

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA - CAMPUS JARAGUÁ DO SUL - RAU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM FABRICAÇÃO MECÂNICA

CLEITON DE QUADROS

PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO
AUTÔNOMA EM UM LABORATÓRIO DE MÁQUINAS OPERATRIZES - UM
ESTUDO DE CASO

JARAGUÁ DO SUL

29 de novembro de 2018

CLEITON DE QUADROS

PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO
AUTÔNOMA EM UM LABORATÓRIO DE MÁQUINAS OPERATRIZES - UM
ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Fabricação Mecânica do Campus Jaraguá do Sul – Rau, do Instituto Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do diploma de Tecnólogo em Fabricação Mecânica.

Orientador: Prof. Me. Cassiano Rodrigues Moura

Coorientador: Prof. Me. Giovani Conrado Carlini

JARAGUÁ DO SUL

29 de novembro de 2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
por meio do programa de geração automática do câmpus Rau, do IFSC

Quadros, Cleiton de

**PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO
AUTÔNOMA EM UM LABORATÓRIO DE MÁQUINAS OPERATRIZES - UM
ESTUDO DE CASO / Cleiton de Quadros ; orientação de
Cassiano Rodrigues Moura; coorientação de Giovani
Conrado Carlini. - Jaraguá do Sul, SC, 2018.**

66 p.

**Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Câmpus Jaraguá do Sul -
Rau. Tecnologia em Fabricação Mecânica. .
Inclui Referências.**

**1. Manutenção autônoma. 2. Lubrificação. 3. TPM.
4. Máquinas operatrizes. I. Rodrigues Moura, Cassiano.
II. Conrado Carlini, Giovani. III. Instituto Federal de
Santa Catarina. . IV. Título.**

CLEITON DE QUADROS

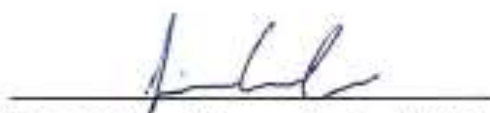
PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO
AUTÔNOMA EM UM LABORATÓRIO DE MÁQUINAS OPERATRIZES - UM
ESTUDO DE CASO

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Tecnólogo em
Fabricação Mecânica, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo
indicada.

Jaraguá do Sul, dia, 29 de novembro de 2018,



Prof. Cassiano Rodrigues Moura Me.
Orientador
IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU



Prof. Giovani Conrado Carlini Me.
Coorientador
IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU



Prof. Cristiano, da Silva Me.
IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU



Prof. Almir Turazi Dr.
IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU

AGRADECIMENTOS

A Deus pela saúde.

Aos meus pais Pedro e Maria, que me mostraram a importância do estudo para o crescimento profissional e me motivaram a buscar meus objetivos.

A minha esposa pelo apoio, incentivo e compreensão durante a elaboração deste trabalho.

Ao professor orientador Cassiano Rodrigues Moura e ao professor coorientador Giovani Conrado Carlini, por acreditar na ideia inicial desse trabalho, pelo incentivo, confiança, e compartilhamento dos seus conhecimentos.

A todos os professores e técnicos de laboratório do IFSC – Campus Jaraguá do Sul – Rau, que de alguma maneira me auxiliaram durante a realização do estudo.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e tecnologia de Santa Catarina – Campus Jaraguá do Sul – Rau, pela oportunidade de realizar esse curso e por todo conhecimento adquiridos durante esse período.

Muito obrigado!

“Eu tentei 99 vezes e falhei, mas na centésima tentativa eu consegui. Nunca desista de seus objetivos, mesmo aqueles que pareçam impossíveis, a próxima tentativa pode ser a vitoriosa”.

Albert Einstein

RESUMO

Neste trabalho buscou-se aprofundar os conhecimentos nas áreas de manutenção e lubrificação, de forma a aplicar os conceitos em um ambiente de estudo voltado para fins didáticos e de pesquisa, complementando as ações atualmente existentes e aplicando conceitos da TPM – Manutenção Produtiva Total, especificamente o pilar da manutenção autônoma (MA) que tem como principal objetivo envolver os operadores nas atividades diárias. Desta forma buscou-se como objetivo principal desenvolver um plano geral de manutenção em um laboratório de máquinas operatrizes, com a finalidade de melhorar a conservação dos equipamentos de forma a aumentar sua vida útil, e em paralelo facilitar a realização das aulas, melhorando a disposição dos recursos, práticas de limpeza e englobando os alunos nas atividades diárias. A metodologia utilizada para o desenvolvimento foi uma pesquisa científica de natureza aplicada, deste modo foi possível estudar informações específicas sobre o tema, abrindo oportunidade para melhorias no ambiente estudado. Buscou-se desta forma estudar conceitos sobre manutenção e lubrificação e listar as práticas que poderiam ser empregadas no laboratório de máquinas operatrizes alvo do estudo. Foram estudadas e compiladas informações referentes aos equipamentos e métodos atual de limpeza e conservação, bem como o público alvo e carga horária de utilização dos equipamentos, de modo a determinar padrões e frequência de limpeza lubrificação dos mesmos. Pode-se constatar que o desenvolvimento deste trabalho pode contribuir para a execução das atividades em laboratório bem como para englobar os alunos em outras áreas do conhecimento, como manutenção e lubrificação. Outro resultado importante foi o estudo dos equipamentos que resultou no plano de lubrificação, que anteriormente não era realizada por falta de uma metodologia. Por fim, estudos futuros podem contribuir com o aperfeiçoamento e complementação dos resultados deste trabalho, que dentre outras ações pode englobar os demais equipamentos.

Palavras-chave: Manutenção Autônoma. Lubrificação. TPM. Máquinas operatrizes.

ABSTRACT

In this work, we sought to deepen our knowledge in the areas of maintenance and lubrication, in order to apply the concepts in a study environment focused on didactic and research purposes, complementing the existing actions and applying TPM concepts. the mainstay of the autonomous maintenance (MA) that has as main objective to involve the operators in the daily activities. In this way, the main goal was to develop a general plan of maintenance in a laboratory of machine tools, with the purpose of improving the conservation of the equipment in order to increase its useful life, and in parallel to facilitate the accomplishment of the classes, improving the disposition resources, cleaning practices and engaging students in daily activities. The methodology used for the development was a scientific research of an applied nature, in this way it was possible to study specific information about the subject, opening the opportunity for improvements in the studied environment. In this way, we tried to study concepts about maintenance and lubrication and to list the practices that could be used in the laboratory of machine tools target of the study. Information regarding the current equipment and methods of cleaning and conservation, as well as the target audience and the hours of use of the equipment were studied and compiled in order to determine the standards and frequency of cleaning of the equipment. It can be verified that the development of this work can contribute to the execution of the activities in the laboratory as well as to include students in other areas of knowledge, such as maintenance and lubrication. Another important result was the study of the equipment that resulted in the lubrication plan, which was previously not performed due to lack of a methodology. Finally, future studies can contribute to the improvement and complementation of the results of this work, which among other actions may include other equipment.

Keywords: Autonomous maintenance.Lubrication. TPM. Machine tools.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Os oito pilares da TPM.....	18
Figura 2 - Curva característica da vida de equipamentos (curva da banheira)	29
Figura 3 - Dispositivos de lubrificação (a) Almotolia; (b) Copo com vareta	31
Figura 4 - Dispositivos de lubrificação (a) Copo conta-gotas; (b) Sistema de circulação	31
Figura 5 - Dispositivos de lubrificação (a) Copo com mecha; (b) Lubrificação por estopa	32
Figura 6 - Dispositivos de lubrificação (a) Lubrificação por anel; (b) Lubrificação por colar	33
Figura 7 - Dispositivos de lubrificação (a) Lubrificação por borrifo; (b) Lubrificação por imersão	33
Figura 8 - Dispositivos de lubrificação (a) Lubrificação por perda	34
Figura 9 - Dispositivos de lubrificação (a) Lubrificação a graxa por pistola; (b) Lubrificação por pincel	34
Figura 10 - Dispositivos de lubrificação (a) Lubrificação por copo Stauer; (b) Lubrificação por enchimento	35
Figura 11 - Dispositivos de lubrificação (a) Lubrificação centralizada mecânica;	36
Figura 12 - Fluxo metodológico das atividades desenvolvidas	40
Figura 13 - Layout do laboratório de máquinas operatrizes	42
Figura 14 - Quantificação dos equipamentos	43
Figura 15 - Máquinas operatrizes (a) Torno convencional e (b) Fresadora ferramenta	44
Figura 16 - Respostas do questionário.....	48
Figura 17 - Pontos de lubrificação torno.....	50
Figura 18 - Padrão de limpeza dos tornos	56
Figura 19 - Padrão de limpeza das fresadoras.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - As seis grandes perdas dos processos	18
Tabela 2 - Etapas da manutenção autônoma	20
Tabela 3 – Descritivo de padrão de manutenção autônoma	21
Tabela 4 - Objetivos alcançados com a implantação da Manutenção Autônoma	24
Tabela 5 - As 5 palavras da metodologia 5S	24
Tabela 6 -Tipos de manutenção	27
Tabela 7 - Classificação dos óleos	36
Tabela 8 - Tipos de graxas	37
Tabela 9 - Descrição e quantidade dos equipamentos.....	43
Tabela 10 - Diagnóstico dos métodos de limpeza e conservação	45
Tabela 11 - Quantidade de alunos por período letivo	46
Tabela 12 - Questionário utilizado na pesquisa	47
Tabela 13 - Pontos de lubrificação torno	50
Tabela 14 - Pontos de lubrificação fresadora	52
Tabela 15 - Método e frequência de lubrificação torno.....	53
Tabela 16 - Método e frequência de lubrificação fresadora.....	53
Tabela 17 - Especificação dos lubrificantes e graxas recomendados (torno).....	54
Tabela 18 - Especificação dos lubrificantes recomendados (fresadora).....	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBM - Manutenção Assistida por Computador

IFSC - Instituto Federal de Santa Catarina

MA – Manutenção Autônoma

PBS - Rendimento Baseado nas Especificações

RBI - Inspeção Baseada no Risco

RCM - Manutenção Centrada na Fiabilidade

TMEF – Tempo Médio Entre Falhas

TMPR – Tempo Médio Para Reparo

TPM - Manutenção Produtiva Total

WCM – World Class Manufacturing

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Problema	15
1.2 Objetivo geral	15
1.3 Objetivos específicos	16
1.4. Justificativa	16
2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	17
2.1 Programas de gestão para manutenção	17
2.1.1 TPM (Manutenção Produtiva Total)	17
2.1.1.1 Manutenção autônoma	19
2.1.1.1.1 Aplicação da manutenção autônoma nas organizações.....	21
2.1.1.2 Programa 5S	24
2.2 Tipos de manutenção	26
2.3 Lubrificação	29
2.3.1 Tipos de aplicação de lubrificantes.....	30
2.3.2 Lubrificantes líquidos.....	36
2.3.3 Graxas lubrificantes.....	37
3 METODOLOGIA	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1 Apresentação do local de trabalho	41
4.1.1 Métodos de limpeza e conservação	44
4.1.2 Rotina de utilização	46
4.2 Desenvolvimento das melhorias – Plano de lubrificação.....	49
4.2.1. Avaliação dos pontos de lubrificação.....	49
4.2.2. Método e frequência.....	52
4.2.3. Especificação de lubrificantes	53
4.3 Desenvolvimento das melhorias - manutenção autônoma	55
4.3.1. Definir padrões e periodicidade.....	55
4.3.2 Check-list para verificação	57
5 CONCLUSÃO	58
SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	59
REFERÊNCIAS.....	60

LISTAS DE ANEXOS

Anexo A – Check-list de utilização torno	63
Anexo B – Check-list de utilização fresadora	64
Anexo C - Plano de lubrificação tornos	65
Anexo D – Plano de lubrificação fresadoras.....	66

1 INTRODUÇÃO

A evolução da sociedade, principalmente no último século, com o avanço das tecnologias voltadas para medicina, sustentabilidade, aviação e para a modernização dos equipamentos, aliadas com a internacionalização dos produtos, a comunicação rápida e a globalização da economia, demonstram a diversificação e os desafios que as indústrias tem passado, sendo obrigadas a minimizar os custos em todos os seus setores e atividades.

Assim com o crescimento competitivo, e as crescentes exigências por produtos de alta qualidade ao menor custo possível, alinhado com a entrega no prazo, exige-se uma alta performance da planta industrial e dos equipamentos, sendo que, a eficiência de um processo está diretamente ligada a qualidade de operação, manutenção e reparo.

A manutenção tem impacto direto na qualidade e produtividade, portanto deve estar envolvida nas estratégias das organizações e deve acompanhar o desenvolvimento das novas tecnologias. A escolha das atividades de manutenção adequadas é ponto crucial para atingir excelência nos processos e alcançar bons resultados.

É sabido que o custo por paradas inesperadas é alto, considerando os custos com mão de obra e compra de peças de reposição, contudo as falhas podem ser previstas e evitadas se forem seguidos alguns métodos de manutenção e análise dos equipamentos, desta forma a escolha das atividades de manutenção adequada é fundamental para gerar economia e potencializar os resultados.

Com o passar dos anos a manutenção passou por algumas fases de transição e evolução para acompanhar o desenvolvimento tecnológico. Conforme Kardec e Nascif (2013), a primeira geração ocorreu no período anterior a segunda guerra mundial, era comum realizar manutenção apenas quando ocorriam as falhas, as empresas aceitavam esse tipo de tratativa e eram limitados apenas a serviços de lubrificação rotineira, uma vez que a produção não era prioridade.

Na segunda geração, entre as décadas de 50 e 70, surgem novos conceitos de manutenção visando a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos, surge então a manutenção preventiva na busca de reduzir a ocorrência das falhas.

Já na terceira geração, com o surgimento do conceito *Just-in-time* as empresas foram obrigadas a manter no estoque somente o necessário, e a entrega dos produtos

no prazo começou a exigir uma performance maior dos equipamentos, reforça-se o conceito de manutenção preditiva, que busca prever a falha antes que ela ocorra.

Na quarta geração, após o ano 2000, firmou-se em definitivo o conceito de proatividade na manutenção, surgem os acompanhamentos específicos, como ordens de serviços, acompanhamento e análise preditivas e programas de gestão.

Na quinta geração, a partir de 2010, são mantidos os programas de manutenção citados anteriormente e aumenta-se o engajamento da manutenção nos projetos de fabricação, aquisição e instalação de ativos, o monitoramento de condição passa a ser primordial para a redução de falhas.

Existem vários modelos de programas de gestão para gerir este monitoramento dentre eles se destaca o “*Total Productive Maintenance*” (TPM), ou traduzindo para o português, Manutenção Produtiva Total.

Neste trabalho busca-se realizar um estudo das técnicas de manutenção para definir qual a mais indicada para aplicação em um laboratório de máquinas operatrizes, para tal será realizado uma pesquisa sobre os conceitos de manutenção, compilando as técnicas que poderão ser aplicadas no ambiente de estudo.

1.1 Problema

A manutenção de forma geral está presente em todas as atividades que envolvam máquinas e equipamentos, mas para implementar um método de manutenção na indústria ou processo, ela deve ser estudada levando em consideração dados do fabricante dos equipamentos e informação inerentes a sua utilização. Surge então a questão central desta pesquisa: Como definir um método de manutenção para um laboratório de máquinas operatrizes, bem como gerenciar sua execução?

1.2 Objetivo geral

Desenvolver um plano de manutenção autônoma em um laboratório de máquinas operatrizes.

