (2002), manutenção corretiva planejada é a correção do desempenho menor que o esperado ou da falha, por decisão gerencial, isto é, pela atuação em função do acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até a quebra.

Um trabalho planejado é sempre mais barato, mais rápido e mais seguro do que um trabalho não planejado e, será sempre, de melhor qualidade devido a previsão de problemas que serão encontrados. (KARDEC; NASSIF, 2002).

Para Pinto e Xavier (1999 apud JUNIOR, 2006), a decisão por esse tipo de manutenção pode advir de vários fatores: a falha não oferece qualquer possibilidade de risco às pessoas e instalações; possibilidade de conciliar a necessidade de intervenção com os objetivos de produção; garantia de disponibilidade de sobressalentes e ou, ferramentas necessárias à execução da manutenção; existência de recursos humanos necessários à execução da atividade.

2.1.4. Manutenção Preventiva

Manutenção Preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo. (KARDEC; NASSIF, 2002).

A origem da manutenção preventiva foi por volta de 1930, na indústria aeronáutica ou de aviação. Surgiu da necessidade de conseguir maior disponibilidade e, principalmente, de confiabilidade dos ativos empresariais. Era necessário manter o negócio em pleno funcionamento para se manter competitivo. (PEREIRA, 2009).

Já Pereira (2009 apud ABNT-NBR-5462-1994), afirma que manutenção preventiva é aquela efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento do item.

Conforme Pinto e Xavier (1999 apud JUNIOR, 2006), a manutenção preventiva, ao contrário da manutenção corretiva, visa evitar a falha do equipamento. Este tipo de manutenção é realizada em equipamentos que não estejam em falha, ou seja, estejam operando em perfeitas condições.

Agregando ainda mais, Filho (2005) considera manutenção preventiva como todo o serviço de manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha, ou antes da ocorrência da falha, estando com isto, em condições operacionais, ou no máximo em estado de defeito.

Continua Filho (2005), ainda existe dentro deste tipo de manutenção, desta atividade, a manutenção sistemática que é prestada a intervalos regulares (quilômetros, horas de funcionamento, ciclos de operação, etc.), a inspeção, a preditiva, as atividades de lubrificação, a manutenção por oportunidade.

Existe também, a manutenção preventiva executada por oportunidade, oportunidade em que, utiliza-se o seguinte pensamento: “já que a máquina está parada, vamos antecipar e fazer a manutenção sistemática”. As tarefas executadas como resultados de planos de inspeção e de monitoração de preditiva devem ser classificados como manutenção preventiva. (FILHO, 2005).

Complementa ainda mais Kardec e Nascif (2002), dizendo que a manutenção preventiva será tanto mais conveniente quanto maior for a simplicidade na reposição, quanto mais altos forem os custos de falha, quanto mais as falhas prejudicarem a produção e quanto maiores forem as implicações das falhas na segurança pessoal e operacional.

Entretanto, se por um lado a manutenção preventiva proporciona conhecimento prévio das ações, permitindo uma boa condição de gerenciamento das atividades e nivelamento de recursos, além de previsibilidade de consumo de materiais e sobressalentes, por outro, promove, via de regra, a retirada do equipamento ou sistemas de operação para execução dos serviços programados. Desta forma, possíveis questionamentos à política de manutenção preventiva sempre serão levantados em equipamentos, sistemas ou plantas onde o conjunto de fatores não seja suficiente forte ou claro em prol dessa política. (KARDEC; NASCIF, 2002).

2.1.5. Manutenção Preditiva

Manutenção Preditiva, é a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. (KARDEC; NASCIF, 2002).

Manutenção preditiva, é aquela que permite garantir a qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se meios de supervisão ou de amostragem para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva. (ABNT-NBR-5462-1994 apud PEREIRA, 2009).

No mesmo pensamento, Filho (2005) concorda ao dizer que, manutenção preditiva, é todo trabalho de acompanhamento e monitoração das condições da máquina, de seus parâmetros operacionais e sua degradação.

Filho (2005) dispõe ainda, que a intervenção da manutenção preditiva é condicionada a detecção precoce dos sintomas da falha. Bons instrumentos, bom programa de computador e treinamento de pessoal é que faz com que a manutenção preditiva seja uma das mais baratas e seguras para conduzir uma política de manutenção.

Segundo Pinto e Xavier (1999 apud JUNIOR, 2006), as condições básicas para que seja estabelecido esse tipo de manutenção, são as seguintes:

- O equipamento, sistema ou instalação deve permitir algum tipo de monitoramento;
- O equipamento, sistema ou instalação deve ter a escolha por este tipo de manutenção justificada pelos custos envolvidos;
- As falhas devem ser originadas de causas que possam ser monitoradas e ter sua progressão acompanhada;
- Adoção de um programa de acompanhamento, análise e diagnóstico, sistematizados.

Para Kardec e Nascif (2002), quando o grau de degradação se aproxima ou atinge o limite previamente estabelecido, é tomada a decisão da intervenção. Normalmente o acompanhamento permite a preparação prévia do serviço, além de outras decisões e alternativas relacionadas com a produção. Assim, pode-se dizer

que a manutenção preditiva prediz as condições dos equipamentos, e quando a intervenção é decidida o que se faz, na realidade, é uma manutenção corretiva planejada.

2.1.6. Manutenção Detectiva

A manutenção detectiva começou a ser mencionada na literatura a partir da década de 90. Sua denominação Detectiva está ligada à palavra Detectar, traduzida do inglês traduz *Detective Maintenance*. (KARDEC; NASCIF, 2002).

Desta forma, Kardec e Nascif (2002), definem a manutenção detectiva como a atuação efetuada em sistemas de proteção, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção.

Continuam, Kardec e Nascif (2002), a identificação de falhas ocultas é primordial para garantir a confiabilidade. Em sistemas complexos essas ações só devem ser levadas a efeito por pessoal da área de manutenção, com treinamento e habilitação para tal, assessorado pelo pessoal da operação.

Atualmente, é crescente a utilização de computadores digitais em instrumentação e controle de processo nos mais diversos tipos de plantas industriais.

2.1.7. Engenharia de Manutenção

Segundo Kardec e Nascif (2002), é a segunda quebra de paradigma na manutenção. Praticar a engenharia de manutenção significa uma mudança cultural.

Desta forma, é deixar de ficar consertando continuamente, para procurar causas básicas, modificar situações de mau desempenho, deixar de conviver com problemas crônicos, melhorar padrões e sistemáticas, desenvolver a manutenibilidade, dar feedback ao projeto, interferir tecnicamente nas compras. (KARDEC; NASCIF, 2002).

Para Fabro (2003 apud JUNIOR, 2006), quando a área de manutenção de uma empresa começar praticar engenharia de manutenção, ela começa a mudar sua cultura. Passa a investigar as causas das quebras e interrupções, modificar situações crônicas, melhorar sistemáticas, enfim, visa garantir maior disponibilidade à planta, utilizando técnicas consagradas a custos aceitáveis. Assim, a engenharia

de manutenção encarrega-se da gestão do processo de manutenção, procurando melhorar continuamente a eficiência do mesmo.

Continua Fabro (2003 apud JUNIOR, 2006), que entre as atividades que geralmente são atribuídas à engenharia da manutenção, pode-se citar:

- Arquivo técnico: documentação técnica em geral, elaboração de procedimentos;
- Desenvolvimento de fornecedores;
- Estudos, automações e melhorias da manutenção;
- Apoio técnico à manutenção;
- Normalizações: componentes, sobressalentes, treinamentos.

