



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho



LILIAN KÁSSIA C. S. DE ASSIS

**Cabo de Santo Agostinho
Agosto 2019**

LILIAN KÁSSIA C. S. DE ASSIS

PLANEJAMENTO DA MANUTENÇÃO DO MAQUINÁRIO DA OFICINA MECÂNICA DA UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO – UACSA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica da UFRPE-UACSA.

Orientadora: Dra. Karla Carolina Alves da Silva

**Cabo de Santo Agostinho
Agosto 2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Esmeraldina Pereira da Silva, Cabo de Santo Agostinho-PE, Brasil

A848p Assis, Lilian Kássia Cavalcante da Silva de
Planejamento da manutenção do maquinário da oficina mecânica da
Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho / Lilian Kássia Cavalcante
da Silva de Assis. – 2019.
58 f.: il.

Orientador (a): Karla Carolina Alves da Silva.
Coorientador: Sérgio Vladimir Barreiro Degiorgi
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica)
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica do
Cabo de Santo Agostinho, Cabo de Santo Agostinho, BR- PE, 2019.

1. Maquinário-manutenção. 2. Planejamento e controle de manutenção.
3. Manutenção-indicadores. I. Silva, Karla Carolina Alves da, orient. II.
Degiorgi, Sérgio Vladimir Barreiro, coorient. III. Título

CDD 620.1

LILIAN KÁSSIA C. S. DE ASSIS

PLANEJAMENTO DA MANUTENÇÃO DO MAQUINÁRIO DA OFICINA MECÂNICA DA UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO – UACSA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica da UFRPE-UACSA.

Aprovado em: _____ / _____ / _____

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Karla Carolina Alves da Silva (Orientadora)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Sergio Vladimir Barreiro Degiorgi (Coorientador)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Maxime Montoya (Examinador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Euclides Apolinário Cabral de Pina (Examinador)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço, acima de tudo, ao bom Pai Celeste, que me permitiu ter saúde para desenvolver este trabalho e concluir com êxito essa jornada de cinco anos, de muitos desafios, conquistas e aprendizado. Agradeço ainda por todas as oportunidades que Ele permitiu aproveitar, pois todas elas me fortaleceram e me fizeram sentir muito mais capacitada, tanto profissionalmente como pessoalmente.

A meus pais, que desde muito pequena se esforçaram para que eu tivesse uma boa base educacional, que me ensinaram valores pessoais que jamais esquecerei e que, por possuí-los, sempre me serviram de inspiração.

Ao meu esposo, que desde sempre, com muita paciência, me ajudou e sei que continuará me ajudando a ter a estrutura necessária para ultrapassar todos os desafios da vida, me incentivando a continuar e jamais desistir.

A professora Karla Silva, que mesmo sabendo dos grandes desafios que este trabalho representava, principalmente nas questões de tempo, aceitou me ajudar com sua orientação, abdicando por muitas vezes, finais de semana e até mesmo feriados para me ouvir, me incentivar e me nortear para que este trabalho pudesse ser concluído com êxito em tempo hábil.

Ao professor Sérgio Degiorgi por ter aceitado o convite de coorientação e ter estado sempre disposto a responder minhas perguntas, que não foram poucas.

Aos professores Maxime Montoya e Euclides Pina por terem aceitado de bom grado participar da banca examinadora deste trabalho.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, em especial a UACSA, que me permitiu a realização deste estudo em suas dependências e que foi minha segunda casa durante esses cinco últimos anos que jamais esquecerei.

Aos professores, amigos e todos aqueles que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho, bem como para minha formação como Engenheira Mecânica que serei.

RESUMO

A adequada realização da manutenção, nos mais variados equipamentos e serviços, nos diversos setores, têm como algumas das consequências obtidas à conservação, a eficiência e a lucratividade envolvidas. Dessa forma, foi elaborada uma rotina de manutenção para a oficina mecânica da UACSA, baseada nos conceitos gerados pela estratégia de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM). Através do estudo do campo em análise, pôde ser definido o método preventivo para elaboração dos planos de manutenção, devido às condições físicas observadas no local e nos equipamentos da referida oficina. Foi elaborado também um acompanhamento de execução dos planos de manutenção, tendo por objetivo secundário a avaliação da eficiência dos planos elaborados com a implantação de um indicador de manutenção. Devido às circunstâncias analisadas, acredita-se que o trabalho realizado suprirá as necessidades da referida oficina, bem como alcançará as expectativas mediante sua execução, percebidas a partir da avaliação de seus registros temporais.