1.3 Objetivos específicos

1. Realizar um estudo sobre a situação atual do laboratório de máquinas operatrizes do IFSC – Rau no que diz respeito a manutenção dos equipamentos.
2. Realizar um estudo para definir qual tipo de manutenção aplicar nesse ambiente levando em conta ser um local voltado para fins didáticos e de pesquisa.
3. Elaborar um plano de manutenção e lubrificação que atenda às necessidades do laboratório.
4. Elaborar *banners* alto explicativos sobre os itens de manutenção e verificação diários.

1.4. Justificativa

Diante da necessidade atual das instituições estarem cada vez mais buscando formas de diminuir as perdas e manter a qualidade, a manutenção tem grande responsabilidade no que diz respeito a conservação dos equipamentos. Dentre outros problemas, a falta de um programa de manutenção ou a má escolha do método de manutenção aplicado pode influenciar em perdas e paradas não previstas dos equipamentos, além de acelerar a deterioração dos mesmos.

Esse trabalho teve como motivação principal a inexistência de uma sistemática de manutenção nos equipamentos do laboratório de máquinas operatrizes do IFSC - Rau, por mais que seja um ambiente voltado ao ensino, se faz necessário manter em perfeitas condições todo maquinário para que atenda os alunos dos cursos de aprendizagem, técnicos e superiores.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 Programas de gestão para manutenção

Conforme descrito por Ramos (2012), atualmente, devido a uma série de inovações tecnológicas ao longo dos últimos anos, surgiram novos modelos de gestão da manutenção industrial, dentre eles pode-se destacar:

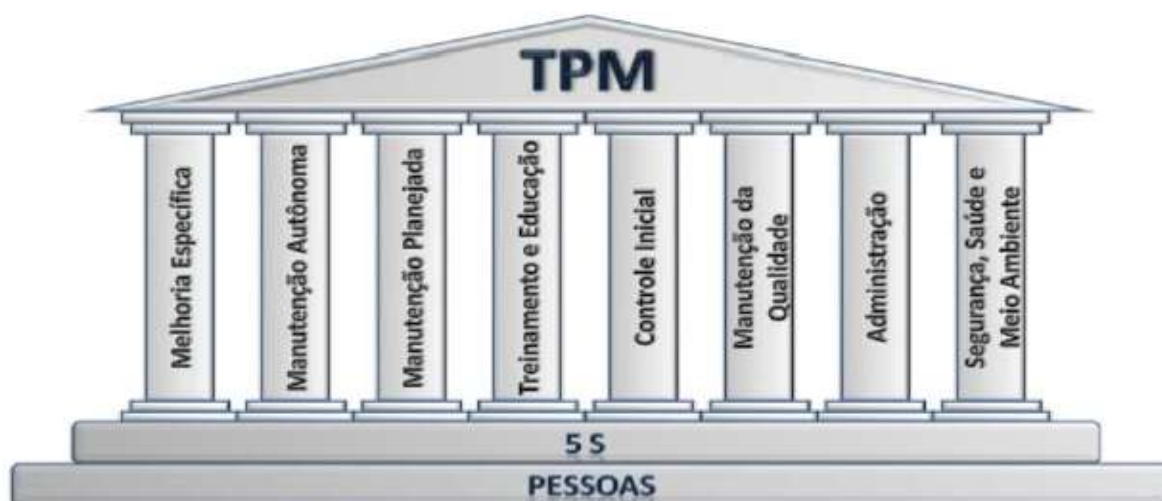
- TPM – Manutenção Produtiva Total;
- RCM – Manutenção Centrada na Fiabilidade;
- CBM – Manutenção Assistida por Computador;
- PBS – Rendimento Baseado nas Especificações;
- RBI – Inspeção Baseada no Risco.

Todos esses modelos citados buscam orientar as empresas quanto as melhores práticas para atingir seus resultados. No âmbito deste trabalho será abordado com ênfase a TPM, programa que se destacou nos últimos anos sendo adotado como pratica por empresas do mundo inteiro como ferramenta na busca por redução de custos, redução de quebras de equipamentos e melhora nos índices de qualidade.

2.1.1 TPM (Manutenção Produtiva Total)

A sigla TPM é formada pelas iniciais da expressão inglesa “*Total Productive Maintenance*”. De acordo com Nakajima (1989), a TPM está sustentada por oito pilares conforme pode-se observar na figura 1, onde salienta-se as principais questões trabalhadas dentro desta metodologia. Na base dos pilares estão as pessoas, onde se mostra que todos devem participar dos processos de melhoria, e o programa 5s que é de fundamental importância para iniciar qualquer processo de mudança nas organizações (XENOS,2004).

Figura 1 - Os oito pilares da TPM



Fonte: Adaptado de Nakajima (1989) e Nakazato (1999)

O 1º pilar é referente as melhorias específicas, onde busca-se reduzir as perdas e aumentar a eficiência global bem como a qualidade do processo. Essas seis grandes perdas são analisadas na Tabela 1, onde pode-se observar as perdas, as suas causas e a descrição de sua influência no processo.

Tabela 1 - As seis grandes perdas dos processos

Tipos de perda	Descrição
Perda por quebra	São as perdas de tempo e de materiais devida à falha ou à quebra do equipamento.
Perda devido a <i>setup</i> e ajustes	Esta perda é causada por paradas devidas a trocas de configurações. O tempo de preparação para trocas serve para preparar a produção subsequente.
Perdas por pequenas paradas e trabalho lento ou em vazio	São paradas nas quais o equipamento fica sem operar, mais denominada de esperas. Nota-se que o somatório destas pequenas paradas geralmente representa uma quantidade significativa a longo prazo
Perdas por redução de velocidade	É a diferença entre a velocidade real do equipamento e a velocidade projetada, na maioria das vezes em função das condições inadequadas às quais o equipamento está submetido.
Perdas por problemas na qualidade	Estas perdas estão relacionadas à descoberta de produtos com defeitos de qualidade, ocasionando retrabalho ou até eliminação da peça ou produto. Normalmente quando a origem do defeito é habitual decorre de algum grau de deterioração do equipamento ao qual não foi dada importância.
Perdas de rendimento ou na partida	Estão relacionadas a restrições técnicas do equipamento, que acarretam em um período de estabilização das condições dos equipamentos após uma parada.

Fonte: Nakajima (1989)

Já o 2º pilar faz referência a manutenção autônoma, seu objetivo é desenvolver os operadores para realizar pequenas atividades de manutenção e inspeções. São características deste pilar a liberdade de ação, porém devem ser elaborados e

cumpridos padrões para conscientização da filosofia TPM. Este tópico é abordado no capítulo 2.1.1.1, (KARDEC e NASCIF, 2013).

O 3º pilar é referente a manutenção planejada, nesta etapa é importante que a manutenção tenha consciência da consequência decorrente das falhas nos equipamentos. A manutenção planejada ou profissional deve fornecer apoio a manutenção autônoma de forma a melhorar a performance dos equipamentos e garantir a restauração e conservação.

O 4º pilar reforça a filosofia dos conceitos da TPM, buscando através de treinamento dos operadores de produção e manutenção, que as atividades sejam realizadas de forma voluntária e sem dúvidas quanto a sua execução.

O 5º pilar trata sobre o controle inicial, que resumidamente é um conjunto de atividades de gerenciamento que busca eliminar falhas na fase inicial do desenvolvimento de algum tipo de projeto ou produto (KARDEC e NASCIF, 2013).

O 6º pilar abrange a manutenção da qualidade, trata-se de padrões necessários para fabricação dos produtos que devem ser medidos com frequência, e estão diretamente relacionados ao bom desempenho e funcionamento dos equipamentos.

O 7º pilar engloba a administração, nesta etapa deve ser executado um trabalho de forma a eliminar as perdas e aumentar a eficiência nas áreas administrativas.

O 8º pilar faz referência a segurança saúde e meio ambiente, nesse pilar busca-se a implementação de um sistema que que promova um ambiente seguro para se trabalhar, identificando e eliminando os pontos críticos ao trabalhador, é importante que se tenha uma estrutura de apoio a saúde física e psicológica dos trabalhadores, bem como se defina políticas relacionadas ao meio ambiente.

2.1.1.1 Manutenção autônoma

Como descrito anteriormente, a manutenção autônoma é um dos principais pilares da TPM, tendo como principal objetivo tornar os operadores mais autônomos na execução de suas tarefas, realizando simples manutenções em seus equipamentos como inspeções, lubrificações e limpezas, instiga-se o senso crítico dos operadores para a percepção de anomalias e mudanças nas condições ideais de funcionamento dos equipamentos, como ruído e vibrações etc. Essas ações tem como objetivo a conservação e aumento da vida útil dos equipamentos e estão diretamente ligadas a qualidade dos produtos. Para Xenos (2004), a manutenção autônoma é uma

estratégia simples e pratica que permite identificar as anomalias logo no início e desta forma auxiliar a manutenção a realizar correções antes da ocorrência das falhas.

A implantação da manutenção autônoma pode ocorrer de forma diferente para cada situação ou ambiente em estudo, porém é importante que se conheça ou que seja realizado um estudo inicial sobre o tema. Segundo Ribeiro (2010), o pilar Manutenção Autônoma é dividido em sete etapas como descrito na Tabela 2.

Tabela 2 - Etapas da manutenção autônoma

Etapas	Atividades	Objetivo
1º etapa	Limpeza inicial	Inspeção inicial e identificação dos problemas;
2º etapa	Eliminar as fontes de sujeira e locais de difícil acesso	Melhorar acesso ao equipamento para facilitar a manutenção e identificação de problemas;
3º etapa	Elaborar padrões de limpeza e lubrificação	Manter o local em condições ideais de funcionamento;
4º etapa	Inspeção geral	Realizar treinamento sobre os padrões elaborados, envolvimento nas atividades;
5º etapa	Inspeção autônoma	Elaborar <i>check-lists</i> definitivos para os equipamentos;
6º etapa	Organização e ordem	Aplicação do 5S como forma de auxílio na melhoria das atividades;
7º etapa	Consolidação da manutenção autônoma	Verificar periodicamente se as atividades e práticas estão sendo executadas.

Fonte: Adaptada de Ribeiro (2010)

Quando se fala em inspeção é importante que se tenha padrões técnicos de manutenção para realização destas atividades, sejam elas executadas pela manutenção profissional, ou pelos próprios operadores. De acordo com Xenos (2004), os padrões técnicos utilizados na manutenção podem ser classificados em:

1. Padrões de inspeção – O que inspecionar, com que frequência e os equipamentos necessários, precauções de segurança aplicáveis;
2. Padrões de troca de peças - Identificação das peças sujeitas a trocas periódicas procedimento de remoção e instalação, ferramentas necessárias, precauções de segurança aplicáveis;
3. Padrões de reforma – Identificar os componentes sujeitos a reforma periódica, frequência de reforma, procedimento de reforma na oficina, procedimento de remoção instalação, precauções de segurança aplicáveis.

A partir destes três padrões podem ser elaborados padrões de manutenção autônoma, que são documentos que iram nortear as atividades de determinada linha ou equipamento do fabrica.

Existem vários tipos de padrões de inspeção, porem, Xenos (2004) lista

algumas informações de fundamental importância para elaboração de um plano de inspeção:

1. Partes do equipamento a serem inspecionadas;
2. Frequência das inspeções;
3. Métodos de inspeção;
4. Instrumentos e aparelhos utilizados para realização da inspeção;
5. Características a serem inspecionadas;
6. Critérios de julgamento;
7. Contramedidas ou ações em caso de anomalias.

Na Tabela 3 pode ser observada uma breve descrição do conteúdo e as recomendações aplicáveis para um bom plano de manutenção autônoma.

Tabela 3 – Descritivo de padrão de manutenção autônoma

	Conteúdo	Recomendações
Padrão de manutenção autônoma	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação dos pontos de limpeza, lubrificação, inspeção e reabastecimento; - Identificação dos ajustes e testes; - Frequência das tarefas; - Procedimento de execução das tarefas; - Critérios de avaliação qualitativos e quantitativos; - Contramedidas em caso de anomalias; - Precauções de segurança aplicáveis. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incluir fotos ou desenhos para facilitar a execução das atividades; 2. Utilizar a gestão à vista nos equipamentos para as tarefas rotineiras de limpeza, lubrificação e inspeção.

Fonte: Adaptado de Xenos (2004, pag.189)

2.1.1.1.1 Aplicação da manutenção autônoma nas organizações

Como referência e base para estudo, buscou-se estudar alguns casos onde foi utilizada ou implementada técnicas de manutenção autônoma, bem como os resultados obtidos de forma a nortear o desenvolvimento deste estudo de caso.

A manutenção autônoma foi aplicada em uma empresa do ramo de auto peças situada na Região do Vale do Paraíba-SP por Vanzella (2006), em função da implantação da MA, notou-se uma mudança no o comportamento dos operadores, o que acarretou em resultados positivos para a empresa, como melhora no desempenho da produtividade e redução das paradas por falhas nos equipamentos. A adoção da ferramenta, não só motivou os colaboradores, mas também manteve as condições operacionais dos equipamentos em níveis mais elevados, desta forma pode-se observar uma melhora significativa do produto final.

Um estudo relacionado a implementação da manutenção autônoma em uma indústria gráfica, foi realizado por Lima (2009), A implantação do programa de

Manutenção Autônoma buscou atacar as causas das não conformidades através da capacitação dos funcionários para desempenharem tarefas de regulagens, inspeção e manutenção das máquinas, além de desenvolver procedimentos padronizados que evitem desvios de qualidade, e facilitem o acompanhamento dos resultados.

Já Furlan e Leão (2010), desenvolveram um estudo relacionado a manutenção autônoma em uma empresa de embalagens cartonadas no município de Monte Mor (SP), onde foi possível verificar no estudo de caso que houve um grande ganho de resultados aplicados à área industrial, foi possível observar também que são vários os benefícios em se implantar a Manutenção Autônoma, podendo ressaltar a melhora no processo produtivo visto a menor quantidade de quebras dos equipamentos, a melhora do controle e planejamento da produção e o ganho de qualidade no processo.

B. Gajdzik (2014), em seu estudo sobre a empresa metalúrgica ArcelorMittal Poland, descreve a importância da MA dentro da metodologia *World Class Manufacturing* (WCM), traduzindo como, Manufatura de Classe Mundial, de forma a aumentar a eficiência das linhas de produção através da prática de atividades realizadas pelos operadores de cada centro de trabalho, além disso, e uma ferramenta de auxílio a manutenção profissional, muito importante para a obtenção de bons resultados no que diz respeito a diminuição das falhas e melhoria na qualidade dos produtos.

Lottermann (2014), realizou um estudo sobre os equipamentos de usinagem do laboratório de estudos da Faculdade Horizontina, de forma a apresentar um plano de manutenção compatível com as circunstâncias encontradas. Desta forma fez uso da manutenção preventiva, que foi apoiada em alguns dos pilares da Casa da TPM, sendo o mais importante o pilar da manutenção autônoma como método de auxílio para diminuir as taxas de falhas e aumentar a confiabilidade dos equipamentos, através do envolvimento dos técnicos, professores e alunos.

Em outro caso, Biehl e Sellitto (2015) também fizeram uso da MA na empresa Alfa, que é uma das três maiores fabricantes de armamentos do mundo. Os principais resultados alcançados foram o aumento em mais de 700% no TMEF – Tempo Médio Entre Falhas, a redução de mais de 40% no TMPR – Tempo Médio Para Reparo, além do aumento de mais de cinco pontos percentuais na disponibilidade das três máquinas alvo do estudo e a redução de quase 60% no custo de materiais de manutenção. Pode-se concluir que manutenção autônoma, pode aumentar a eficiência da

manutenção e conseqüentemente pode aumentar a capacidade de competição da manufatura de uma empresa industrial.