2.2. MÉTODOS E FERRAMENTAS PARA AUMENTO DA CONFIABILIDADE

Para a correta adequação de um plano de manutenção já em funcionamento, onde é necessário conhecimento e histórico de falhas destes, busca-se cada vez mais conhecimento de ferramentas e métodos para melhorar a confiabilidade e disponibilidade da máquina.

Destaca Kardec e Nascif (2002), que confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade são parte do cotidiano da manutenção. Ao analisar o conceito moderno de manutenção pode-se dizer que a missão da manutenção é “Garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo que, possa atender um processo de produção ou serviço com confiabilidade, segurança, conservação ao meio ambiente e custo adequado.”

Para o melhor entendimento dos métodos e técnicas para o aumento da confiabilidade, o presente estudo abordará os itens abaixo propostos:

- TPM – Manutenção Produtiva Total;
- MCC – Manutenção Centrada em Confiabilidade;
- Curva da Banheira.

2.2.1. TPM – Manutenção Produtiva Total

Segundo Tavares (1999), o termo TPM é a sigla de “*Total Productive Maintenance*”, ou “Manutenção Produtiva Total”, uma técnica desenvolvida no Japão

na década de 70 como uma necessidade de melhorar a qualidade de produtos e serviços.

Segue Tavares (1999), a TPM, tem como conceito básico a reformulação e a melhoria da estrutura empresarial a partir da reestruturação e melhoria das pessoas e equipamentos, com envolvimento de todos os níveis hierárquicos e a mudança de postura organizacional.

Já para Pereira (2009), durante muito tempo as indústrias funcionaram com o sistema de manutenção corretiva. Com isso, ocorriam desperdícios, retrabalhos, perda de tempo e de esforços humanos, além de prejuízos financeiros. A partir de uma análise desse problema, passou a dar ênfase nos sistemas preventivos. Com este enfoque, foi desenvolvido o conceito da TPM, que inclui programas com ações e técnicas preventivas e detectivas.

Kardec e Nascif (2002), contribuem dizendo que, vários fatores econômicos sociais imprimem ao mercado exigências cada vez mais rigorosas, o que obriga as empresas a serem cada vez mais competitivas para sobreviver. Com isso, as empresas foram obrigadas a:

- Eliminar desperdícios;
- Obter o melhor desempenho dos equipamentos;
- Reduzir interrupções/ paradas de produção por quebras ou intervenções;
- Redefinir o perfil de conhecimento e habilidades dos empregados da produção e manutenção;
- Modificar a sistemática de trabalho.

Continua Kardec e Nascif (2002), utilizando a sistemática de grupos de trabalho conhecidos como CCQ – Círculos de Controle da Qualidade ou ZD – Defeito Zero, foram disseminados os seguintes conceitos de TPM:

- Cada um deve exercer o autocontrole;
- A minha máquina deve ser protegida por mim (operário);
- Homem, máquina e empresa devem estar integrados;
- A manutenção dos meios de produção deve ser preocupação de todos.

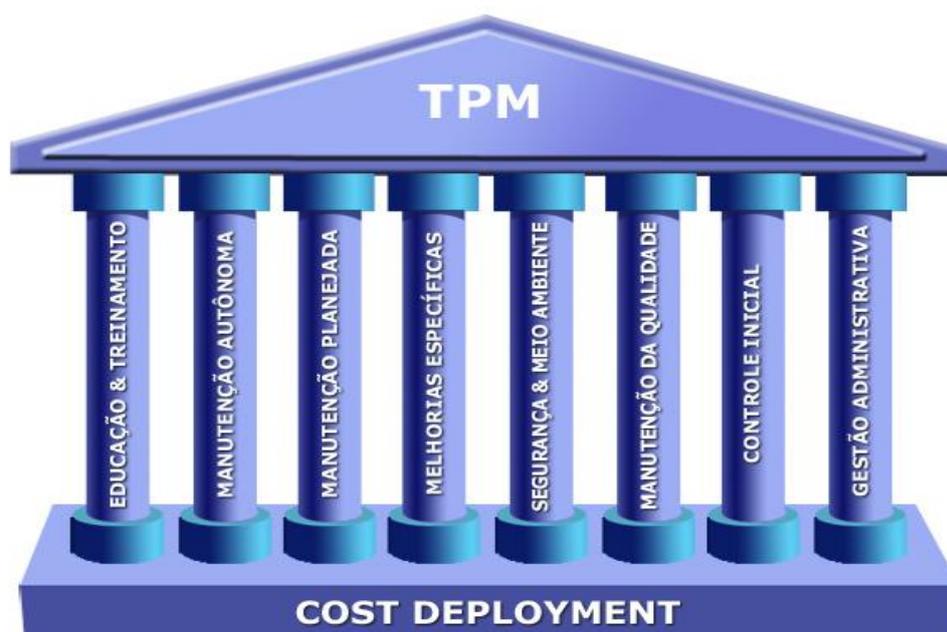
Sendo assim, as empresas se preocupavam em valorizar e manter o seu patrimônio, pensando em termos de custo de ciclo de vida dos ativos industriais. (PEREIRA, 2009).

Na Manutenção Produtiva Total, se estabelece o modelo da casa da TPM, ou também chamada de Pilares da TPM, os quais representam oito pilares, cada um deles com um destaque importante como base da casa da Manutenção Produtiva Total.

Para Pereira (2009), os pilares da manutenção são as bases sobre as quais construímos um programa de TPM. Envolve todos os departamentos de uma empresa, habilitando-a para buscar metas, tais como: Defeito Zero ou Falha Zero, Estudos de Disponibilidade, Confiabilidade e Lucratividade. Ao longo do tempo, foram agregados Qualidade, Segurança & Meio Ambiente. Mais recentemente, outro aplicado às áreas administrativas, o office.

Como pode-se observar na Figura 1 – a casa da TPM, é apoiada sobre oito pilares, que asseguram o estabelecimento de um sistema para atingir maior eficiência produtiva. (KARDEC; NASCIF, 2002).

Figura 1 – Os Oito Pilares da TPM



Fonte: Advanced Consulting & Training/ 2014

2.2.1.1. Pilar da Educação & Treinamento

Neste Pilar, a capacitação dos funcionários de uma empresa é muito importante para o crescimento não só das organizações, mas também das pessoas. Dentro de um projeto TPM, a área de Recursos Humanos tem a preocupação de facilitar o conhecimento. Para que se tenha aumento da produtividade, é fundamental que os operadores saibam manusear ferramentas de montagem e operar equipamentos simples ou complexos, bem como que os mantenedores conheçam tecnicamente um equipamento para que possam executar ajustes e consertos necessários. (PEREIRA, 2009).

Conforme Pereira (2009), isso parece óbvio, porém a maioria das empresas não dá a devida importância. Como exemplo, ocorre o problema de má operação e, conseqüentemente, a geração de peças fora de especificação. Agregando a isso, treinamentos da metodologia de melhoria e Normas de Qualidade e Segurança, na qual vão educando as pessoas para que criem um ambiente organizado e seguro.