Palavras-chaves: Maquinário - manutenção. Planejamento e Controle de Manutenção. Manutenção - indicadores.

ABSTRACT

The proper performance of the maintenance, in the most varied equipment and services, in the various sectors, have as some of the consequences obtained for the conservation, efficiency and lucitivity involved. Thus, a maintenance routine was developed for the UACSA mechanical workshop, based on the concepts generated by the Maintenance Planning and Control strategy (MPC). Through the study of the field under analysis, it was possible to define the preventive method to elaborate the maintenance plans, due to the physical conditions observed in the place and in the equipment of said workshop. A follow-up of execution of the maintenance plans was also prepared, with the secondary objective being the evaluation of the efficiency of the plans elaborated with the implementation of a maintenance indicator. Due to the analyzed circumstances, it is believed that the work carried out will meet the needs of the workshop, as well as meet the expectations through its execution, perceived from the evaluation of its temporal registers.

Keywords: Machinery – maintenance. Maintenance Planning and Control. Maintenance – indicators.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVO GERAL	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3. REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1 EQUIPAMENTOS GERAIS DE UMA OFICINA MECÂNICA	11
3.1.1 Máquinas operatrizes	11
3.1.1.1 Torno	12
3.1.1.2 Fresadora	12
3.1.1.3 Serra	13
3.1.1.4 Furadeira	13
3.1.2 Equipamentos Gerais	14
3.2 MANUTENÇÃO	15
3.2.1 Métodos de manutenção	16
3.2.2 Lubrificação	18
3.2.3 Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)	19
3.2.4 Indicadores de Manutenção	20
4 METODOLOGIA	21
4.1 ANÁLISE PRELIMINAR DOS EQUIPAMENTOS DA OFICINA	22
4.2 LEVANTAMENTO/ ESTUDO DOS MANUAIS DOS EQUIPAMENTOS	22
4.2.1 Máquinas operatrizes	23
4.2.2 Equipamentos Gerais	28
4.3 ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO	32
4.4 ELABORAÇÃO DA ROTINA DE ACOMPANHAMENTO COM A EFETIVAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO	33

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
5.1 ESTUDO DE CAMPO	34
5.2 ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO	37
5.2.1 Torno: Nardini Mascote – MS 205	38
5.2.2 Fresadora: Diplomat FVF 3000	40
5.2.3 Serras: Ferrari SFH – 12 e Motomil SC-100	41
5.2.4 Furadeira: MD 325A	43
5.2.5 Guincho Hidráulico: Marcon MGH – 2TP	44
5.2.6 Pórtico com talha: KITO CB020	45
5.2.7 Paleteira/ Transpalete: Palettrans TM 2220 e TM3020	46
5.2.8 Máquina de solda MIG MAG: SUMIG EAGLE 388	47
5.2.9 Máquina de corte a plasma: Balmer – MAXXICUT 60	48
5.3 ELABORAÇÃO DA ROTINA DE ACOMPANHAMENTO COM A EFETIVAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO	50
6 CONCLUSÕES	54
REFERÊNCIAS	55

1. INTRODUÇÃO

A manutenção está presente nos mais variados setores (comerciais, industriais ou residenciais), tendo como intuitos a preservação, a eficiência e a lucratividade dos produtos e serviços a que estão submetidos. Estes fizeram com que o conceito de manutenção, criado antes mesmo da segunda guerra mundial, com a ideia de que apenas a lubrificação era suficiente, fosse alavancado, em meados de 1970, com a preocupação da confiabilidade de suas máquinas e equipamentos (FERNANDES, s/d), e hoje continuasse em constante progressão.

Isto evidencia a importância da manutenção e fez com que em sua evolução, novas estratégias fossem criadas para facilitar seu gerenciamento e realização, garantindo assim a manutenibilidade dos produtos e serviços, exigindo constante capacitação técnica dos profissionais da área (FERNANDES, s/d). Dentre as principais estratégias pode-se considerar que estão: o programa 5S, *Total Productive Maintenance* - TPM, Ciclo PDCA, *Failure Mode and Effect Analysis* - FMEA, Sistema de Gerenciamento de Manutenção, Balanced Scorecard - BSC e Planejamento e Controle da Manutenção - PCM (XAVIER, 2015).