Nunes e Sellitto (2016), descrevem a aplicação da manutenção autônoma em uma área piloto de uma empresa do ramo metal mecânica, fabricante de implementos agrícolas. Como resultado obteve-se aumento do TMEF e a redução do TMPR, desta forma aumentaram a disponibilidade dos equipamentos da célula-piloto e reduziram os custos de manutenção significativamente, dado que diminuiu a compra de peças em regime de urgência e o número de quebras. A MA reduziu a quantidade de falhas crônicas nos equipamentos, que passaram a apresentar maior estabilidade o que refletiu na qualidade dos produtos acabados e redução de retrabalho, desta forma pode-se reduzir os estoques de produtos acabados.

Molenda (2016), utilizou o pilar de manutenção autônoma da metodologia TPM em uma indústria de manufatura para área automotiva na Polônia, realizando um comparativo do ano anterior e um ano após a implementação da MA. Os resultados da pesquisa mostraram-se eficazes na melhoria do funcionamento da organização com a redução do número de falhas de 788 no período anterior à implementação da MA, para 511 no ano seguinte após a implantação. Conclusões semelhantes foram obtidas durante o ano de implementação da MA, com a diminuição em mais de 26% do número de falhas em comparação com o ano anterior à implementação.

Aplicação de manutenção autônoma também foi realizado por P. Guariente et al. (2017), em uma linha de produção de tubos de ar-condicionado para o setor automotivo. Onde pretendia-se reduzir as taxas de parada nas máquinas. O principal objetivo foi alcançado através da aplicação dos sete estágios da manutenção autônoma. Desta forma os operadores puderam desenvolver a responsabilidade de realizar de forma autônoma atividades relacionadas a ações de limpeza, organização e verificações diárias, garantindo assim boas condições de funcionamento. Deste modo alcançou-se um aumento de 10% na taxa mensal de disponibilidade da máquina, houve também um aumento no TMEF, bem como uma redução no TMPR devido ao uso de práticas de gerenciamento.

Compilando os dados do estudo relacionado a aplicação da manutenção autônoma podemos descrever os objetivos alcançados, a Tabela 4 faz uma analogia aos trabalhos dos autores citados anteriormente.

Tabela 4 - Objetivos alcançados com a implantação da Manutenção Autônoma

Autores	Objetivos alcançados
Vanzela (2006) Lima (2009) Furlan e Leão (2010) B. Gajdzik (2014)	Melhoria na qualidade dos produtos; Maior envolvimento dos operadores; Redução das paradas por falhas nos equipamentos;
Lottermann (2014) Biehl e Sellitto (2015) Nunes e Sellitto (2016) Molenda (2016) P. Guariente (2017)	Aumento do tempo medio entre falhas (TMEF) dos equipamentos; Aumento da disponibilidade dos equipamentos; Diminuição das paradas por falhas nos equipamentos;

Fonte: O Autor (2018)

2.1.1.2 Programa 5S

Manter um ambiente limpo e organizado facilita a busca de materiais e ferramentas, contribuindo para a satisfação das pessoas envolvidas. Além disso, quando se estabelece padrões e normas a serem seguidas assegura-se que o produto a ser produzido tenha as mesmas características independente do turno que foi desenvolvido, isso só é possível quando implantado e seguido alguma metodologia. As empresas que prezam pela qualidade aderirão ao programa 5S com o objetivo de melhorar a qualidade e manter um padrão global, o que facilita para comercialização dos produtos, diminuição dos custos e satisfação dos colaboradores e clientes.

As práticas de 5S surgiram no Japão, a metodologia utilizada logo se difundiu pelo mundo e se tornou a base para um bom resultado dos sistemas de qualidade nas empresas. O programa tem seu nome da origem das 5 palavras que definem suas principais atividades de implantação, *SEIRI*, *SEITON*, *SEISO*, *SEIKETSU E SHITSUKE*, (KARDEC e NASCIF,2013). Na tabela 2 pode observar a descrição e tradução das cinco palavras chaves da metodologia 5S e os principais objetivos das atividades realizadas em cada etapa.

Tabela 5 - As 5 palavras da metodologia 5S

Japonês	Português	Objetivo das atividades
<i>SEIRI</i>	ORGANIZAÇÃO	Manter apenas o necessário; Separar o útil do inútil; Eliminar excesso de matérias, minimizar espaços;
<i>SEITON</i>	ORDEM	Manter os materiais organizados; Tudo deve estar identificado; Manter padrões de identificação e controle visuais;
<i>SEISO</i>	LIMPEZA	Manter o ambiente e equipamentos limpos; Identificar e eliminar as fontes de sujeira; Eliminar os improvisos nos equipamentos;

<i>SEIKETSU</i>	ASSEIO	Cumprir as normas de segurança; Manter a saúde física e mental; Manter limpos, banheiros vestiários e demais áreas de uso coletivo;
<i>SHITSUKE</i>	DISCIPLINA	Cumprir o que foi determinado nas etapas anteriores; Cumprir os horários, normas de segurança e padrões estabelecidos para a execução das atividades.

Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2013)

Para o sucesso da implantação do programa 5S a iniciativa e envolvimento deve partir da alta direção da empresa, sendo exemplo e incentivadores das demais áreas e hierarquias inferiores. As sequências de atividades para implementação do programa podem ser observadas a seguir, (KARDEC e NASCIF, 2013).

- Preparar a organização
- Treinar e educar no 5S
- Levantar problemas e encontrar soluções
- Elaborar plano de ação
- Acompanhar a implementação
- Promover o 5S

O início do programa acontece na fase de “Preparar a organização”, onde é divulgado a todos que a empresa vai aderir ao programa como forma de buscar melhores resultados, é dever do presidente, do dono ou chefias fazer essa divulgação, através de reuniões ou apresentações em grupo.

Na segunda etapa busca-se realizar treinamentos sobre os conceitos a serem aplicados, o ideal é que sejam preparadas algumas pessoas que irão trabalhar como facilitadores, acompanhando e orientando as atividades dos demais colaboradores, uma sugestão nessa etapa e realizar visitas a outras empresas ou áreas onde já foram aplicados os conceitos de 5S, afim de aprimorar o conhecimento e discutir as boas práticas de implantação.

Na terceira etapa busca-se realizar uma análise para o levantamento de problemas relacionados aos sentidos de organização, ordem e limpeza. É extremamente importante o envolvimento de todos, através de sugestões, para assim poder priorizar os problemas encontrados.

Na sequência, os problemas encontrados na etapa anterior são compilados, neste momento é criado um plano de ação e determinado os responsáveis para execução das atividades de melhoria bem como os prazos para término.

Posteriormente é realizado um acompanhamento das atividades listadas no

plano de ação através de inspeções e auditorias, que podem ser realizadas por pessoas do próprio setor ou pessoas de áreas diferentes. O resultado desta avaliação das inspeções deve ser divulgado a todos os envolvidos na busca pelo aperfeiçoamento e correção das não-conformidades.

Por fim, na última etapa busca-se promover as ações de 5S, através do reconhecimento das pessoas das respectivas áreas onde o programa foi executado com sucesso, nesse momento podem ser agendadas visitas de outros setores ou empresas para que se motivem e sigam o exemplo da seção visitada.

2.2 Tipos de manutenção

Kardec e Nascif (2013 p.26) conceituam a manutenção atualmente como forma de “Garantir a disponibilidade dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado”.

Para Kardec e Lafraia (2002), a manutenção pode ser definida como um conjunto de métodos destinado a manter ou a recolocar uma máquina, componente ou um sistema nas suas condições originais de funcionamento.

A manutenção ainda é vista em muitas organizações como sendo uma despesa ou como um mal necessário, porém as técnicas de manutenção estão presentes nos nosso dia-a-dia desde que o ser humano começou a utilizar as primeiras ferramentas, e passando por várias fases evolutivas ao longo da história de desenvolvimento humano e industrial.

Com a globalização, o capitalismo e o consumismo, mesmo os países pouco desenvolvidos tendem a se estruturarem tecnologicamente. Esses procuram recursos humanos qualificados e programas de qualidade para fornecer produtos competitivos, para isso se faz necessário um plano de manutenção eficaz (VIANA,2012).

Na tabela 6 é possível observar as características dos principais tipos de manutenção, sendo que cada empresa deve analisar suas necessidades para escolher um método de manutenção que atenda às suas necessidades, de qualquer forma é indispensável que se possuam um controle relacionado aos custos e históricos atrelados ao equipamento.

Tabela 6 -Tipos de manutenção

Tipos de manutenção	Características
Manutenção corretiva não planejada	Esse tipo de manutenção é necessário imediatamente para evitar danos maiores a produção, meio ambiente e as pessoas, é uma intervenção aleatória sem ser preparada anteriormente, (VIANA, 2012).
Manutenção corretiva planejada	É a atuação da manutenção para corrigir uma falha ou perda de desempenho diagnosticado anteriormente, portanto teve tempo para ser planejada, (NASCIF e DORIGO, 2009).
Manutenção preventiva	É uma manutenção realizada em períodos estrategicamente programados, levando em consideração dados dos fabricantes, experiências com equipamentos similares operando em condições semelhantes com o intuito de minimizar a probabilidade de falhas, (KARDEC e NASCIF, 2013).
Manutenção preditiva	A manutenção preditiva, é realizada tendo como base parâmetros dos equipamentos, qualquer mudança significativa nestes parâmetros deve ser corrigida utilizando-se de outro método de manutenção, de forma preventiva ou planejada, de modo a manter o equipamento o maior número de horas possível em funcionamento sem avarias, (KARDEC e NASCIF, 2013).
Manutenção detectiva	“A manutenção detectiva é a atuação em sistemas de proteção buscando detectar FALHAS OCULTAS ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção”, (NASCIF e DORIGO 2009, p.148).

Fonte: O Autor (2018)

Independentemente do tipo de manutenção que a empresa optar em adotar como filosofia de trabalho, ela deverá contribuir para um bom resultado final. Para analisar a eficácia da manutenção dentro de um processo é muito importante que seja realizado um acompanhamento através de indicadores de manutenção.

2.2.1 Conceitos e indicadores de manutenção

As palavras “Confiabilidade”, “Disponibilidade” e “Manutenibilidade”, são palavras comuns para quem trabalha na área de manutenção. Kardec e Nascif (2013) relacionam essas palavras ao conceito atual de manutenção que é “Garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado”.

Desta forma pode-se considerar que a confiabilidade está relacionada a probabilidade que um item tem de desempenhar a função desejada durante um intervalo de tempo programado sob condições predefinidas para aplicação (NASCIF e DORIGO, 2009).

Para Kardec e Nascif (2013), disponibilidade é a capacidade de um

equipamento em executar sua função em um instante ou por um período sem que ocorra perdas ou falhas da sua função. A medida de disponibilidade é um valor geralmente apresentado em porcentagem, e pode ser obtida através da equação 1, conforme apresentado por (NASCIF E DORIGO, 2009).

$$Disponibilidade = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR}$$

(1)

Onde temos:

TMEF = Tempo Médio Entre Falhas;

TMPR = Tempo Médio Para Reparo.

O termo “manutenibilidade” é definido por Kardec e Nascif (2013) como a característica que os equipamentos ou instalações possuem que permite e facilita a execução de manutenções em tempos programados ou no menor tempo possível, de forma a reestabelecer o funcionamento das condições de operação.

Por mais moderno que e bem projetados que sejam os equipamentos, produtos ou sistemas, e de conhecimento que todos que durante a operação podem ocorrer falhas. De acordo com Kardec e Nascif (2013), a taxa de falha (λ) pode ser calculada a partir da equação 2.

$$\lambda = \frac{\text{Número de falhas}}{\text{Número de horas de operação}}$$

(2)

Na figura 2 pode-se observar a curva que representa a taxa de falhas em função do tempo de vida útil, conhecida como curva da banheira. A representação apresentada neste gráfico pode ser aplicada a qualquer equipamento. O eixo vertical representa a frequência de falhas ou ajustes, onde conseqüentemente houve atuação da manutenção. O eixo horizontal representa o período de tempo de uso ou vida útil. Para obter os índices corretos para este indicador é fundamental que se obtenha dados provenientes de históricos relacionados aos equipamentos. Caso a empresa não tenha isso como prática, isso pode acabar dificultado a compilação e interpretação

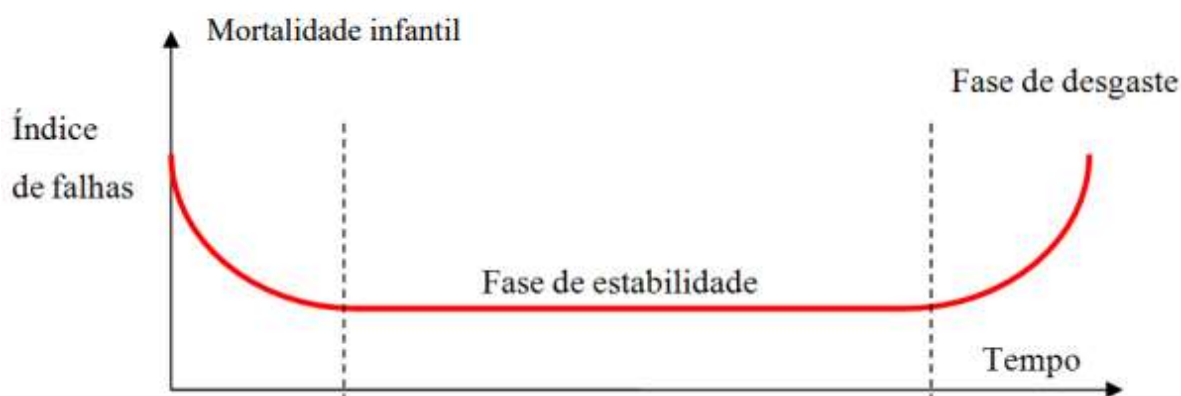
das informações.

No início a curva é decrescente, as falhas que surgem nessa etapa são oriundas de defeitos de fabricação de alguns componentes, erros no projeto ou até mesmo de falhas durante a montagem inicial, é notório que após os ajustes as falhas diminuem consideravelmente.

Na parte central, chamada de fase de estabilidade, as taxas de falhas tendem a se estabilizar e seguem uma linha constante, as falhas características dessa fase estão relacionadas a fadiga dos componentes, corrosão ou outros fatores difíceis de serem controlados ou identificados com antecedência.

A última fase corresponde a fase de desgaste, nessa etapa a curva de falhas possuem uma tendência crescente devido ao desgaste natural, a partir deste ponto a taxa de falhas tende a aumentar em relação ao tempo até atingir o fim de sua vida útil.

Figura 2 - Curva característica da vida de equipamentos (curva da banheira)



Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2009)

2.3 Lubrificação

Quando dois corpos estão em contato durante um movimento relativo, a rugosidade de suas superfícies e o esforço exercido por uma delas da origem ao atrito, que em muitos casos se torna indesejável e prejudicial aos componentes. Segundo Albuquerque (1977, p.7), “Durante o movimento ocorrerão cisalhamento e arrancamento, com desprendimento de calor e desgaste das superfícies. Por outro lado, o atrito torna as superfícies reativas, facilitando a corrosão”, para combater ou minimizar este fenômeno faz-se uso da lubrificação.

Conforme Rousso (1983), a lubrificação consiste em eliminar o contato, ou seja, o atrito sólido entre as superfícies de modo a criar entre elas uma película lubrificante de qualquer que seja a substância. Deste modo a uma transformação no que diz respeito aos esforços devido a mudança do atrito sólido para o atrito fluido.

Rousso (1983) afirma ainda que o atrito fluido é menor que o atrito sólido, e que a introdução de uma película fluida entre dois sólidos impede o contato de ambos, e por consequência diminui o seu desgaste. Segundo o autor os principais objetivos da lubrificação são:

- Redução do consumo de energia não utilizável;
- Redução do desgaste entre as superfícies envolvidas;
- Redução da temperatura durante o trabalho;
- Redução da corrosão dos componentes;
- Redução do choque entre as partes.