Tavares (1999), complementa dizendo que, neste pilar, se procura planejar a capacitação dos operadores, mantenedores e engenheiros de produção de forma a possibilitar que alcancem as características abaixo citadas:

- Operadores: Profissionais capazes de realizar atividades de manutenção, de forma espontânea (limpeza, lubrificação, inspeção, pequenos ajustes e medições).
- Mantenedores: Profissionais capazes de realizar tarefas múltiplas, (originalmente mecatrônico, ou seja, mecânico + eletricista + eletrônico), hoje ampliando ao desenvolvimento de atividades de análise de ocorrência.
- Engenheiros de Produção: Profissionais capazes de avaliar, revisar e projetar equipamentos com reduzida necessidade de intervenção e alta manutenibilidade.

Por fim, destaca ainda Kardec e Nascif (2002), no que se refere ao pilar da Educação e Treinamento, sendo como a ampliação da capacitação técnica, gerencial, comportamental do pessoal da manutenção e operação e assim, inicia-se o estudo e entendimento do próximo pilar, o da Manutenção Autônoma.

2.2.1.2. Pilar da Manutenção Autônoma

Na Manutenção Autônoma, os operadores são preparados para supervisionar e atuar como mantenedores de sua máquina. Os mantenedores específicos só serão chamados quando os operadores não conseguirem solucionar o problema. Desta forma, cada operador assume a responsabilidade pela máquina de forma que tanto a manutenção preventiva quanto a corretiva (de rotina), esteja constantemente interagindo entre si. (PEREIRA, 2009).

Segundo Pereira (2009), a finalidade desta “adoção” da máquina pelo operador, é torna-los aptos a promover no seu ambiente de trabalho, mudanças que venham a garantir aumento da produtividade e satisfação em atuar no seu posto de trabalho. Desta forma, a manutenção autônoma, busca mudar a mentalidade para: “Deste equipamento, cuido eu”, deixando de usar o antigo, que era: “Eu fabrico, você conserta”.

Pereira (2009) ainda destaca uma relação das principais atividades do mantenedor autônomo:

- Operação correta de máquina e equipamento;
- Aplicação do 5S ou 8S;
- Registro diário das ocorrências e ações;
- Inspeção Autônoma;
- Monitoração com base nos seguintes sentidos humanos: visão, audição, olfato e tato;
- Lubrificação;
- Elaboração de padrões (procedimentos);
- Execução de regulagens simples;
- Execução de reparos simples;
- Execução de testes simples;
- Aplicação de manutenção preventiva simples;
- Preparação simples (set up);
- Participação em treinamentos e em grupos de trabalho.

Complementando ainda mais a manutenção autônoma, o autogerenciamento e controle, liberdade de ação, elaboração e cumprimento de padrões,

conscientização da filosofia do TPM são fatores que devem ser efetuados pelo operador. (KARDEC; NASCIF, 2002).

Um equipamento mantido em boas condições de limpeza, reparado a frequências determinadas, operado por um operador treinado e qualificado, terá uma maior produtividade do que outro sem essas ações. (PEREIRA, 2009).

2.2.1.3. Pilar da Manutenção Planejada

A Manutenção Planejada, significa ter realmente um planejamento e controle da manutenção, o que implica treinamento em técnicas de planejamento (software), utilização de um sistema mecanizado de planejamento da programação diária e do planejamento de paradas. (KARDEC; NASCIF, 2002).

Para Pereira (2009), o pilar da manutenção planejada representa todas as ações preventivas, utilizando-se de todas as técnicas de manutenção para o planejamento anual, mensal, semanal, diário e registros de manutenção para um histórico de todos os problemas e manutenções feitas na máquina.

2.2.1.4. Pilar das Melhorias Específicas

O pilar das melhorias específicas vem ao encontro da resolução dos problemas concomitante com melhorias de qualidade, dando maior ênfase à ferramentas de programas de melhorias.

Segundo Pereira (2009), o pilar melhorias específicas, se traduz em ações de melhoria contínua, como exemplo de ferramenta, pode-se citar o KAIZEN.

Também chamado de pilar da Melhoria Focada, como o próprio nome indica, significa focar na melhoria global do negócio, deste modo, procura-se reduzir os problemas para melhorar o desempenho.

2.2.1.5. Pilar da Segurança e Meio Ambiente

O pilar da Segurança e Meio Ambiente é outro muito importante para a Casa da TPM, é nele que se prevêem ações com a finalidade de evitar acidentes e riscos ambientais ao meio, assim, inicia-se o estudo deste pilar.

Tavares (1999), trata o quinto pilar da TPM ao encontro de proporcionar tratamento preventivista do acidente, onde se fará o estabelecimento das recomendações de segurança e adequação do sistema para que sejam implementadas nas ordens de serviço.

Ainda Tavares (1999), trata da aplicação do polígrafo de produtividade para avaliar a condição prevencionista do acidente, discorre ainda, na avaliação do custo direto e indireto dos acidentes e do estabelecimento de ações para obter a meta zero acidentes.

Já para Pereira (2009), todas as ações para a obtenção da perda zero ou zero defeitos são fundamentais para uma boa rentabilidade na organização. Porém, o respeito à integridade das pessoas e o meio onde vivem não pode ser deixado de lado.

Em uma indústria que consegue lucro, mas com alto índice de acidentes de trabalho, na verdade não o tem. Sem contar que, deixar que seu processo e demais resíduos poluam o meio ambiente está na contramão de boas práticas nos cuidados dos recursos naturais. Dentro da metodologia do TPM, devem coexistir o cuidado ambiental junto com máquinas operatrizes e produtos manufaturados. (PEREIRA, 2009).

A área de segurança do trabalho é uma área para tratamento do meio ambiente onde, geralmente está vinculada ao setor da qualidade. Na teoria do TPM, estas áreas são integradas para em conjunto com engenharia e recursos humanos, possam buscar metas eficientes para o combate à acidentes e preservação do meio. (PEREIRA, 2009).

Pereira (2009), ainda refere-se ao cuidado que deve-se ter aos riscos eminentes de máquinas e equipamentos que, em mau uso, podem se tornar ferramentas mortais, causando descargas elétricas, esmagamentos e tantos outros acidentes nos quais, o operador ou mecânico mal treinado poderá se submeter.

Por este motivo, é importante em uma programação da manutenção, que haja especificação das recomendações de segurança, que devem ser impressas, em destaque e juntas com as ordens de atividades programadas. (PEREIRA, 2009).

Concluindo, Pereira (2009), diz que não é suficiente que existam recomendações de segurança e instruções para a execução dos serviços. Se não houver disciplina e conscientização de que somente condições e atos seguros evitarão acidentes durante a execução de uma tarefa. As normas de segurança existem, justamente, para evitar o acidente e não devem ser encaradas como empecilho.

2.2.1.6. Pilar da Manutenção da Qualidade

No pilar da Manutenção da Qualidade, pode-se afirmar que é aquele que busca a excelência em todas etapas da produção para que, a empresa consiga padrões exigidos pelo cliente, conforme pode-se verificar abaixo.

Segundo Tavares (1999), neste pilar, procura-se estabelecer os seguintes procedimentos:

- Avaliação da interferência da condição operativa do equipamento na qualidade do produto ou serviço oferecido pela empresa.
- Definição de parâmetros que possam ser indicadores dessa interferência (ação conjunta: operação, manutenção, engenharia, qualidade e marketing).
- Acompanhamento, através de gráficos, dos parâmetros e estabelecimento de metas baseadas na necessidade do processo (cliente).

Pereira (2009) finaliza, ao referir-se do pilar da manutenção da qualidade, como aquele que indica as ações integradas para condicionamento de obediência a padrões exigidos do cliente, como por exemplo, ISSO TS 16949. Desta maneira, exige-se posturas comportamentais como: foco no cliente; liderança participativa; envolvimento de todos; abordagem sistemática dos processos; melhoria contínua em todos os níveis da organização e relacionamento mútuo e benéfico com os fornecedores.

2.2.1.7. Pilar do Controle Inicial

Já no pilar do Controle Inicial, Pereira (2009), no que diz respeito à metodologia do TPM, sendo o conjunto de ações que visam à chamada prevenção da manutenção, ou seja, ao iniciar estudos para se adquirir determinado ativo, que as áreas envolvidas tenham a preocupação com a manutenção.

Um bom projeto deve permitir que o equipamento possa ser consertado com a rapidez e a qualidade requeridas. Incluem-se aí facilidade de acesso, componentes de boa qualidade, proteções que evitem resíduos de processo em partes móveis etc. Essa metodologia também é conhecida como Terotecnologia, que é uma combinação de gerenciamento, finanças e engenharia aplicada aos ativos de uma organização com o objetivo de aumentar a confiabilidade e disponibilidade do maquinário ainda na fase de projeto e demais especificações. Também busca obter

todas as informações necessárias para analisar desempenho em operação e custos operacionais.

Concorda e finaliza Kardec e Nascif (2002), ao mencionar que o pilar do controle inicial é um estabelecimento de um sistema de gerenciamento da fase inicial para novos projetos/ equipamentos. Eliminar falhas no nascedouro, implantar sistemas de monitoração.

2.2.1.8. Pilar da Gestão Administrativa ou TPM Office

O próximo pilar, o da Gestão Administrativa ou TPM Office, conforme Kardec e Nascif (2002), é um estabelecimento de um programa de TPM nas áreas administrativas, visando o aumento de sua eficiência.

Para Pereira (2009), expandir a metodologia TPM para as demais áreas faz com que se alcance maiores objetivos de perda zero. Poucas empresas se dão conta disso, fato que as levam tomarem ações aleatoriamente sem estarem coesas entre si.

Neste pilar, para finalizar, Pereira (2009) ainda cita um pensamento de um autor desconhecido, conforme segue: “A manutenção não deve ser apenas aquela que conserta, mas aquela que elimina a necessidade de consertar.”

2.2.2. MCC – Manutenção Centrada em Confiabilidade

A MCC (Manutenção Centrada em Confiabilidade), é uma metodologia utilizada para assegurar que quaisquer componentes de um ativo ou sistema operacional mantenham suas funções, sua condição de uso com segurança, qualidade, economia e ainda que seu desempenho não degrade o meio ambiente. A ferramenta MCC não substitui o enfoque da manutenção tradicional (preventiva, preditiva, reformas etc.), porém é mais uma ferramenta para auxiliar na gestão. (Pereira, 2009).

Segundo Kardec e Nascif (2002), Manutenção Centrada em Confiabilidade é um processo usado para determinar os requisitos de manutenção de qualquer item físico no seu contexto operacional.

Para Pereira (2009), em resumo, a MCC indica as práticas a seguir:

- Redução de manutenção preventiva por meio de tarefas mais eficazes, isto é, foco nos pontos críticos do equipamento;

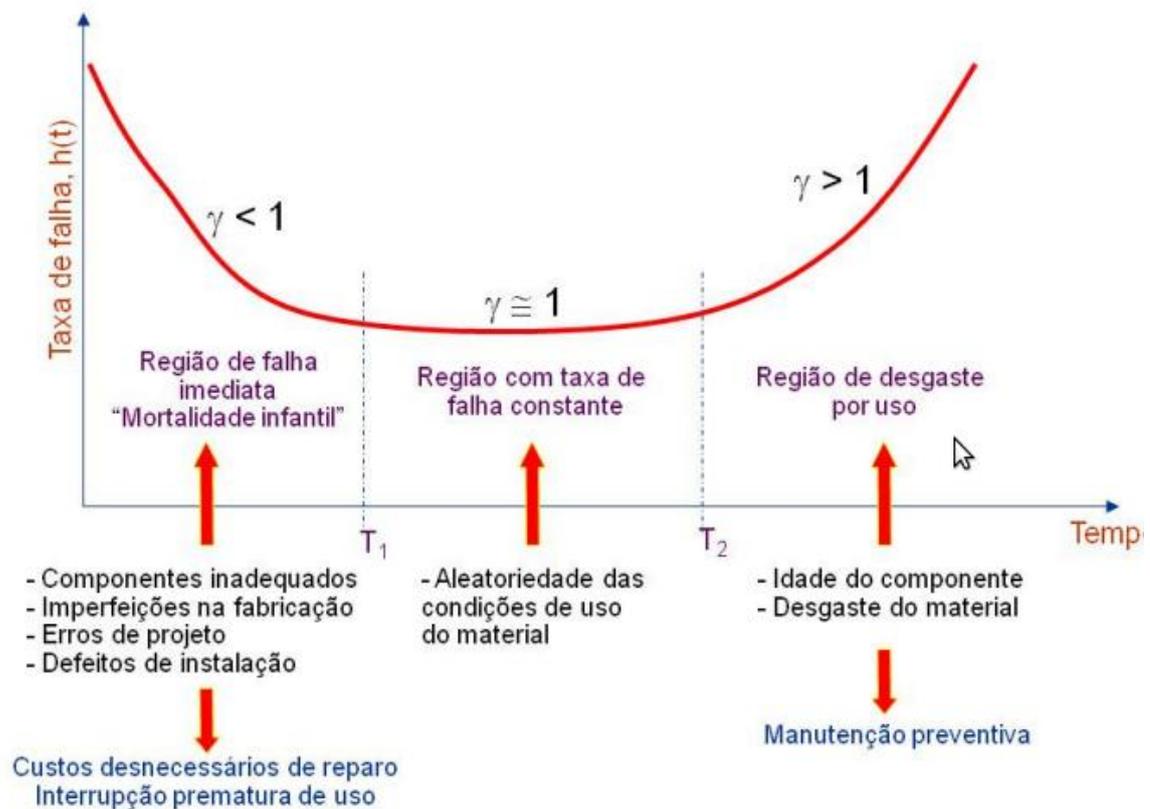
- Análise de falhas: reduzir a possibilidade de ocorrência de falha;
- Manutenção preventiva prevendo substituição de componentes (não consertar), como forma de redução da taxa de falhas;
- Garantir que o equipamento execute suas funções a custos mínimos (execução de grandes reparos ou reformas somente quando extremamente necessário);
- Uso da Metodologia FMEA aplicada a manutenção;
- Redução dos custos de manutenção por meio da redução de manutenção preventiva, peças de reposição, rastreamento das decisões, etc.

2.2.3. Curva da Banheira

A curva da banheira é a representação gráfica de toda vida de um determinado equipamento desde sua instalação, testes até o seu sucateamento. Desta maneira é importante entender um pouco sobre gráfico mencionado, no que se refere ao entendimento das taxas de falha do equipamento ao longo de sua vida e desta forma, poder estimar a confiabilidade da mesma.