A lubrificação dos equipamentos é de fundamental importância para manter o funcionamento ideal das máquinas e componentes, bem como aumentar sua vida útil, para isso é necessário que esta seja realizada em períodos regulares e com os lubrificantes corretos.

2.3.1 Tipos de aplicação de lubrificantes

Existem várias formas de aplicação de lubrificantes, bem como dispositivos para auxiliar nessa tarefa. Carreteiro e Belmiro (2006) listam os dispositivos mais comuns para as aplicações de lubrificantes:

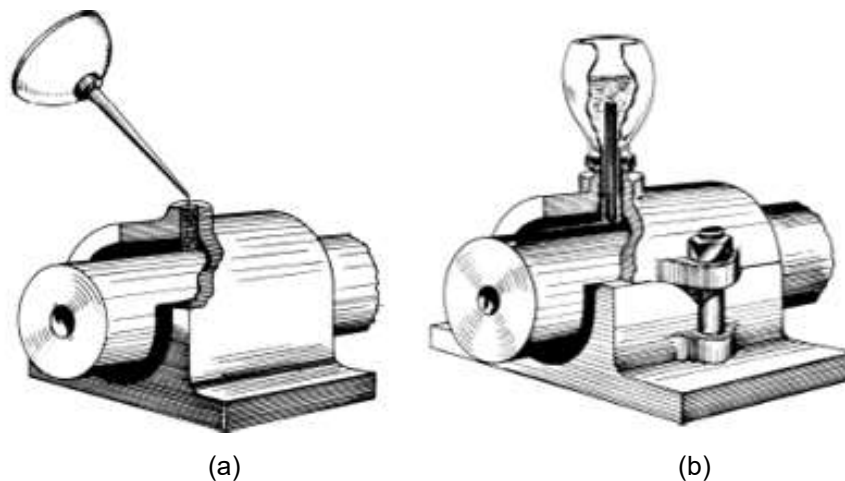
- Dispositivos de lubrificação a óleo;
- Dispositivo de lubrificação a graxa;
- Sistema centralizado.

Independentemente do tipo de lubrificante utilizado, graxa ou óleo, a escolha adequada do método de aplicação tem por finalidade fazer com que as partes seja lubrificadas corretamente, evitando a falta ou o excesso de lubrificante, desta forma busca-se proteger o equipamento e evitar o desperdício dos produtos empregados na lubrificação.

Na Figura 3 pode-se observar a utilização de dispositivos de lubrificação a óleo, podemos destacar a lubrificação por almotolia (ver Figura 3a), que consiste em um método muito simples, porém devido ser exclusivamente do controle humano se torna

ineficiente, causando excesso ou falta de lubrificante, e copo com vareta (ver Figura 3b), que tem o seguinte princípio de funcionamento, ao iniciar o movimento de rotação do eixo a agulha que está imersa no óleo e em contato com o eixo libera passagem para que o lubrificante desça durante o período que o eixo permanecer em rotação.

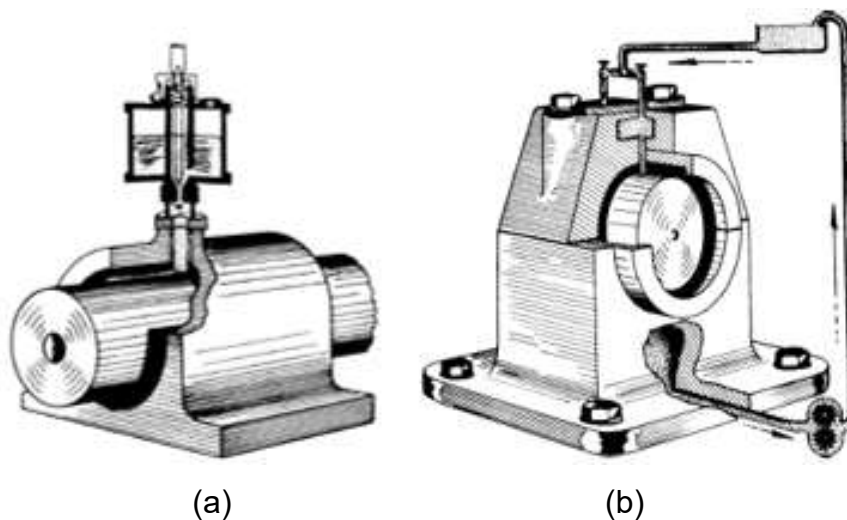
Figura 3 - Dispositivos de lubrificação (a) Almotolia; (b) Copo com vareta



Fonte: Carreteiro e Belmiro (2006)

No caso da aplicação de lubrificantes por copo conta-gotas (ver figura 4a), o sistema permite uma regulagem do número de gotas por minuto, sendo necessário o ajuste de acordo com a aplicação.

Figura 4 - Dispositivos de lubrificação (a) Copo conta-gotas; (b) Sistema de circulação



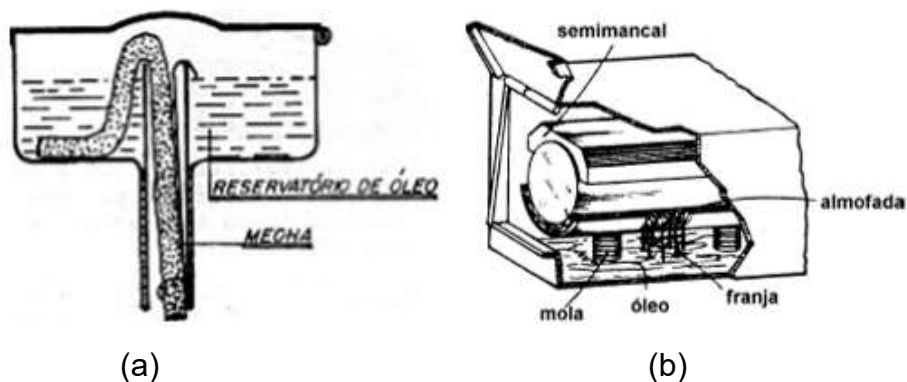
Fonte: Carreteiro e Belmiro (2006)

Já o sistema de lubrificação por circulação (ver Figura 4b), consiste de uma

bomba na parte inferior do reservatório de óleo que o bombeia para um reservatório na parte superior do conjunto onde o óleo desce por gravidade e atinge as partes moveis.

Outro método de aplicação de óleo e por capilaridade. Na figura 5 pode-se observar os dois dispositivos empregados nesse tipo de lubrificação, o copo com mechas (ver Figura 5a), onde passagem de óleo pela mecha depende da temperatura de trabalho, viscosidade do óleo e trançado da mecha, dependendo o ambiente é comum que com o tempo venha a entupir a passagem de óleo, e a lubrificação por estopas (ver figura 5b), onde o eixo do mancal gira sobre estopas embebidas no óleo.

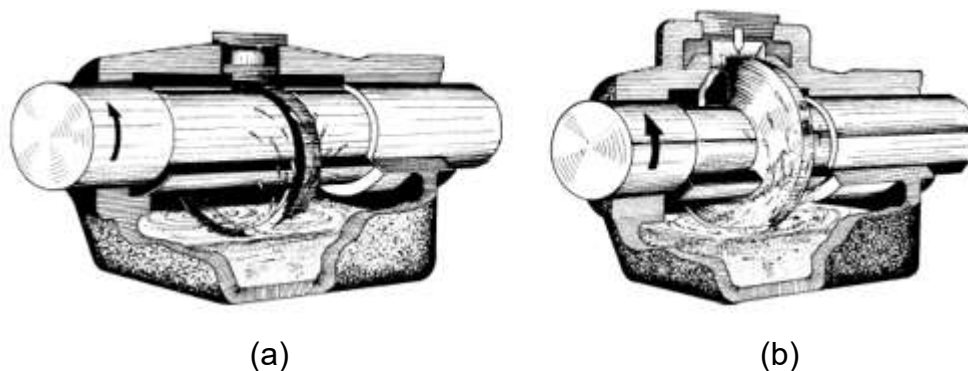
Figura 5 - Dispositivos de lubrificação (a) Copo com mecha; (b) Lubrificação por estopa



Fonte: SENAI (1997)

Outra forma de lubrificação óleo e a efetuado por salpico, onde utiliza-se de peças sob o eixo de rotação que com o movimento de rotação faz com o óleo seja levado para a parte superior do conjunto, onde passa por um raspador que retira o excesso de óleo e o faz cair sobre as peças moveis. A figura 6 mostra os dois tipos mais comuns de aplicação por salpico, a lubrificação por anel ou correte (ver Figura 6a), e a lubrificação por colar (ver Figura 6b).

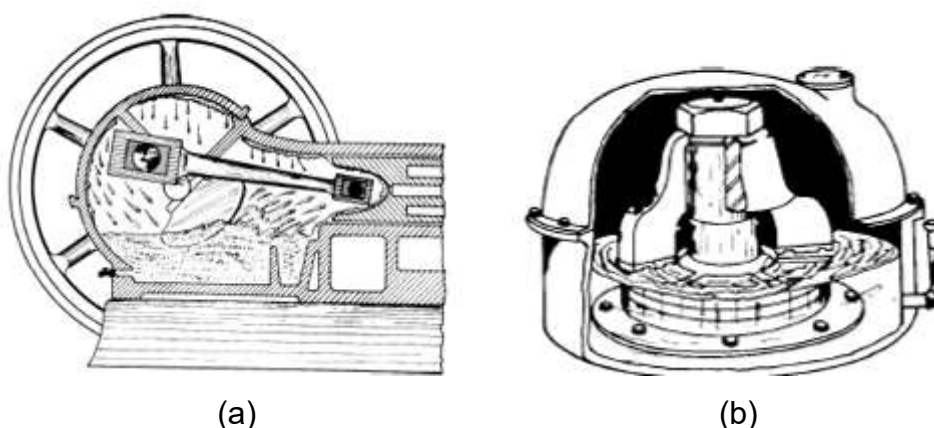
Figura 6 - Dispositivos de lubrificação (a) Lubrificação por anel; (b) Lubrificação por colar



Fonte: Carreteiro e Belmiro (2006)

A lubrificação a óleo pode ocorrer também por método borrifo como pode ser observado na Figura 7a, onde o lubrificante existente dentro do reservatório e borrifado nas demais peças através do movimento das peças em contato com o óleo. Já no sistema a lubrificação por imersão (ver Figura 7b), as peças ficam mergulhadas no óleo, exemplo de utilização são as caixas de engrenagens, como as de automóveis e tornos.

Figura 7 - Dispositivos de lubrificação (a) Lubrificação por borrifo; (b) Lubrificação por imersão

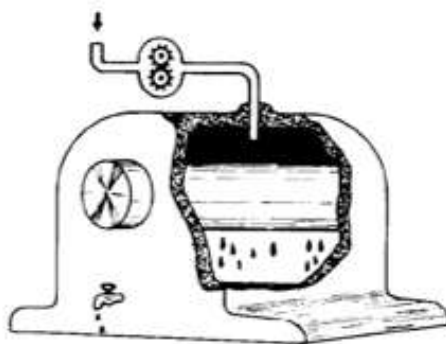


Fonte: Carreteiro e Belmiro (2006)

Em algumas aplicações devido o ajuste mais preciso entre as partes, e necessário que o óleo seja forçado a entrar entre as superfícies, para tal se faz uso de uma bomba, é a chamada lubrificação por perda (ver Figura 8a), isso porque o óleo

após bombeado entre as partes e descartado.

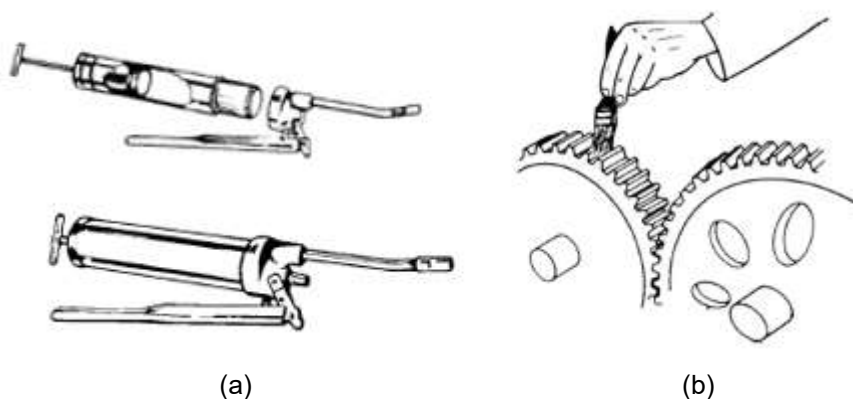
Figura 8 - Dispositivos de lubrificação (a) Lubrificação por perda



Fonte: SENAI (1997)

A lubrificação a graxa pode ser aplicada por inúmeros dispositivos, podemos citar a lubrificação por pistola (ver Figura 9a), e por pincel ou espátula que pode ser observada na Figura 8b, ambos devem ser aplicados nos pontos desejados manualmente.

Figura 9 - Dispositivos de lubrificação (a) Lubrificação a graxa por pistola; (b) Lubrificação por pincel

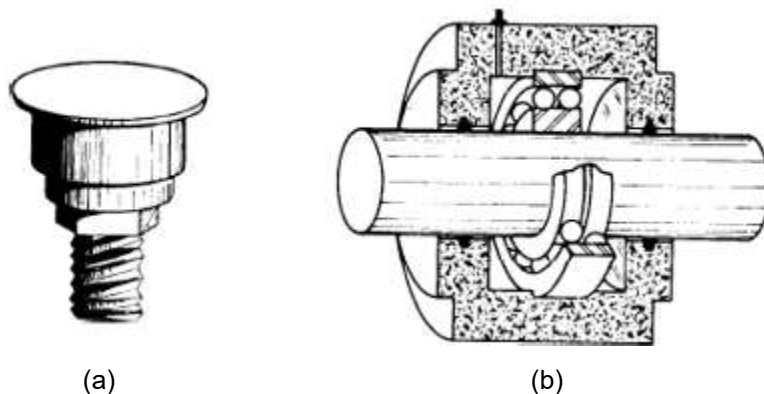


Fonte: Fonte: Carreteiro e Belmiro (2006)

Para graxas pode ser utilizado o capo Stauffer, ilustrado na Figura 10a, esses dispositivos são preenchidos com graxas, na sequência é ajustado a tampa de forma a comprimir a graxa até que a rosca chegue ao fim e o copo esvazie, esse dispositivo pode ser enchido novamente para o uso, a frequência de ajuste da tampa depende

da aplicação. Em muitos casos é utilizada a lubrificação de enchimento (ver Figura 10b), trata-se da adição de graxa até 2/3 da capacidade do depósito, muito utilizada em mancais de rolamentos.