Desta maneira, Siqueira (2005) apud Oliveira e Ribeiro (2012), argumenta que a manutenção, é classificada conforme a necessidade de aplicação do método correto, no momento certo, conforme o conceito da curva da banheira, representada pela Figura 2.

Figura 2 – Curva da Banheira



Fonte: JUNIOR, Estevam Elpídio Campos, 2006.

Para Souza (2011, apud OLIVEIRA e RIBEIRO 2012), as três fases da curva variam em função do tempo, sendo prolongadas ou abreviadas de acordo com a manutenção oferecida, ou seja o método aplicado, sendo manutenção preventiva, corretiva e outras.

Kardec e Nascif (2002), apresentam comentários a respeito de cada período distinto da curva da banheira, conforme segue abaixo:

- **Mortalidade Infantil:** Neste período, há grandes incidências de falhas causadas por componentes com defeito de fabricação ou deficiências de projeto. Essas falhas podem ser oriundas de problemas de instalação.
- **Vida Útil:** Representa o período onde a taxa de falhas é sensivelmente menor e relativamente constante ao longo do tempo. A ocorrência de falhas decorre de fatores menos controláveis, como fadiga ou corrosão acelerada, fruto de interações dos materiais com o meio. Tornando assim, sua previsão mais difícil.

- Envelhecimento ou Degradação: Período em que ocorre um aumento expressivo na taxa de falhas, decorrentes do desgaste natural das peças, que será tanto maior quando mais passar o tempo.

3. METODOLOGIA

3.1. MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Para a compreensão dos tipos e técnicas que são aplicadas a manutenção, para elaboração de um plano de manutenção para tornos e fresadoras do laboratório de usinagem da faculdade, foi utilizado o método dedutivo e pesquisa bibliográfica.

O método dedutivo se justifica, vindo ao encontro da necessidade de transmitir uma forma de entendimento acerca dos vários tipos de manutenção existentes e de se deduzir um específico para aplicação nas máquinas de fabricação da faculdade, as quais terão um plano de manutenção específico a partir de toda de estudos de toda bibliografia apresentada.

A pesquisa bibliográfica se caracteriza pela necessidade de encontrar soluções para o problema da pesquisa, procurando estabelecer um elo entre os vários autores e formar um conceito específico para a resolução do problema da pesquisa. Referente aos acervos bibliográficos utilizados, pode-se citar livros, artigos e manuais, encontrados na biblioteca do campus.

Também pesquisas na internet, encontrando trabalhos acadêmicos e livros, apostilas, e figuras disponíveis para download.

Desta forma, seguindo uma ordem cronológica da pesquisa, primeiramente considera-se a necessidade de elaborar um plano de manutenção para as máquinas de fabricação (tornos e fresadoras convencionais), as quais, atualmente utilizam manutenção corretiva, ou sistema quebra-conserta, onde a máquina só recebe atendimento quando realmente se detecta algum problema, podendo ou não, ocasionar sua parada.

Após a observação do problema da pesquisa, foi feito o levantamento de dados das máquinas mencionadas anteriormente, como forma de direcionar a pesquisa, pode-se constatar que são máquinas antigas e com bastante desgaste, necessitando de um plano de manutenção que seja adequado pelo tempo de vida útil delas, considera-se então, a necessidade e quantidade de produção das mesmas e o limite de custo de manutenção disponível pela instituição.

Com isso, a pesquisa bibliográfica torna-se o terceiro ponto na ordem cronológica do trabalho a ser abordado, tendo como base bibliográfica, livros disponíveis na própria instituição de ensino e outros de uso particular e pesquisa na

internet. Pesquisa essa que visa administrar e desenvolver o melhor plano de manutenção, onde se busca reunir alguns aspectos da pesquisa bibliográfica e montar um plano de manutenção específico e adequado às exigências de instituição, necessidade de uso e capacidade de produção.

Para a escolha do tipo de manutenção que será aplicado tanto no torno convencional quanto na fresadora, foi efetuada uma análise crítica da situação em que se encontravam as máquinas em um primeiro momento.

Por se tratarem de máquinas doadas pela John Deere, as máquinas possuem uma longa jornada de trabalho, onde foram utilizadas inúmeras vezes para fabricação de peças da John Deere até atingirem o final de sua vida útil, ou o período de degradação onde a manutenção e troca de peças por desgaste começa ser constante, inviabilizando manter este custo em uma empresa que necessita de alta produtividade. Após doação para FAHOR, continuam sendo usadas no laboratório de usinagem da faculdade.

Desta maneira, as manutenções que antes eram efetuadas na John Deere, relatórios, diagnósticos e históricos de manutenção ficaram com a empresa e a faculdade até então, não teve a preocupação de dar continuidade em manutenções de rotina e estabelecer um cronograma adequado para as máquinas. Um dos motivos de se optar por somente manutenções no estilo quebra – conserta, foi justamente devido ao pouco uso das mesmas, encontrando-se na maioria das vezes paradas por falta de carga de trabalho.

Outra informação importante que foi levantada através da análise das máquinas, é de que as mesmas, provavelmente já ultrapassaram o limite crítico da curva da banheira, ou seja, sua vida útil de produção chegou ao fim e entra na fase do envelhecimento ou degradação que, nada mais é que, um aumento na taxa de falhas decorrentes do desgaste natural, tanto maior quanto o tempo que passar.

Sendo assim, sabe-se da necessidade de escolha de um tipo de manutenção a qual não se pode mais focar em qualidade mas sim, focar em manutenções de rotina visando um aumento da confiabilidade das máquinas quando solicitadas à um trabalho, de maneira que, foi estabelecido como ideal, o modelo de manutenção preventiva. Modelo este, escolhido através do levantamento de informações das máquinas e a detecção ao apresentar sinais visíveis de chegarem no período da degradação, onde através da bibliografia, sugere-se o uso da manutenção preventiva. O foco principal será deixar as máquinas com uma performance boa,

aliada a confiabilidade da mesma, para que, quando requerida, possam efetuar suas tarefas sem paradas por falhas.

Ainda nesta etapa, foram analisados todos os pilares da TPM para aplicação ao plano de manutenção criado, a escolha levou em conta requisitos básicos que as máquinas deveriam ter e exercer durante a operação das mesmas. Neste caso, descartou-se a necessidade dos seguintes pilares: Melhorias Específicas (ligada à qualidade com métodos como o KAIZEN); Segurança e Meio Ambiente (existe um grupo de estudo na faculdade, verificando melhorias quanto a questão de segurança de máquinas); Manutenção da Qualidade (Interação entre todas as área, inclusive cliente, ex. ISO TS 9001); Controle Inicial (aplicação na compra de novos ativos); Gestão Administrativa (Controle e administração de todas ações da manutenção visando zero defeito).

Os Pilares Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada e também Educação e Treinamento mencionados separadamente nos resultados deste trabalho, explicando a importância a necessidade de cada um, dentro dos moldes do plano de manutenção criado.

3.2. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Todos equipamentos utilizados para realização deste trabalho, estão indicados abaixo:

- Torno Mecânico Convencional:

- Marca: Romi;
- Modelo: Tormax 20;
- Ano Fabricação: 1998;

- Fresadora:

- Marca: Sanches Blanes
- Modelo: FHVIIA
- Ano Fabricação: 1998;

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na apresentação das análises dos resultados, estão abordados os principais embasamentos teóricos estudados, com a finalidade de proporcionar o leitor, a compreensão do tipo de manutenção escolhida para o plano de manutenção e quais as técnicas para a formulação deste plano de manutenção.

4.1. ESCOLHA DOS PILARES DA CASA DA TPM

Neste capítulo, estão demonstrados todos os resultados do presente trabalho, com base nas análises efetuadas através do embasamento teórico da revisão bibliográfica, onde definiu-se, o uso de alguns dos pilares da casa da TPM e também, do estado de conservação e utilização dos tornos mecânicos e fresadoras pertencentes ao laboratório usinagem da Faculdade Horizontina.

4.1.1 Manutenção Autônoma

O Pilar da manutenção autônoma é dentre os oito pilares da manutenção um dos mais importantes para o plano de manutenção, objetivo geral deste trabalho. Será na manutenção autônoma que os operadores (funcionários e alunos), serão capacitados a serem também os mantenedores da máquina em primeiro nível. Desta forma, o operador poderá de forma rápida e sistemática, efetuar limpezas, efetuar inspeções regulares, registrar as ocorrências, efetuar a lubrificação, efetuar regulagens simples e aplicar a ferramenta 5S. Estas atividades serão feitas observando o registro de manutenção de rotina do operador, que estará disposto de maneira de fácil visualização em cada máquina.

O modelo de registro de manutenção de rotina pelo operador para os tornos convencionais e fresadoras estão dispostos nos Apêndices A e B, consecutivamente.

Para o correto uso do pilar Manutenção Autônoma, torna-se necessário aprendizado de outro pilar para sustentação do que fazer, como fazer e, por que fazer, conforme segue o próximo item de estudo.

4.1.2 Educação e treinamento

A capacitação de todos envolvidos na manutenção e operação da máquina é algo imprescindível para que os métodos utilizados tenham efeito. Neste aspecto é que se deve treinar de forma eficaz os operadores, através de apresentações, treinamentos coletivos para o correto manuseio da máquina.

Neste pilar da TPM é que os planos de manutenção devem ser apresentados aos usuários (funcionários e alunos), podendo passar o treinamento mesmo em sala de aula, antes de os acadêmicos irem ao laboratório. Seria uma espécie de matéria extra que deverá ser repassada com a finalidade de tornar o acadêmico familiarizado com o que verá na prática.

Além do treinamento em sala de aula, também será necessário a exemplificação prática de como preencher o registro de manutenção, de fazer a verificação inicial antes do início dos trabalhos, de regulagens simples da máquina, e aplicação do 5S.

Todos passos da manutenção e verificação inicial serão detalhados no plano de manutenção que irá conter o Registro de Manutenção de Rotina do Operador, Manutenção Planejada e Croqui de Localização da Manutenção Planejada.

4.1.3 Manutenção Planejada

O foco da manutenção planejada neste trabalho, será o levantamento de todas ações preventivas que serão tomadas para garantir a confiabilidade de trabalho da máquina, neste caso, irá se adotar planilhas de manutenção planejada com croqui de localização e quantidade de intervenções preventivas durante o ano, sendo necessário efetuar um calendário de manutenção para cada máquina.

O tipo de manutenção planejada para este caso será uma manutenção preventiva aliada aos oito pilares da manutenção como métodos de melhoria da manutenção programada.

Nos Apêndices C e D pode-se observar as planilhas de manutenção planejada para os tornos convencionais e fresadoras em questão e consecutivamente nos apêndices E e F, observa-se os croquis de manutenção para a interação visual através de fotos da máquina, mencionando os locais de manutenção preventivas e

manutenção de rotina do operador, facilitando tanto para o operador quanto para o mecânico, identificar as principais situações de cuidado e prevenção.

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho foi objeto de estudo das máquinas de usinagem do laboratório de estudos da Faculdade Horizontina, onde o objetivo primordial foi analisar e apresentar um plano de manutenção compatível com as circunstâncias encontradas, através do estudo bibliográfico sobre manutenção.

Através da análise dos tipos, métodos e técnicas de manutenção, também da análise e estudo da vida dos equipamentos desde sua doação, verifica-se a possibilidade de implementação do tipo de manutenção preventiva, apoiada em alguns dos pilares da Casa da TPM onde, será possível diminuir as taxas de falhas e aumentar a confiabilidade destes equipamentos, objetos de estudo.

Desta maneira, o modelo adotado, se encaixa perfeitamente ao perfil das máquinas, não necessitando de altos investimentos, apenas uma organização por parte dos responsáveis do laboratório, onde será necessário realizar treinamentos e aplicar as planilhas de controle de manutenção de rotina e manutenções programadas, para que o plano de manutenção possa garantir o resultado esperado.

Resta dizer que, os resultados foram satisfatórios e o objeto de estudo poderá ser implementado de forma gradativa e simples. Mostra também, o quão importante será adotar uma postura preventiva quanto à manutenção dos equipamentos e o nível de confiança que estes terão após readequação da forma de reparar os equipamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FILHO, Gil Branco. **Planejamento e Controle da Manutenção**. ABRAMAN: Curso de Planejamento e Controle de Manutenção, março 2005.

JUNIOR, Estevam Elpídio Campos. **Reestruturação da Área de Planejamento, Programação e Controle na Gerência de Manutenção Portuária – CVRD**. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABGGUAK/planejamento-programacao-manutencao>>. Acesso em: 15 setembro 2014.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção - Função Estratégica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Eletrônica Abreu's System, 2002.

PEREIRA, Mário Jorge. **Engenharia de Manutenção - Teoria e Prática**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2009.

TAVARES, Lourival. **Administração Moderna da Manutenção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Novo Polo Publicações, 1999.

TPM, **Gestão Produtiva Total**. Disponível em: <www.advancedeng.com.br/sobretpm.htm>. Acesso em: 25 setembro 2014.

APÊNDICE A – MANUTENÇÃO DE ROTINA DO OPERADOR DE TORNO

APÊNDICE B – MANUTENÇÃO DE ROTINA DO OPERADOR DE FRESADORA

APÊNDICE C – REGISTRO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE TORNO

APÊNDICE D – REGISTRO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE FRESADORA