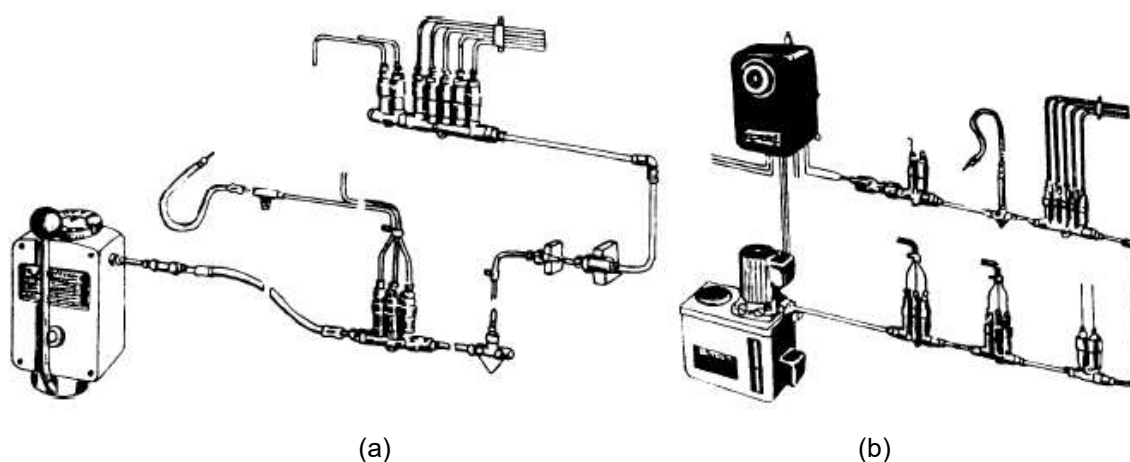
Figura 10 - Dispositivos de lubrificação (a) Lubrificação por copo Stauffer; (b) Lubrificação por enchimento



Fonte: SENAI (1997)

Para sistemas mais complexos, de difícil acesso e de maiores exigências, comumente são utilizados sistemas centralizados, que podem ser mecânicos conforme a Figura 11a, onde a lubrificação é realizada pelo bombeamento manual da graxa do reservatório em períodos programados de tempo, a graxa passa pelos pontos de derivação até chegar nos pontos a serem lubrificados, já no sistema de lubrificação centralizada automática (ver Figura 11b), o processo é similar a lubrificação mecânica manual, porém o movimento da graxa é realizado por sistema motorizado e controlado eletronicamente.

Figura 11 - Dispositivos de lubrificação (a) Lubrificação centralizada mecânica;
(b) Lubrificação centralizada automática



Fonte: Fonte: Carreteiro e Belmiro (2006)

2.3.2 Lubrificantes Líquidos

De acordo com Rouso (1983), as substâncias líquidas podem ser classificadas em óleos minerais, óleos vegetais, óleos animais e óleos sintéticos, conforme mostra a Tabela 7, onde pode-se observar a origem e a composição de cada um deles.

Tabela 7 - Classificação dos óleos

Tipos	Origem/composição
Óleos minerais	Parafínicos Naftênicos
Óleos Vegetais	Mamona Colza Palma Oliva
Óleos animais	Sebo bovino Mocotó Baleia Banha de porco Lanolina
Óleos sintéticos	Hidrocarbonetos sintéticos Poliol ésteres Diésteres Óleos de silicone Poliésteres perfluorados.

Fonte: Adaptado de Rouso (1983)

Os óleos minerais são provenientes da destilação e refinação do petróleo, e podem ser parafínicos ou naftênicos, e em alguns casos de base misto onde se mistura uma porcentagem de cada uma delas.

Os óleos vegetais e os óleos animais, conhecidos também como óleos graxos, foram os primeiros lubrificantes utilizados, sendo que atualmente na indústria seu uso é raro devido a sua baixa resistência a oxidação.

Os óleos sintéticos podem ser compostos de hidrocarbonetos sintéticos, poliálcool ésteres, diésteres, óleos de silicone e poliésteres perfluorados. Os óleos sintéticos são produzidos artificialmente e apresentam na grande maioria uma boa resistência a altas temperaturas e baixo ponto de solidificação a baixas temperaturas e alta resistência quanto a influências químicas.

2.3.3 Graxas lubrificantes

Segundo Albuquerque (1977), os lubrificantes graxos são constituídos de óleos minerais em composição coloidal misturados a uma substância espessadora, geralmente algum tipo de sabão, sendo que a base metálica da qual originou o sabão irá determinar entre outras características, a cor e aparência da graxa.

Na tabela 8 é possível analisar os 5 principais grupos em que se dividem as graxas devido aos componentes de sua composição, bem como suas aplicações e indicações.

Tabela 8 - Tipos de graxas

Composição	Indicações/aplicações
Composição de óleo mineral e matérias sólidas.	Indicada para aplicações com altas cargas, baixas velocidades e ajustes pouco rigorosos.
Composição de óleos de base asfáltica com óleos minerais.	Indicada principalmente para lubrificação de cabos de aço e engrenagens em espaço aberto, de grande aderência a superfície metálica.
Óleos minerais em composição com sabão, usado como espessador.	Indicadas principalmente onde os óleos apresentam, deficiência. Devido as suas características de menor gotejamento e perda.
Graxa para pressões extremas.	São indicadas principalmente para mancais de deslizamento e similares.
Graxa para mancais de fricção.	Indicada para locais com presença de água e perigo de incrustações e com presença de calor.

Fonte: Adaptado de Albuquerque (1977)

Além dos óleos lubrificante e das graxas, podemos encontrar outro tipo de lubrificante, chamado de lubrificante sólidos, tais como o grafite, o disulfeto de molibdênio e os plásticos, e mais uma infinidade de composições.

Conforme Albuquerque (1977), os lubrificantes sólidos são empregados entre duas ou mais superfícies, e devem ter uma dureza menor que as partes a separar, para tal devem apresentar baixo coeficiente de cisalhamento. Tais lubrificante são

empregados em diversas solicitações, sendo uma de suas principais características a facilidade para aplicação, menor aderência de sujeiras e poeiras. Na sua grande maioria são encontrados na forma de spray juntamente com produtos como catalizador e aglutinantes, que em contato com o ar secam de forma rápida e ficam aderidos entre as partes.

3 METODOLOGIA

Para realização deste trabalho foi utilizada uma pesquisa científica de natureza aplicada, deste modo foi possível estudar informações específicas sobre o tema, abrindo oportunidade para melhorias. O procedimento adotado foi o experimental, que aborda as relações entre as causas e efeitos de uma aplicação em específico, de forma a criar uma situação de controle ou domínio do assunto em estudo. Conforme Cervo, Bervian e Silva (2010), a pesquisa experimental procura entender como e por que acontece determinado fenômeno, nesta o pesquisador deve fazer uso de procedimentos e instrumentos capazes de mostrar as relações entre todas as variáveis envolvidas durante o desenvolvimento do trabalho.

O local onde se desenvolveu a pesquisa foi o laboratório de máquinas operatrizes do IFSC - Rau. A análise dos equipamentos foi realizada com a intenção de identificar seu estado de conservação, o histórico de manutenção, bem como quais os tipos dos equipamentos e suas complexidades.

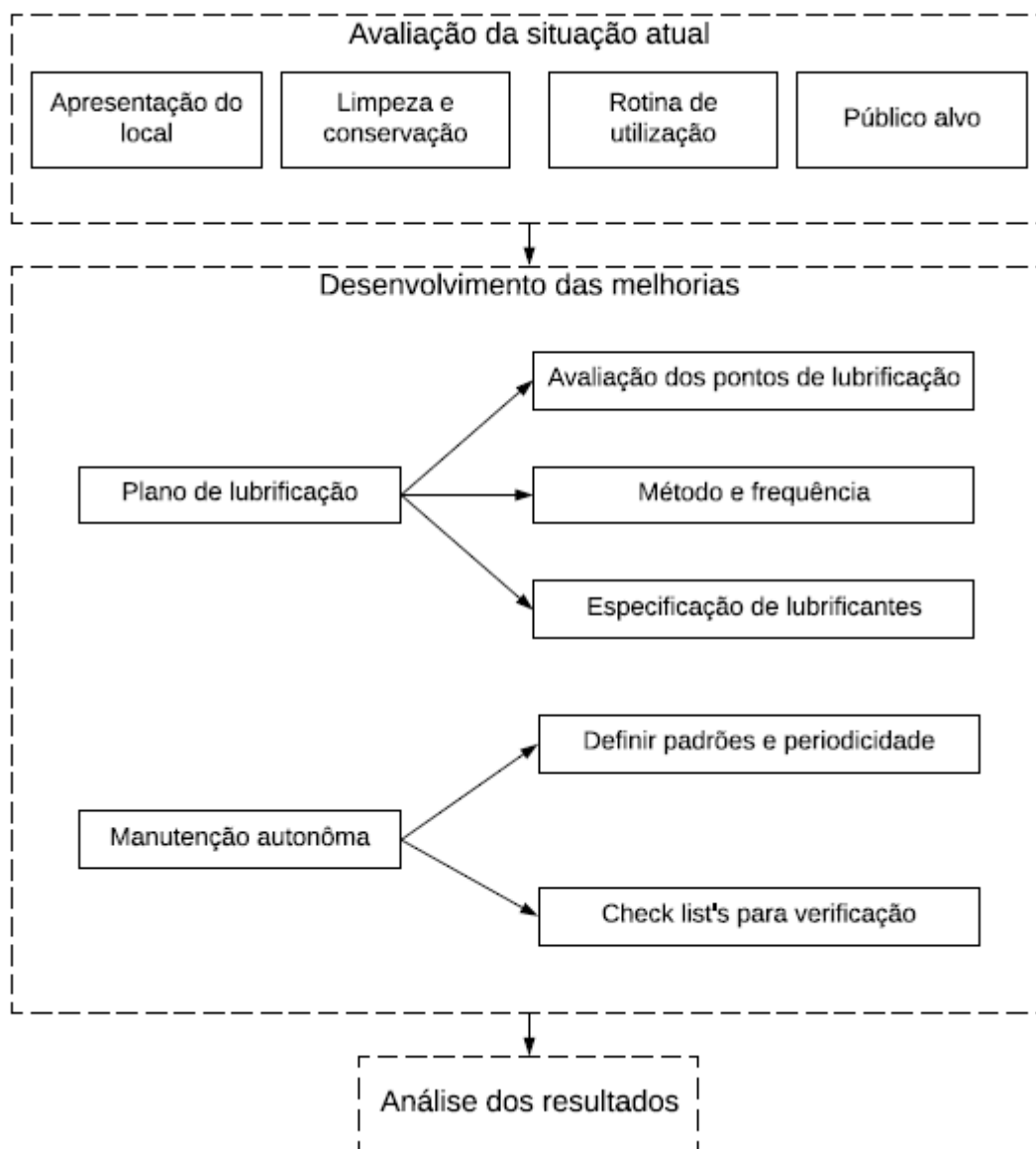
As fases aplicadas para o desenvolvimento do trabalho podem ser observadas na Figura 12, que apresenta as etapas e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento da pesquisa. Pode-se observar que o estudo se inicia pela Avaliação da situação atual do ambiente, posteriormente é realizado o Desenvolvimento das melhorias e por fim é realizada a análise dos resultados.

Na etapa inicial de avaliação da situação atual foi realizada uma inspeção visual com base nos conceitos da metodologia 5S, essas atividades foram executadas com o auxílio de professores.

Na sequência foi realizado um levantamento de dados levando em consideração os períodos letivos de 2016 a 2018, bem como suas respectivas cargas horárias de utilização e a quantidade de alunos por turma, com o intuito de quantificar o público que desenvolve atividades no respectivo laboratório.

Essa atividade foi realizada através de um questionário com seis perguntas foi possível analisar o nível de conhecimento e instrução dos alunos, para assim poder planejar as atividades de melhorias.

Figura 12 - Fluxo metodológico das atividades desenvolvidas



Fonte: O Autor (2018)

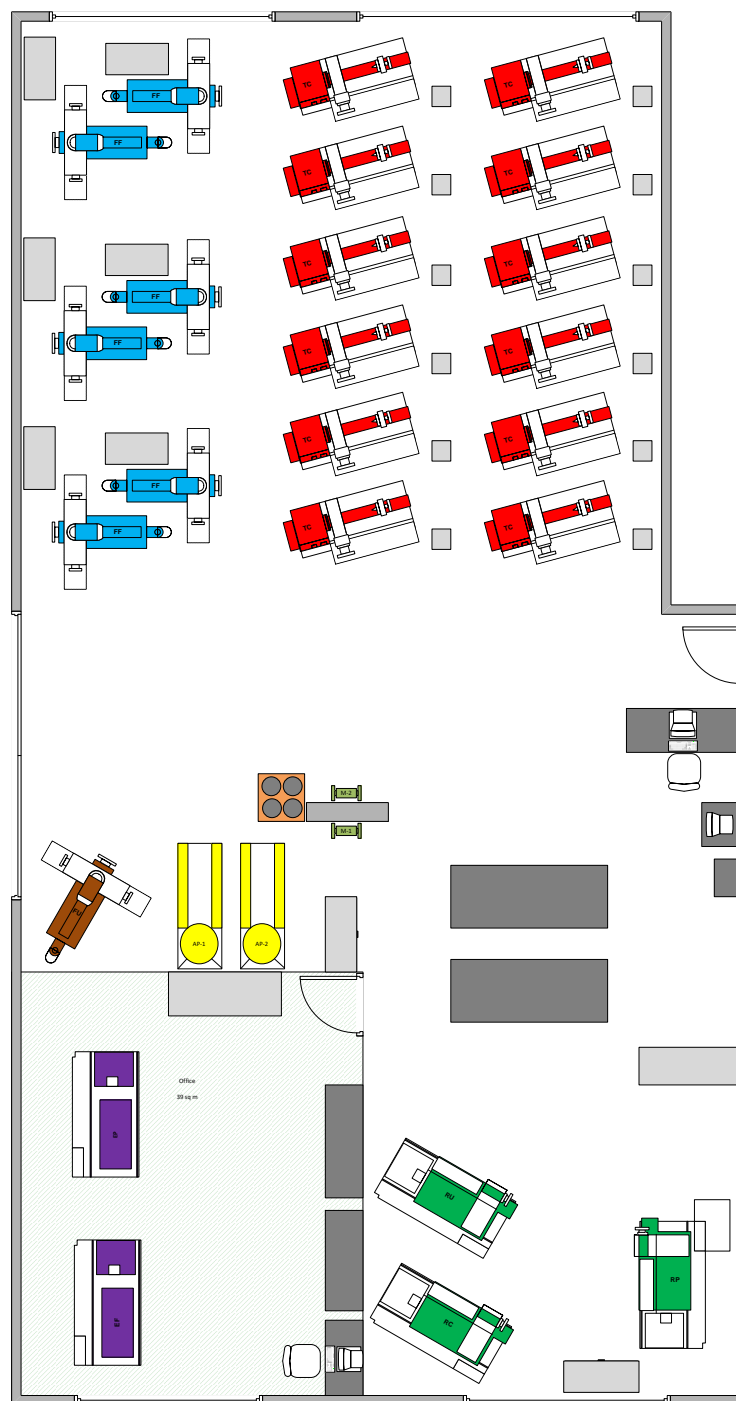
Por fim, o desenvolvimento das melhorias foi baseado na revisão bibliográfica sobre manutenção, TPM e 5S, alinhado com a análise dos equipamentos e da sua utilização. Com isso pode-se aplicar conceitos da manutenção autônoma, que gerou com um plano de lubrificação de forma a melhorar a conservação dos equipamentos e as necessidades do laboratório de máquinas operatrizes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Apresentação do local de trabalho

O laboratório de máquinas operatrizes do IFSC - Rau, tem como objetivo proporcionar aos alunos dos cursos técnicos e tecnológicos, o contato prático aos processos de transformação de matéria prima através da retirada de material, denominados processos de usinagem. Após estudarem a teoria em sala de aulas, os alunos iniciam as atividades práticas no laboratório e tem a oportunidade de aprender a operar ou auxiliar na operação de equipamentos como tornos, fresadoras, retificas planas, retificas cilíndricas, equipamentos de eletroerosão afio e eletroerosão por penetração. O *layout* do laboratório de estudo pode ser observado na Figura 13, onde nota-se a distribuição dos equipamentos e a forma como estão agrupados e ordenados por tipo. Pode-se observar na distribuição dos equipamentos, os tornos convencionais, as fresadoras ferramenteiras, as retificas, que são três modelos, plana, cilíndrica e universal, e os equipamentos de eletroerosão de dois modelos, eletroerosão a fio e eletroerosão por penetração. A distribuição dos demais equipamentos de apoio como esmeris e aspiradores, bem como as bancadas e armários, também pode ser observada conforme legenda da Figura 13.