APÊNDICE E – CROQUI DE MANUTENÇÃO DE TORNO

APÊNDICE F – CROQUI DE MANUTENÇÃO DE FRESADORA

ITEMS		SUBDIVISÕES DOS CONJUNTOS	SERVIÇOS A EXECUTAR	EXECUTAR C/ MÁQUINA			FREQUÊNCIA	
				DESL.	LIG.	OPER.	ROTINA	PROGRAMADA
MÁQ.: TORNO MECÂNICO CONVENCIONAL TORMAX 20 (ROMI)			ID: 01	LAB.: 02				
1.0			GERAL					
1.1		Verificar condições dos fios,cabos e instalação elétrica externa.	*					6 - 30
1.2		Verificar fixação e ou apoio da máquina no piso.	*					6 - 30
1.3		Verificar condição e fixação das proteções de segurança.	*					6 - 30
1.4		Verificar fixação do cabeçote fixo e barramento na base.	*					6
1.5		Verificar condições e funcionamento das chaves, botoeiras e sinaleiros quando da existência dos mesmos.	*	*	*			6 - 30
1.6		Verificar condições e funcionamento da iluminação.	*	*	*			6 - 30
1.7		Verificar vazamento de ar. (quando máquina ligada à rede pneumática).	*	*	*			6 - 30
2.0			CABEÇOTE					
2.1		Verificar nível de óleo na caixa.	*					6 - 30
2.2		Verificar vazamentos de óleo na caixa.	*	*				6 - 30
2.3		Verificar ruídos anormais na caixa.		*	*			6 - 30
2.4		Efetuar inspeção interna da caixa: engrenagens, tubulação, funcionamento da lubrificação.	*					6 - 30
2.5		Verificar folgas, ruídos e vibração da árvore.		*				6 - 30
2.6		Verificar condições dos manípulos e alavancas.	*					6 - 30
3.0			CAIXA DE ROSCAS					
3.1		Verificar nível de óleo da caixa.	*					6 - 30
3.2		Verificar vazamento de óleo na caixa.	*	*				6 - 30
3.3		Verificar ruídos anormais.		*	*			6 - 30
4.0			PLACA					
4.1		Verificar fixação e funcionamento da placa. Se necessário, desmontar, limpar e lubrificar.	*					6 - 30
4.2		Verificar condições das castanhas.	*					6 - 30
5.0			TRANSMISSÃO					
5.1		Verificar ruídos e vibrações do motor (estetoscópio).		*	*			6 - 30
5.2		Verificar condições, fixação do motor e limpar.	*					6 - 30
5.3		Verificar condições e fixação das polias.	*					6 - 30
5.4		Verificar condições e tensão das correias.	*					6 - 30
5.5		Verificar alinhamento do motor.	*					6 - 30
5.6		Verificar condições dos fios e cabos elétricos.	*					6 - 30
5.7		Medir corrente elétrica e conferir com a normal.		*	*			6 - 30
6.0			FREIO					
6.1		Verificar nível de fluido (nunca inferior a 3/4 da capacidade).	*					6 - 30
6.2		Verificar funcionamento do freio.		*	*			6 - 30
6.3		Verificar condições do disco, pastilhas, tubulações e vazamentos no sistema.	*					6 - 30
6.4		Verificar condições, fixação e funcionamento do micro pedal.		*				6 - 30
7.0			RECÂMBIO					
7.1		Verificar condições, folgas e fixação do trem de engrenagens.	*					6 - 30
7.2		Verificar condições, fixação e funcionamento do micro da porta.		*				6 - 30
7.3		Verificar condições da porta.	*	*	*			6 - 30
8.0			CONJUNTO DOS CARROS					
8.1		Verificar funcionamento do acionamento nas posições: partida, reversão, neutro e freio.	*	*				6 - 30
8.2	M. Long.	Verificar condições e folga do carro com o barramento.	*	*	*			6 - 30
8.3	M. Long.	Verificar condições dos limpadores do barramento.	*					6 - 30
8.4	M. Long.	Verificar condições, folgas e desgaste do fuso.	*	*	*			6 - 30
8.5	M. Long.	Desmontar, limpar, inspecionar, lubrificar e ajustar a folga axial do mancal do fuso.	*					6 - 30
8.6	M. Long.	Verificar condições do varão.	*					6 - 30
8.7	M. Long.	Verificar condições e funcionamento do avanço automático.		*				6 - 30
8.8	M. Long.	Verificar condições e funcionamento de desgaste de sobre carga do carro.		*				6 - 30
8.9	M. Long.	Verificar condições, fixação, limpeza e funcionamento da régua.	*	*				6 - 30

		"CHECK LIST" MANUTENÇÃO PREVENTIVA		ELAB.: ADRIANO L.		DATA: 20/10/14			
				APROV.: ANDERSON D.		DATA: 27/11/14			
		ULT. REV.: ADRIANO L.		DATA: 20/10/14					
MÁQ.: FRESADORA SANCHES BLANES FHVIIA				ID: 02		LAB.: 02			
ITENS	SUBDIVISÕES DOS CONJUNTOS	SERVIÇOS A EXECUTAR			EXECUTAR C/ MÁQUINA			FREQUÊNCIA	
					DESL.	LIG.	OPER.	ROTINA	PROGRAMADA
1.0		GERAL							
1.1		Verificar condições dos fios, cabos e instalação elétrica externa.			*				6 - 30
1.2		Verificar fixação e ou apoio da máquina no piso.			*				6 - 30
1.3		Verificar condição e fixação das proteções de segurança (Se tiver).			*				6 - 30
1.4		Verificar condições e funcionamento da iluminação.			*	*	*		6
1.5		Verificar vazamento de ar. (quando máquina ligada à rede pneumática).			*	*	*		6 - 30
2.0		CABEÇOTE							
2.1		Verificar circulação de óleo no visor. (Deve estar 3/4 para mais no indicador)				*	*		6 - 30
2.2		Verificar existência de folga na árvore			*				6 - 30
2.3		Verificar existência de ruídos e vibrações anormais na árvore.				*	*		6 - 30
2.4		Efetuar limpeza interna no cone porta ferramenta.			*				6 - 30
2.5		Verificar eficiência de fixação da ferramenta com dispositivo pneumático.			*	*			6 - 30
2.6		Verificar condições e fixação do cilindro.			*				6 - 30
3.0		CAIXA DE VELOCIDADE							
3.1		Verificar nível de óleo da caixa.			*				6 - 30
3.2		Verificar vazamento de óleo na caixa.			*	*			6 - 30
3.3		Verificar ruídos anormais.				*	*		6 - 30
3.4		Verificar funcionamento da bomba de óleo.				*	*		6 - 30
3.5		Efetuar inspeção interna. (condições das engrenagens, eixos, funcionamento da lubrificação em cada ponto).			*				6 - 30
4.0		PAINEL DE OPERAÇÃO							
4.1		Verificar condições, fixação e funcionamento das chaves, botoeiras e sinaleiros.			*	*	*		6 - 30
4.2		Testar funcionamento da emergência e verificar condições.			*	*			6 - 30
5.0		TRANSMISSÃO							
5.1		Verificar ruídos e vibrações anormais do motor.				*	*		6 - 30
5.2		Verificar condições, fixação do motor e limpar.			*				6 - 30
5.3		Verificar condições e fixação das polias.			*				6 - 30
5.4		Verificar condições e tensão das correias.			*				6 - 30
5.5		Verificar alinhamento do motor.			*				6 - 30
5.6		Efetuar limpeza do motor			*				6 - 30
6.0		MOVIMENTO LONGITUDINAL							
6.1		Verificar nível de óleo.			*	*			6 - 30
6.2		Verificar existência de vazamentos de óleo.			*	*			6 - 30
6.3		Limpar e lubrificar guias e fuso.			*				6 - 30
6.4		Verificar se chega óleo até os guias do fuso acionando a bomba de lubrificação.			*				6 - 30
6.5		Verificar liberdade e funcionamento da mesa longitudinal.				*	*		6 - 30
6.6		Verificar condições e folgas dos guias.			*	*			6 - 30
6.7		verificar condições e folgas no fuso.			*	*			6 - 30
6.8		Verificar condições e folgas dos mancais do fuso.			*				6 - 30
6.9		Verificar funcionamento do fim-de-curso mecânico.			*	*			6 - 30
6.10		Verificar condições e fixação dos limitadores de curso.			*				6 - 30
6.11		Verificar condições e funcionamento do sistema trava da mesa.			*				6 - 30
6.12		Verificar condições, fixação e limpeza das régulas digitais.			*				6 - 30

MAQ.: TORNO MECÂNICO CONVENCIONAL ROMI

ELAB.: .ADRIANO L.