Figura 13 - *Layout* do laboratório de máquinas operatrizes



Legenda

- | | |
|---|--|
| ■ Tornos convencionais | ■ Eletroerosão |
| ■ Fresadoras ferramenteiras | ■ Retificas |
| ■ Fresadora universal | ■ Bancadas e mesas |
| ■ Aspirador industrial | ■ Armários |
| ■ Motoesmeril | |

Fonte: O Autor (2018)

Os equipamentos que compõem o laboratório de máquinas operatrizes alvo do estudo estão listados na tabela 9, onde são possíveis analisar o tipo de equipamento e a quantidade, no total estão presentes no laboratório 28 equipamentos.

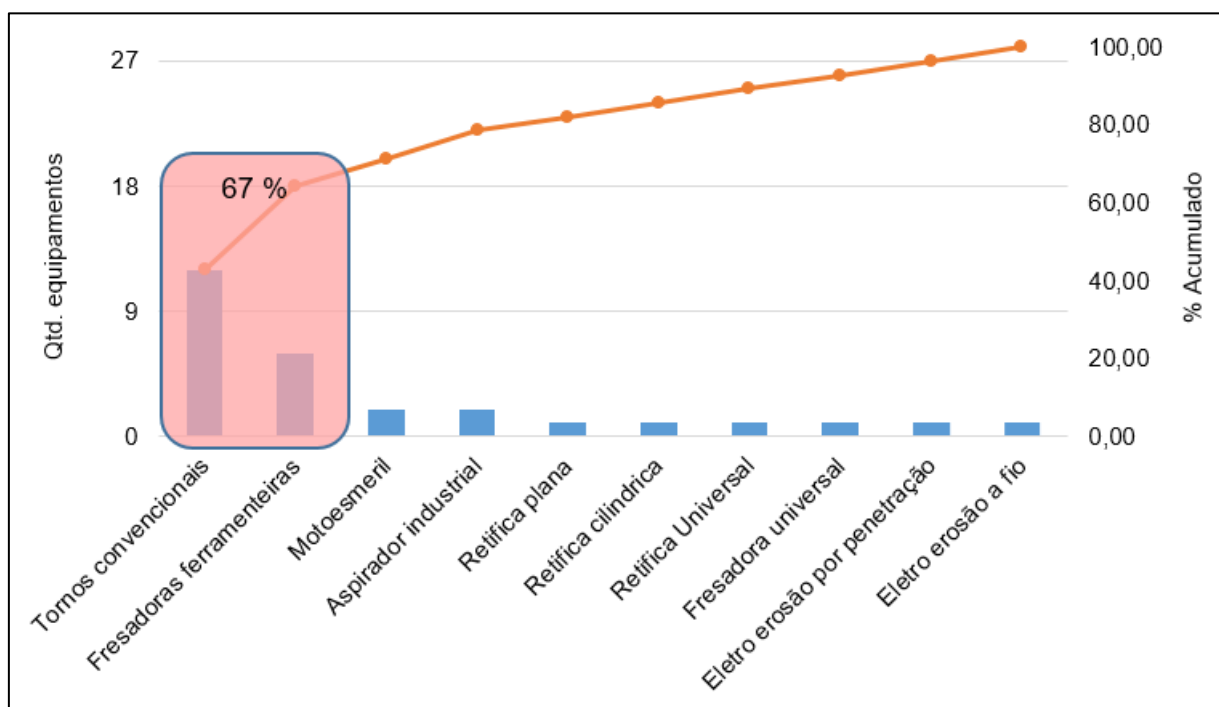
Tabela 9 - Descrição e quantidade dos equipamentos

Equipamento	Quantidade
Tornos convencionais	12
Fresadoras ferramenteiras	6
Moto esmeril	2
Aspirador industrial	2
Retifica plana	1
Retifica cilíndrica	1
Retifica Universal	1
Fresadora universal	1
Eletro erosão por penetração	1
Eletro erosão a fio	1
Total	28

Fonte: O Autor (2018)

Conforme pode-se analisar no gráfico de Pareto da Figura 14, os tornos convencionais e fresadoras ferramenteiras representam 67% da quantidade de equipamentos do laboratório, mostrando dessa forma a relevância de serem escolhidos como alvo do estudo.

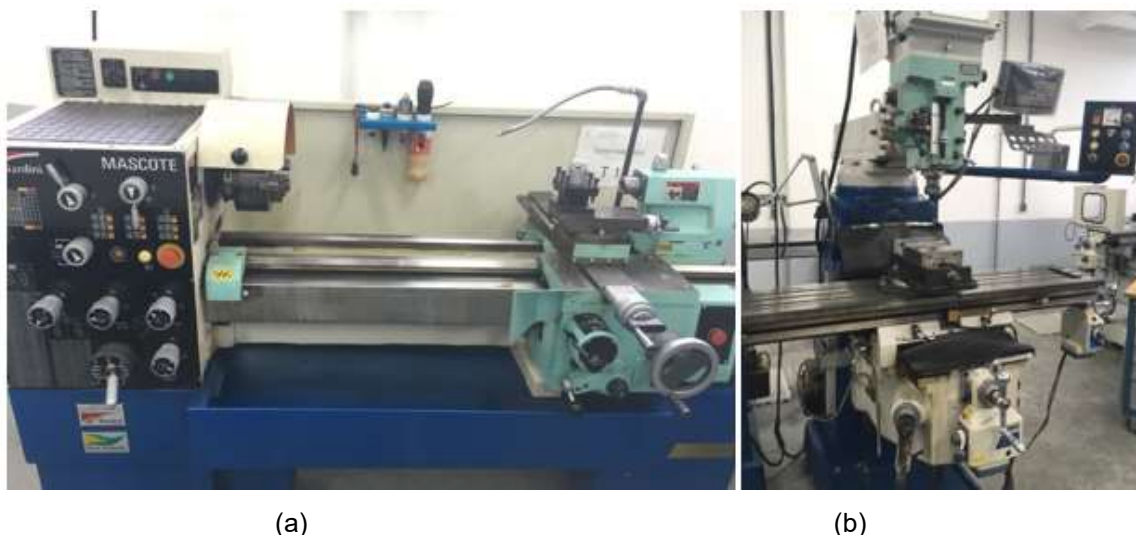
Figura 14 - Quantificação dos equipamentos



Fonte: O Autor (2018)

Na Figura 15 são apresentadas algumas máquinas operatrizes, pode ser observado o torno convencional da marca Nardini modelo Mascote MS 175 (Figura 15 a) e a fresadora ferramenta Diplomat 3001, ver Figura 15 (b).

Figura 15 - Máquinas operatrizes (a) Torno convencional e (b) Fresadora ferramenta



Fonte: O Autor (2018)

Os equipamentos se mostraram em boas condições de conservação, porém não foram encontrados nenhum registro ou metodologia de manutenção periódica, o que confirma a necessidade da aplicação de técnicas de manutenção como forma de aumentar a vida útil e prevenir o desgaste.

4.1.1 Métodos de limpeza e conservação

Os métodos de limpeza aplicados também não seguem padrões ou periodicidade, observou-se muitas possibilidades de melhoria no que diz respeito a limpeza, descarte de resíduos e armazenagem dos materiais.

Foi realizado um diagnóstico da situação atual de limpeza e conservação, na Tabela 10 pode-se observar a descrição bem como as imagens das oportunidades de melhoria identificadas, foi constatado falta de identificação nos tambores de descarte de resíduos de usinagem da área externa e também na área interna do laboratório, dificultando o descarte correto e gerando dúvida nos alunos.

Os produtos para utilização durante as aulas, como almotolias, pinceis, álcool para refrigeração na usinagem de alumínio e fluidos de corte, estão organizados em caixas de alumínio, porém não a identificação na caixa ou no armário onde estes são

guardados.

A situação mais crítica diz respeito ao local de armazenagem de lubrificantes, onde os tambores e galões se encontram em uma sala junto aos demais materiais de forma desorganizada e sem identificação, o que torna difícil o manuseio e a utilização correta, conforme pode-se constatar na Tabela 10.

Tabela 10 - Diagnóstico dos métodos de limpeza e conservação

Problemática	Imagem	Sugestões de melhoria
Caçambas de resíduos na área externa não possuem identificação, os resíduos de usinagem como aço e alumínio são por vezes descartados juntos;		Identificar as caçambas conforme o material a ser descartado;
Local de armazenagem dos lubrificantes extremamente desorganizado e os recipientes com óleo não possuem identificação;		Aplicar o 5S no local, separar os lubrificantes dos demais materiais e identificar os recipientes;
Tambores de resíduos área interna não possuem identificação e cores padrão o que acaba confundindo os alunos no momento do descarte de resíduos;		Identificar os tambores por cores conforme caçambas de descarte da área externa e identificar;
Materiais utilizados durante as aulas não possuem identificação.		Identificar os materiais e local de armazenagem.

Fonte: O Autor (2018)

Desta forma buscou-se identificar os itens citados anteriormente com a finalidade de melhorar o desenvolvimento das aulas, bem como o descarte de resíduos de usinagem e também o armazenamento dos lubrificantes. Na Tabela 10 pode-se observar as sugestões de melhorias propostas, sendo que as atividades podem começar pela organização e identificação dos materiais utilizados e durante e após as aulas, e também no local de armazenagem dos lubrificantes.

4.1.2 Rotina de utilização

Para compreender melhor a frequência de uso e a forma de utilização dos equipamentos, foram levantadas algumas informações referentes as turmas e períodos letivos anteriores, conforme mostrado na Tabela 11, a pesquisa teve como base seis períodos letivos, entre o primeiro semestre de 2016 até o segundo semestre de 2018. Para o número de alunos do curso técnico em mecânica foram considerados o somatório dos alunos das fases 2^a, 3^a e 4^a, respectivamente do mesmo período letivo, sendo que estes fazem uso do laboratório.

Tabela 11 - Quantidade de alunos por período letivo

Curso	2016_1	2016_2	2017_1	2017_2	2018_1	2018_2
Técnico mecânico (vesp)	54	46	51	38	46	50
Técnico mecânica (not)	48	43	47	41	52	57
Tecnólogo	8	18	21	15	22	13
Total	110	107	119	94	112	120

Fonte: O Autor (2018)

Tomando como base a quantidade de horas praticas das disciplinas no período vespertino a carga horário de utilização do laboratório é de 200 h/semestre, ja no período noturno essa carga horária é de 320 h/semestre. Portanto o laboratório é utilizado em média 520 h/semestre por aproximadamente 110 alunos. Através dessa análise pode-se obter uma estimativa de horas de uso dos equipamentos.

4.1.3. Público alvo

O público alvo foi estudado através de um questionário contendo seis perguntas, com isso foi possível analisar o nível de conhecimento e instrução dos alunos entrevistados, para assim poder planejar as atividades de melhorias de acordo com suas necessidades.

Na tabela 12 é apresentado o questionário aplicado aos alunos dos cursos técnicos e de tecnologia no primeiro semestre de 2018, bem como os objetivos intrínsecos relacionados as perguntas, ao todo 41 alunos responderam ao questionário dentre as quatro turmas avaliadas.

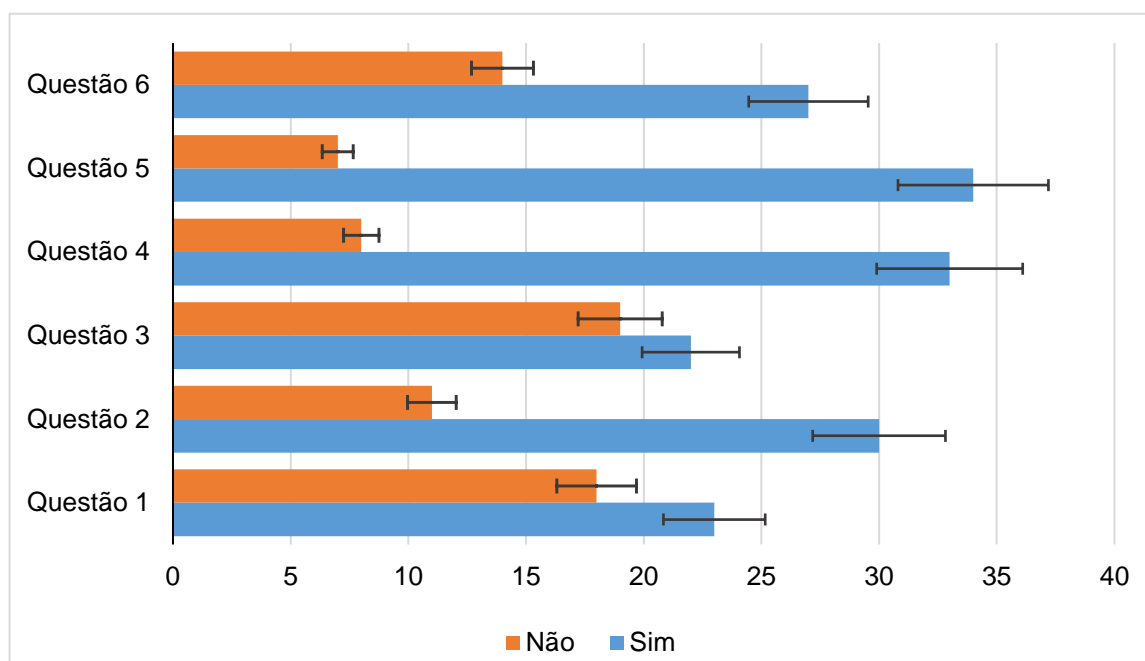
Tabela 12 - Questionário utilizado na pesquisa

Perguntas	Objetivos
1 - Você conhece ou já ouviu falar sobre manutenção autônoma?	Avaliar o conhecimento dos alunos sobre os conceitos de manutenção autônoma
2 - Você faz ou já fez uso de algum tipo de <i>Check-list</i>?	Avaliar se os alunos já tem familiaridade com algum tipo de <i>Check-list</i>
3 - Você sabe o que é um plano de lubrificação?	Avaliar se alunos conhecem e sabem a importância da execução de planos de lubrificação nos equipamentos
4 - No seu local de trabalho existe um responsável específico para executar atividades de manutenção e lubrificação?	Avaliar se nas empresas onde os alunos trabalham ou nos ambientes onde convivem existe profissionais específicos para a execução de tarefas de manutenção e lubrificação.
5 - Você aplica o conceito de 5s no seu local de trabalho?	Avaliar se os alunos já fazem uso da metodologia do programa 5S
6 - Você já trabalhou ou operou algum tipo de máquina operatriz, torno ou fresadora?	Avaliar o nível de conhecimento anterior dos alunos relacionados a máquinas operatrizes

Fonte: O Autor (2018)

Na Figura 16 pode ser analisado o percentual de respostas para o questionário. A análise desses resultados foi utilizada como parâmetro para elaboração dos padrões de limpeza e lubrificação, desta forma foram possíveis elaborar os *check-lists* de forma a englobar as necessidades e carências de conhecimento dos alunos e equipamentos.

Figura 16 - Respostas do questionário



Fonte: o Autor (2018)

Para compilação das respostas foram utilizados dados estatísticos com margem de acerto na ordem de 95%, desta forma foi possível estipular o resultado para uma maior população de alunos utilizando como base o grupo analisado. Na questão 1 referente ao conhecimento sobre o tema e o desenvolvimento de atividades relacionadas a manutenção autônoma, o resultado pode ser considerado empate técnico, uma vez que existe uma maior proximidade entre das respostas (ver Figura 16).

Já na questão 2 é possível observar que mais de 70% dos alunos fazem ou já fizeram uso de algum tipo de *check-list*, desta forma essa resposta foi considerada como ponto positivo, visto que não terão grandes dificuldades em interpretar e executar atividades descritas.

Na análise do resultado da questão 3, que também teve empate de acordo com os critérios utilizados, foi possível notar que o tema lubrificação também deve ser desenvolvido com mais detalhes, sendo necessário desenvolver uma metodologia de forma a exemplificar as atividades e materiais relacionados a esse tema.

As respostas da questão 4 justificam o baixo nível de conhecimento sobre o tema lubrificação por parte da metade dos alunos entrevistados, na maioria das instituições existem profissionais específicos para execução das atividades de

lubrificação, desta forma eles detêm o conhecimento desta atividade, não sendo necessário que os alunos realizem essas atividades.

A questão 5 referente a aplicação do 5S em seu ambiente de trabalho, obteve mais de 80% de respostas positivas, isso se deve a boa parte dos alunos terem contato com as metodologias como 5S nas empresas onde trabalham, tendo em vista que o Campus do IFSC- Rau está situado em uma região industrial do setor de metalmecânico e de vestuário.

As respostas da questão 6 sobre a utilização de máquinas operatrizes também mostram um percentual positivo superior ao negativo, assim como justificado na questão 5, boa parte dos alunos já trabalham na indústria ou operaram algum tipo de equipamento durante a execução das aulas práticas.

Analisando essas repostas pode-se chegar à conclusão que os temas relacionados as questões 1 e 3 (manutenção autônoma e lubrificação), devem ser trabalhadas com mais intensidade e merecem ênfase no desenvolvimento das atividades seguintes, já as outras questões mostram que os entrevistados de alguma forma já tiveram contato com essas ferramentas, o que pode contribuir positivamente com a implantação do trabalho.

Após analisar todos os tópicos anteriores relacionados ao ambiente de estudo, tipologia dos equipamentos e suas características, como métodos de limpeza e conservação, carga horaria e utilização dos equipamentos e o público alvo, decidiu-se trabalhar com ações relacionadas a lubrificação e atividades autônomas que englobem a limpeza e conservação dos equipamentos.

Visto que o local de trabalho não visa a produção, e sim prioriza o ensino, bem como para execução de atividades de manutenção preventiva ou preditiva deve-se ter pessoal e equipamentos adequados, conclui-se que no momento desse estudo a manutenção corretiva planejada se apresenta com maior viabilidade, uma vez que não interfere no andamento das atividades do laboratório.

4.2 Desenvolvimento das melhorias – Plano de lubrificação

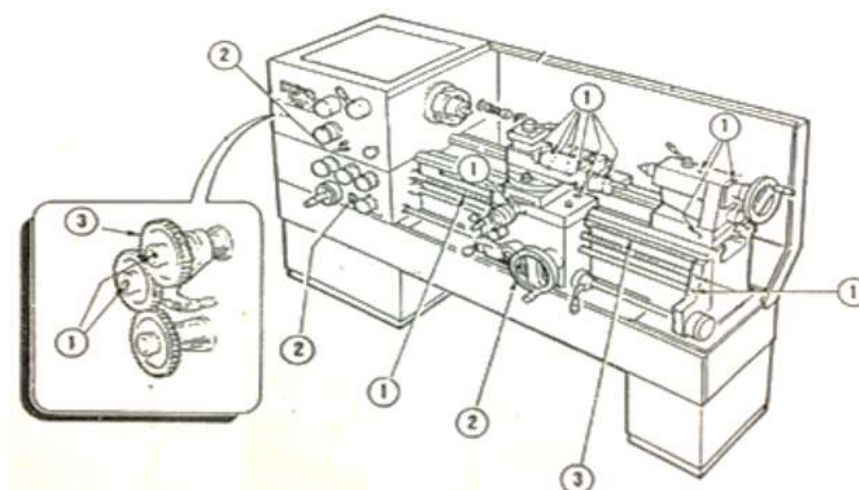
4.2.1. Avaliação dos pontos de lubrificação

A elaboração de um plano de lubrificação começou pela identificação dos pontos a serem lubrificados, para um profissional experiente essa atividade é rotineira e de certa forma relativamente fácil de ser executada, mas para uma pessoa que não

tenha familiaridade com máquinas operatrizes requer um pouco de pesquisa e consulta aos manuais dos equipamentos. Na figura 17 pode-se observar as instruções do fabricante quanto os pontos de lubrificação do equipamento torno Nardini Mascote MS 175, recomenda-se ainda que os operadores devem familiarizar-se com os pontos de lubrificação e que se certifiquem que estejam sendo lubrificados corretamente. O fabricante descreve esses pontos de lubrificação da seguinte forma:

1. Pontos de lubrificação a óleo;
2. Visor do nível de óleo;
3. Pontos de lubrificação a graxa;


Figura 17 - Pontos de lubrificação torno











Fonte: Manual Torno Nardini Mascote MS 175

Na Tabela 13 pode-se observar os pontos de lubrificação relacionados ao equipamento torno Nardini Mascote MS 175, bem como a quantidade de pontos a serem lubrificados e a imagem dos locais de lubrificação.

Tabela 13 - Pontos de lubrificação torno

Item	Nº de pontos	Imagem
Cabeçote móvel	3	




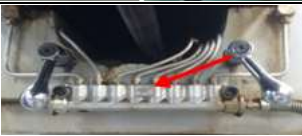
Carro longitudinal	4	
Carro transversal	4	
Caixa de engrenagens recâmbio	3	
Cremalheira	Toda extensão	
Varão	Toda extensão	
Barramento	Toda extensão	
Avental	1	
Cabeçote e caixas de roscas	2	

Fonte: O Autor (2018)

Seguindo os mesmos critérios aplicados na análise dos pontos de lubrificação do torno, foi realizado um estudo no equipamento Fresadora Diplomat 3001, esses

pontos podem são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - Pontos de lubrificação fresadora

Item	Nº de pontos	Imagem
Unidade de lubrificação	1	
Bloco distribuidor	Todo	
Gotejador	2	
Lubrificação dos eixos	Todo	

Fonte: O Autor (2018)






4.2.2. Método e frequência

Os lubrificantes podem ser aplicados de várias formas, no caso do ambiente de estudo foi feito uso dos seguintes métodos:

- Aplicação de lubrificantes por bomba manual;
- Aplicação de lubrificantes por pincel;
- Aplicação de lubrificantes por almotolia.






O método escolhido foi definido através do tipo de pontos e local de lubrificação, em alguns pontos existem graxeiros específicas para lubrificação a bomba, enquanto em outros é possível a lubrificação direta por almotolia e também a aplicação de uma fina camada de óleo por pincel. Para a definição da frequência, adotou-se como parâmetro as informações do manual do fabricante para a lubrificação a bomba e também para troca de óleo, por outro lado a lubrificação a pincel e almotolia deve ser executado sempre ao término de uma aula, como forma de proteger partes do equipamento como barramento, e lubrificar partes móveis como cabeçote da fresadora.

Tabela 15 - Método e frequência de lubrificação torno

Item	Método	Frequência
Cabeçote móvel Carro longitudinal Carro transversal Caixa de engrenagem recambio	 Bomba manual	Semanal
Varão Barramento	  Almotolia pincel	Diária
		Verificação Diária
Avental Cabeçote e caixa de roscas	  Visual Abastecimento	Abastecer quando necessário Substituição- bianual

Fonte: O Autor (2018)

Tabela 16 - Método e frequência de lubrificação fresadora

Item	Método	Frequência
Unidade de lubrificação	  Visual Abastecimento	Verificação diária Abastecer quando necessário
Bloco de distribuição		Verificação diária
Gotejador		Diária
Lubrificação dos eixos		Verificação diária

Fonte: O Autor (2018)

4.2.3. Especificação de lubrificantes

Para a especificação dos lubrificantes, constatou-se que podem ser utilizados de vários fabricantes, porem nos casos onde há um reservatório ou tanque de óleo, sempre que houver necessidade de completar o nível deve-se utilizar lubrificante

idêntico ao do reservatório, caso opte-se por trocar de fabricante o reservatório deve ser esvaziado e limpo e posteriormente completado novamente com o novo lubrificante. Segundo Albuquerque (1977), deve-se ter atenção quanto a incompatibilidade dos óleos, pois uma variação mesmo que pequena na concentração dos aditivos pode influenciar de forma significativa o desempenho do lubrificante, ou seja, um tipo de óleo pode não se dissolver em um segundo tipo.

A maioria dos manuais dos equipamentos trazem especificações referentes aos lubrificantes e seus fabricantes, desta forma, foram analisados os lubrificantes e graxas especificados pelo manual e assim pode-se escolher o de melhor custo benefício. Na Tabela 17 são apresentados a descrição dos fabricantes e lubrificantes indicados para o Torno Nardini Mascote MS 175, e de forma analógica, na Tabela 18 pode-se observar o lubrificante recomendado para Fresadora Diplomat 3001.

Tabela 17 - Especificação dos lubrificantes e graxas recomendados (torno)

FORNECEDORES	ÓLEOS RECOMENDADOS	GRAXAS RECOMENDADAS
CASTROL	HYSPIN AWS - 68	EPL - 2 GREASE
SHELL	TELLUS T - 68	ALVANIA EP - LFC
TEXACO	RANDO HD - 68	MULTIFAK EP - 2
ESSO	NUTO H - 68	BEACON EP - 2
MOBIL	DTE - 26	MOBILLUX EP - 2
IPIRANGA	IPITUR AW - 68	LITHOLINE EP - 2
PETROBRÁS	HR - 68 EP	GMA 2 EP
AGIP	OSO - 68	MP GREASE

Fonte: Manual Torno Nardini Mascote MS 175

Tabela 18 - Especificação dos lubrificantes recomendados (fresadora)

FORNECEDORES	ÓLEOS RECOMENDADOS
CASTROL	HYSPIN AWS - 68
SHELL	TELLUS T - 68
TEXACO	RANDO HD - 68
ESSO	NUTO H - 68
MOBIL	DTE - 26
IPIRANGA	IPITUR AW - 68
PETROBRÁS	HR - 68 EP
AGIP	OSO - 68

Fonte: Manual Fresadora Diplomat 3001

As informações referentes aos pontos de lubrificação, método e frequência e especificação de lubrificantes, foram compiladas e deram origem a um plano geral de lubrificação que podem ser analisados nos anexos A e B. Nestes é possível verificar

que certas atividades possuem um intervalo maior de lubrificação, e por isso sua execução demanda de mão de obra qualificada, um exemplo disso é a substituição de óleo dos reservatórios que deve ser realizada por técnico especializado.

4.3 Desenvolvimento das melhorias - manutenção autônoma

Nos tópicos seguintes será possível analisar a sistemática para definição dos padrões recomendados para limpeza e lubrificação dos equipamentos, bem como a periodicidade de realização dessas atividades.

4.3.1. Definir padrões e periodicidade

Para encontrar uma sistemática que se adequasse ao laboratório foi necessário levar em consideração que o contato dos alunos com os equipamentos está limitado a carga horária das aulas práticas, portanto a periodicidade dessas atividades estão condicionadas as atividades de ensino realizadas no laboratório e devem ser executadas durante e ao fim dessas aulas. Desta forma foram analisadas duas situações, estas podem ser observadas na Figura 18 que apresenta um exemplo do padrão esperado de limpeza e organização para os equipamentos tornos.

A primeira situação (Figura 18a) refere-se à condição dos tornos durante a utilização nas aulas práticas, onde é comum a utilização de várias ferramentas e o acúmulo de cavacos e resíduos de usinagem por todo o equipamento. Já a segunda situação mostrada na Figura 18b, exemplifica como os equipamentos devem ficar ao término das atividades, as ferramentas devem estar dispostas no seu devido local, estrutura e bandeja de contenção de resíduos devem estar limpos e nos conjuntos onde a contato e movimentação entre as partes metálicas como por exemplo, o barramento deve ser aplicado uma película de óleo para proteção e lubrificação.

Da mesma forma, a Figura 19 retrata a condição de utilização das fresadoras ferramenteiras, durante a execução das atividades (Figura 19a), onde é possível notar o acúmulo de cavacos de usinagem sobre a mesa, e várias ferramentas em uso. Na sequência pode ser observado a situação esperada ao fim das atividades, onde a mesa se encontra limpa e os materiais utilizados são dispostos no seu devido lugar (Figura 19b)

Figura 18 - Padrão de limpeza dos tornos



(a) Antes

(b) Depois

Fonte: O Autor (2018)

Figura 19 - Padrão de limpeza das fresadoras



(a) Antes

(b) Depois

Fonte: O Autor 2018

4.3.2 Check-list para verificação

Um *Check-list* de MA deve abranger o equipamento de forma geral, de modo a englobar a verificação de itens relacionados a organização, limpeza e lubrificação. Nesse trabalho as atividades listadas no *check-list* foram desenvolvidas especificamente para serem executadas pelos alunos. Na Figura 20 pode se observar a compilação destas atividades propostas, que foram desenvolvidas no formato de *banner*, onde trabalhou-se os aspectos visuais, com indicações e cores fortes de modo a facilitar a identificação e compreensão das atividades por parte dos alunos.

Este material será utilizado para treinamento dos alunos com o objetivo de fazer com que os mesmos comecem a conhecer o equipamento, as ferramentas e os pontos de limpeza e lubrificação de modo geral. No Anexo (A) são apresentadas as orientações para utilização dos equipamentos tornos convencionais, e no Anexo (B) pode-se observar as orientações para as fresadoras ferramenteiras.

Este *check-list* foi proposto com o a intenção de identificar imediatamente qualquer anormalidade no equipamento como ferramentas quebradas, falta de ferramentas, equipamento sujo, baixo nível de óleo e falta de lubrificação nos barramentos e conjuntos, antes de iniciar sua utilização e da mesma forma ao término das atividades, de modo a deixar o equipamento dentro dos padrões para o próximo usuário. Já as atividades de lubrificação mais complexas, que estão nos Anexos C e D, devem ser executadas pelos monitores e técnicos.

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho, os temas manutenção e lubrificação tiveram ênfase durante toda a revisão bibliográfica e desenvolvimento. O Objetivo geral foi atingido através de um estudo que compreendeu o laboratório de máquina operatrizes do IFSC - Rau, bem como seus usuários, todavia os resultados obtidos podem ser utilizados para a complementação das atividades nos demais equipamentos do IFSC.

Métodos eficazes de limpeza, lubrificação e itens de verificação diários, contribuem para o aumento da vida útil dos equipamentos, bem como para a identificação de anomalias e desta forma contribui para correção antecipada de falhas, tendo em vista que para o ambiente estudado e com base no estudo bibliográfico, definiu-se a manutenção corretiva planejada como sendo a mais indicada no momento deste estudo.

Para suprir a falta de uma metodologia de manutenção e utilização, foi desenvolvido *um check-list* para cada tipo de equipamento, utilizando-se da metodologia TPM, especificamente no pilar de manutenção autônoma, de modo a englobar e facilitar a compreensão das atividades que os alunos devem executar ao utilizar o laboratório, e assim manter um padrão de inspeção, limpeza e lubrificação de conjuntos que apresentam menor complexidade e que não necessitam de mão de obra especializada.

De modo similar, foi elaborado um plano de lubrificação mais completo, com base nos manuais dos equipamentos e frequência de uso do laboratório. Essas atividades devem ser executadas por técnicos especializados devido a sua complexidade e, em alguns casos, pelo alto tempo de execução.