DATA: 20/10/2014

APROV.:

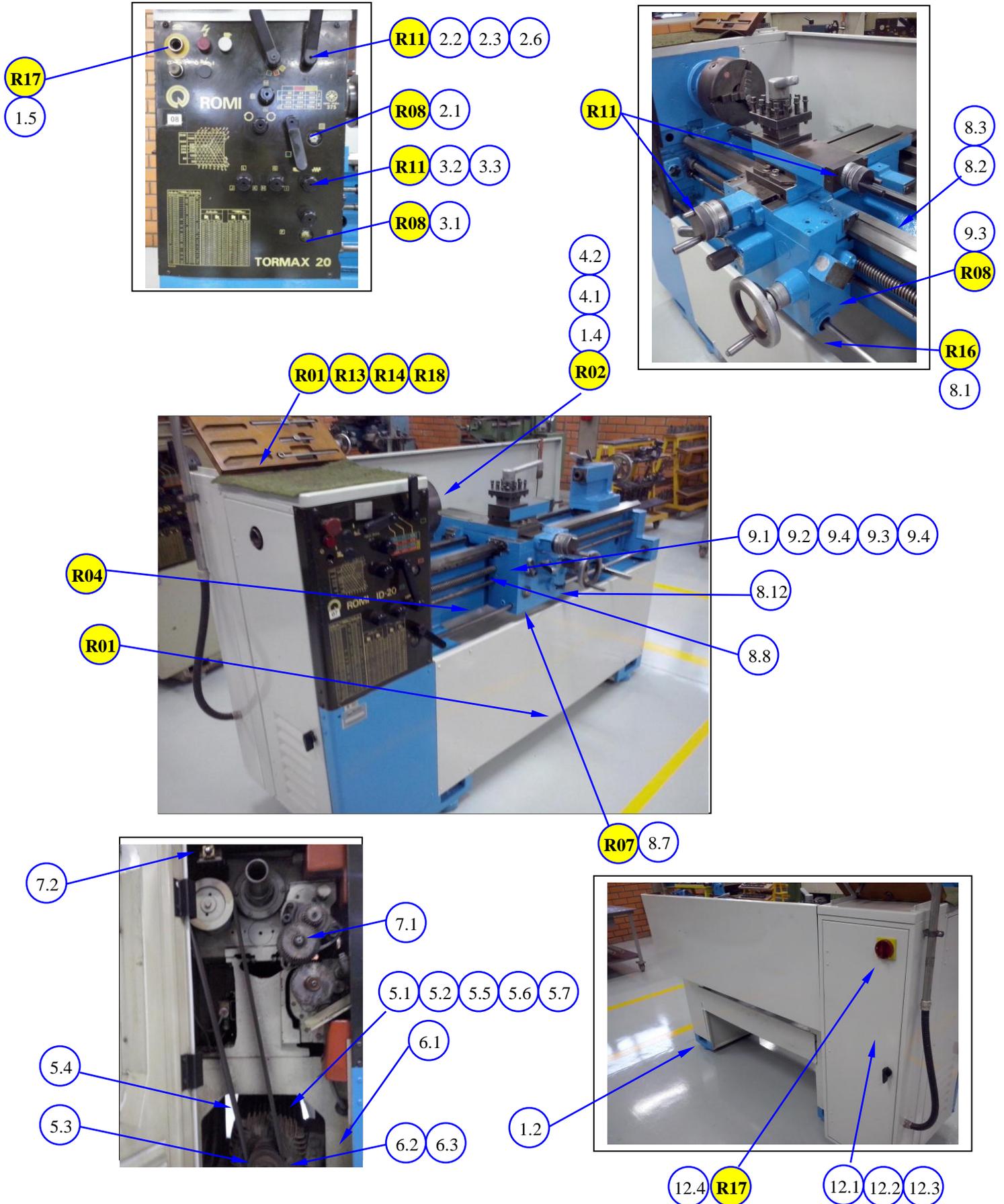
DATA:

ID: 01

LAB: 02

REV.:

DATA:



MAQ.: FRESADORA CONVENCIONAL SANCHES BLANES

ELAB.: .ADRIANO A.

DATA: 20/10/2014

APROV.:

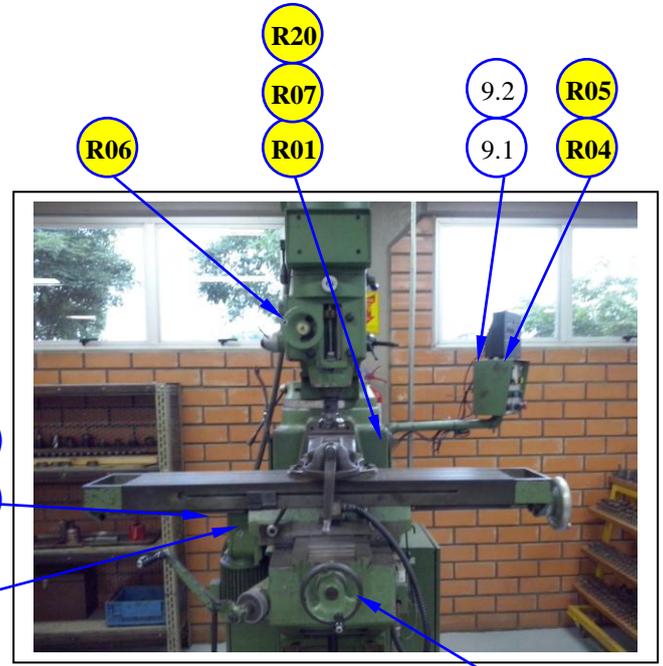
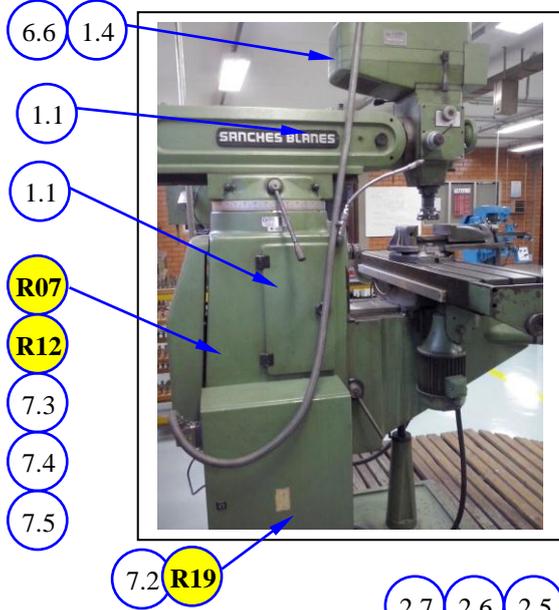
DATA:

ID: 02

LAB.: 02

REV.:

DATA:



- 2.7
- 2.6
- 2.5
- 2.4
- 2.3
- 2.2
- 2.12
- 2.11
- 2.10
- 2.9
- 2.8

R06

- 3.5
- 3.4
- 3.3
- 3.2
- 3.1
- R10
- 3.10
- 3.9
- 3.8
- 3.7
- 3.6

- 10.7
- 10.6
- 10.5
- 10.4
- 10.3
- R03

R20 R12 R01



- 4.9
- 4.8
- 4.7
- 4.6
- 4.5
- 4.4
- 4.3
- R10



- 8.5
- 8.4
- 8.3
- 8.2
- 8.1