Por fim, pode-se concluir que os resultados obtidos neste trabalho foram satisfatórios, e demonstram a necessidade de mais estudos nessa área, pouco explorada nos trabalhos acadêmicos do campus, e que tem fundamental importância.

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Desenvolver um método para medir as horas trabalhadas de cada equipamento, e desta forma distribuir melhor a utilização e contribuir para que a lubrificação seja executada com maior assertividade baseado nas horas de uso;
- Adquirir equipamento para análise de lubrificante;
- Implementar planos de lubrificação nos demais equipamentos;

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Olavo A. L. Pires e. **Lubrificação**. Belo Horizonte: Mcgraw-hill do Brasil, 1977. 147 p.

BIEHL, Norberto Carvalho; SELLITTO, Miguel Afonso. TPM e manutenção autônoma: estudo de caso em uma empresa da indústria metal-mecânica. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 15, n. 4, p.1123-1147, 15 dez. 2015. Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v15i4.1632>.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. Rio de Janeiro: Editora Copyright, 1994. 274 p.

CARRETEIRO, Ronald Pinto; BELMIRO, Pedro Nelson Abicalil. **Lubrificantes e lubrificação industrial**. Rio de Janeiro: Interciência Ltda., 2006. 504 p.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino; SILVA, Roberto da. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010. 161 p.

FOGLIATTO, Flávio Sanson; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2009. 265 p.

FURLAN, Emerson & LEÃO, Moisés "A Importância da Manutenção Autônoma no Processo Produtivo." Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Administração. Faculdade Cenecista de Capivari – CNEC. 48 p., 2010

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção: Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualimark: Petrobras, 2009.

KARDEC, Allan; LAFRAIA, João Ricardo. **Gestão estratégica e confiabilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark: Abraman, 2002. 90 p.

KARDEC, Allan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função estratégica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2013. 405 p.

Lima, Alexandre Nunes. **Plano de ação para implantação de manutenção autônoma em uma indústria gráfica / A.N. lima**. -- São Paulo, 2009. 95 p.

LOTTERMANN, Adriano Antonio. **ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA MÁQUINAS DE USINAGEM DE LABORATÓRIO DE ESTUDOS DA FAHOR**. 2014. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Fahor – Faculdade Horizontina, Horizontina, 2014.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico**. 7. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2010. 225 p.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM: Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.

NAKAJIMA, S. **Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)** Cambridge: Productivity Press, 1988.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM: Total productive maintenance**. São Paulo: Imc Internacional Sistemas Educativos Ltda, 1986. 111 p.

NAKAJIMA, Seiichi; GOTO, Fumio. **TPM: Falha/Quebra zero**. São Paulo: Imc Internacional Sistemas Educativos Ltda, 1987. 114 p.

NAKAZATO, K. **Manual de Implementação do TPM**. Nagoya: JIPM, Japan Institute of Plant Maintenance, 1999.

NASCIF, Júlio; DORIGO, Luiz Carlos. **Manutenção orientada para resultados**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2009. 296 p.

NEPOMUCENO, Lauro Xavier. **Técnicas de manutenção preditiva**. São Paulo: Edgard Blucher, 1989. 501 p.

NUNES, Ivo Luis; SELLITTO, Miguel Afonso. Implantação de técnicas de manutenção autônoma em uma célula de manufatura de um fabricante de máquinas agrícolas. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 16, n. 2, p.606-632, 15 jun. 2016. Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v16i2.2048>.

RAMOS, Pedro Gonçalo Diniz. **Organização e Gestão da Manutenção Industrial: Aplicação Teórico-prática às Fabricas Lusitana – Produtos Alimentares, S.A.**. 2012. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Gestão Industrial, Universidade da Beira Interior, Covilhã - Portugal, 2012.

RIBEIRO, H. **Desmitificando a TPM**: Como implantar o TPM em empresas fora do Japão. São Caetano do Sul: Ed. PDCA, 2010.

ROUSSO, Jose. **Lubrificação industrial**. Rio de Janeiro: Manuais Cni, 1983. 125 p.

SANTOS, Valdir Aparecido dos. **Manual prático da manutenção industrial**. 3. ed. São Paulo: Ícone, 2010. 301 p.


SENAI, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **CPM - Programa de Certificação de Pessoal de Manutenção: Mecânica-Lubrificação**. Espírito Santo, 1997. 98p.

Vanzella, José Eugenio Mine Implantação da manutenção autônoma em uma indústria de auto peças: um estudo de caso /. José Eugenio Vanzella- 2006.99f. : il.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM, planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2012. 167 p.

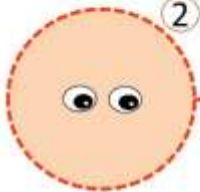
XENOS, Harilaus Georgius D'philippos. **Gerenciando a manutenção produtiva**: O caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Minas Gerais: Noma Lima': INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004. 302 p.

Anexo A – Check-list de utilização torno




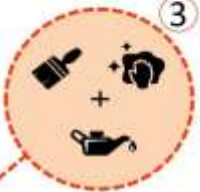
Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC
Laboratório de máquinas operatrizes

Torno – Check-list de utilização

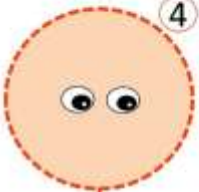


2




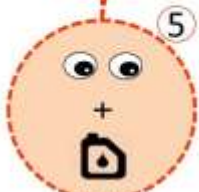


3

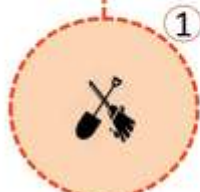


4

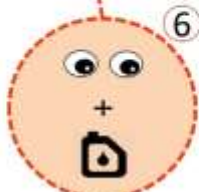




5



1



6

CARRINHO DE FERRAMENTAS

Qtde.	Descrição
3	Chave hexagonal 6, 8, 10 mm
1	Chave do painel elétrico
1	Chave combinada 17 mm
1	Chave combinada 14 mm
1	Suporte para pastilhas
1	Porta bitz
2	Calços
1	Paquimetro

LEGENDA

- Conferência visual
- Nível de óleo
- Varrer e recolher
- Limpar com pincel
- Limpar com estopa
- Lubrificar

ANTES DO USO


- Verifique se a bandeja inferior do torno está isenta de cavacos e excesso de óleo (**Item 1**).
- Verifique se constam todas as ferramentas no suporte de ferramentas sob o torno (**Item 2**).
- Verifique se o barramento do torno está limpo e lubrificado (**Item 3**).
- Verifique se constam todas as ferramentas e instrumentos de medição na bancada do torno (**Item 4**).
- Verifique os visores de óleo da caixa do recambio, caixa de roscas e avental, caso esteja baixo informe o professor (**Item 5 e 6**).

APOS O USO

- Efetue a limpeza do equipamento, barramento e castelo de modo a direcionar os cavacos para bandeja (**Item 3**).
- Efetue a retirada de cavacos da bandeja com o auxílio de vassoura e pá (**Item 1**).
- Organize todas as ferramentas no suporte de ferramentas sob o torno (**Item 2**).
- Efetue limpeza e lubrificação do barramento (**Item 3**).
- Organize todas as ferramentas e instrumentos de medição na bancada do torno (**Item 4**).

*Pôster desenvolvido como anexo do trabalho de conclusão de curso de Cleiton Quedros, Professores orientadores Cassiano Rodrigues Moura e Giovanni Conrado Carlini 2018/02

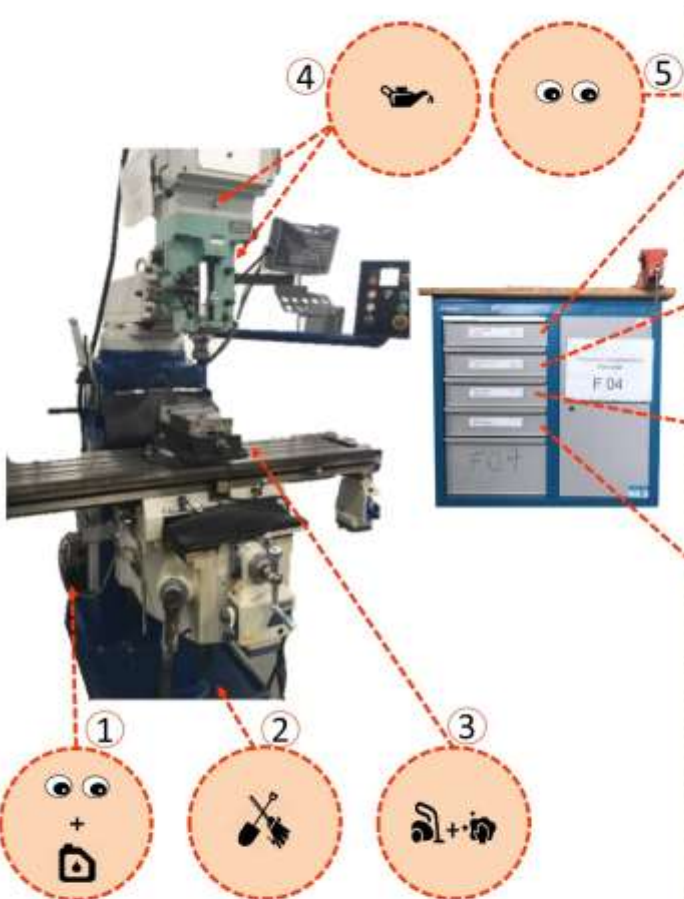
Anexo B – Check-list de utilização fresadora



INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus
Jaraguá do Sul - Rau

Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC
Laboratório de máquinas operatrizes

Fresadora – Check-list de utilização



CARRINHO DE FERRAMENTAS

Qtd.	Descrição
01	Cabeçote 50 mm
01	Cabeçote 32 mm
01	Chave combinada 24 mm
01	Chave combinada 22 mm
01	Chave combinada 21 mm
01	Chave combinada 19mm
01	Chave da morsa
01	Lima chata munta 2"
01	Relógio comparador de 0-10 mm
01	Transferidor de grau
01	Esquadro biselado
01	Beco magnético
01	Paquímetro de 0-150 mm
01	Jogo de pinças (3 a 25 mm)
01	Chave radial
01	Jogo de calços (14 a 44mm)
01	Martelo de borda

LEGENDA

- Conferência visual
- Nível de óleo
- Varrer e recolher
- Aspirar
- Limpar com estopa
- Lubrificar

ANTES DO USO

APÓS O USO

- ✔ Verifique o nível do reservatório de lubrificação centralizada, caso estiver baixo informar o professor **(Item 1)**.
- ✔ Verifique se a base da máquina está limpa e sem acúmulo de óleo **(Item 2)**.
- ✔ Verifique se a mesa e morsas estão isentas de poeira e cavacos **(Item 3)**.
- ✔ Verifique se constam todas as ferramentas e instrumentos de medição na bancada da fresadora **(Item 5)**.

- ✔ Efetuar limpeza na base inferior e no piso com o auxílio de pá e vassoura **(Item 2)**.
- ✔ Efetue a limpeza do equipamento, mesa e morsa com o auxílio de aspirador e estopa **(Item 3)**.
- ✔ Efetue limpeza e lubrificação do cabeçote através dos gotejadores **(Item 4)**.
- ✔ Organize todas as ferramentas e instrumentos de medição na bancada da fresadora **(Item 5)**.

*Pôster desenvolvido como anexo do trabalho de conclusão de curso de Cleiton Quadros, Professores orientadores Cassiano Rodrigues Moura e Giovanni Conrado Carlini 2018/02

Anexo C - Plano de lubrificação tornos

Plano de lubrificação do equipamento

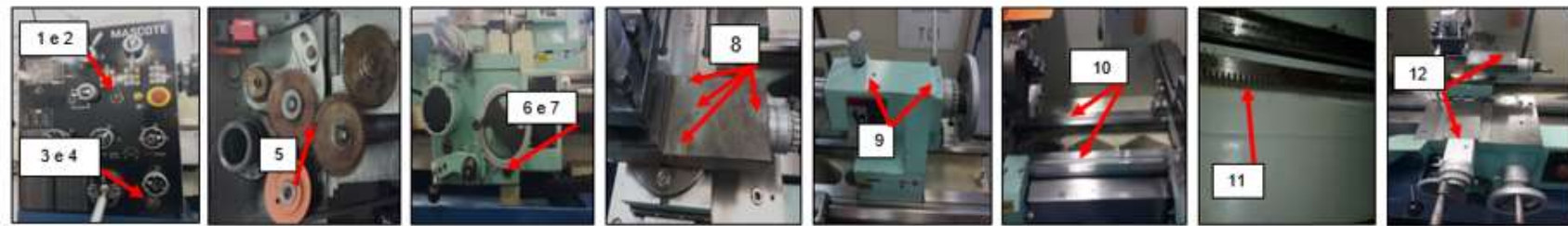
Equipamento: Torno NARDINI MS175/MS205

Patrimônio: XXXXX

Local de instalação: Laboratório de usinagem convencional



INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Jaraguá do Sul – Rau



Cabeçote fixo

Item	Nº pontos	Tarefa	Componente	Tipo de lubrificante	Frequência
1	1	Verificar nível do óleo/completar	Reservatório	ISO VG 68	Diária
2	1	Trocar o óleo	Reservatório	ISO VG 68	2 anos
3	1	Verificar nível do óleo/completar	Caixa de rosca	ISO VG 68	Diária
4	1	Trocar o óleo	Caixa de rosca	ISO VG 68	2 anos
5	Todo	Engraxar com pincel	Recambio	XXEP2	Mensal

Avental

Item	Nº pontos	Tarefa	Componente	Tipo de lubrificante	Frequência
6	1	Verificar nível do óleo/completar	Reservatório	ISO VG 68	Diária
7	1	Trocar óleo	Reservatório	ISO VG 68	2 anos

Carro transversal

Item	Nº pontos	Tarefa	Componente	Tipo de lubrificante	Frequência
8	4	Olear com bomba manual	Mancal fuso	ISO VG 68	Semanal

Cabeçote móvel

Item	Nº pontos	Tarefa	Componente	Tipo de lubrificante	Frequência
9	2	Olear com bomba manual	Guia mangote	ISO VG 68	Semanal

Carro longitudinal

Item	Nº pontos	Tarefa	Componente	Tipo de lubrificante	Frequência
10	Todo	Olear com pincel	Barramento	ISO VG 68	Diária
11	Todo	Engraxar com pincel	Cremalheira	XX EP2	Diária
12	2	Olear com bomba manual	Mancal fuso	ISO VG 68	Semanal

Anexo D – Plano de lubrificação fresadoras

Plano de lubrificação do equipamento

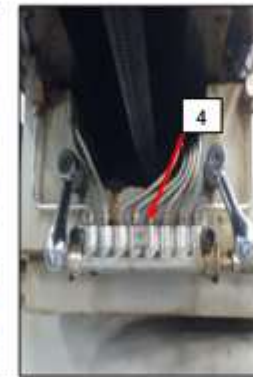
Equipamento: Fresadora DIPLOMAT 3001

Patrimônio: XXXXX

Local de instalação: Laboratório de usinagem convencional



INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina
Câmpus Jaraguá do Sul – Rau



Bomba de lubrificação

Item	Nº pontos	Tarefa	Componente	Tipo de lubrificante	Frequência
1	1	Verificar nível	Reservatório	ISO VG 68	Diária
2	Todo	Testar pontos de saída	Distribuidor	ISO VG 68	Trimestral

Cabeçote

Item	Nº pontos	Tarefa	Componente	Tipo de lubrificante	Frequência
3	2	Olear com almotolia	Gotejador	ISO VG 68	Diária

Lubrificação dos eixos

Item	Nº pontos	Tarefa	Componente	Tipo de lubrificante	Frequência
4	Todo	Testar pontos de saída	Distribuidor	ISO VG 68	Trimestral