Este último tem sido fator estratégico para muitas instituições, empresas e indústrias, traçando técnicas que garantem a disponibilidade e confiabilidade de suas máquinas e equipamentos através do planejamento e programação das atividades de manutenção, com posterior análise de suas realizações com a perspectiva de possíveis melhorias (TELES, 2017; BARROS, s/d). Isto é possível através da estruturação e aplicação de diferentes ferramentas, métodos e tipos de manutenção (corretiva, preventiva, preditiva e detectiva), organizando as atividades nos chamados planos de manutenção (HÜNEMEYER, 2017), onde seu maior benefício está na redução de perdas com mão de obra, tempo e materiais (FERNANDES, s/d).

A Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho (UACSA), sendo uma instituição de recentes atividades, pode ser considerada como local de necessidade de planejamento de manutenção em todos os seus setores, para fins de conservação, eficiência e redução de custos. Ela é parte integrante da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), foi implantada em 2014 tendo como principais objetivos o fortalecimento do desenvolvimento dos polos empresariais/industriais da região e do país, com a formação técnica qualificada de Engenheiros nas áreas de materiais, eletrônica, elétrica, civil e mecânica, e com a respectiva evolução de novas pesquisas, projetos de extensão e inovação tecnológica através de parcerias institucionais.

Com o passar dos anos, este cenário vem se tornando possível graças ao progresso da unidade, com a confecção de novos laboratórios de pesquisa que facilitam o aprendizado do

corpo discente através de atividades práticas. Dentre esses, está o laboratório de usinagem mecânica, que possui como perspectivas futuras a prestação de serviços para clientes internos e externos, e a realização de projetos de extensão que envolva a população local através de minicursos.

Levando em consideração a fase inicial das atividades do referido laboratório, suas perspectivas de futuro e o desejo de torná-lo um ambiente de contínuo estudo e aprendizado para alunos e professores, faz com que a preservação de seus bens, a redução de desperdícios e a qualidade na produção de produtos sejam de grande importância.

Desta forma, este trabalho tem por objetivo a organização de uma proposta de modelo para gestão da manutenção das máquinas operatrizes e equipamentos do referido laboratório, através da organização dos planos de manutenção para cada uma delas, com o devido controle da realização das atividades discriminadas e suas respectivas periodicidades, tendo como base os padrões da estratégia de PCM. Será proposta também a implantação de indicador de desempenho, específico para manutenção preventiva, na qual se tem por foco neste trabalho, para acompanhamento dos resultados e visualização de oportunidades de melhorias.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Definir os planos de manutenção do maquinário disponível, na oficina mecânica da Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho (UACSA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), utilizados para a realização processos de fabricação diversos e manutenibilidade, sendo eles: torno convencional, fresadora, furadeira, serra de fita, serra de disco, girafas, patinha, pórtico com talha e máquinas de solda MIG MAG e de corte a plasma.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho são relacionados a seguir:

- Criar rotinas de manutenção preventiva do maquinário disponível, determinando os processos de cada, com consecutiva elaboração de documentos que especifiquem a frequência, periodicidade, materiais e peças que deverão ser utilizados e quem são os profissionais responsáveis pela execução das atividades;
- Elaborar um método de acompanhamento da realização das atividades de manutenção;
- Definir uma metodologia para análise da eficácia dos planos de manutenção a partir da avaliação de indicadores de desempenho, relacionados ao cumprimento das atividades de manutenção pelo método preventivo.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão apresentados alguns conceitos de crucial importância para este trabalho, sendo estes:

- A apresentação dos equipamentos gerais existentes em uma oficina mecânica, tendo como base os existentes na oficina mecânica da UACSA.
- Os principais métodos de manutenção realizados hoje no mercado e seus devidos planejamentos também serão apresentados, tendo em vista a conservação das máquinas e equipamentos em boas condições de uso e a fabricação com a qualidade requerida, evitando assim gastos desnecessários com possíveis retrabalhos.
- A lubrificação, trazendo os principais tipos de lubrificantes utilizados na manutenção de equipamentos.
- O conceito de indicador de desempenho, trazendo uma visibilidade dos benefícios trazidos pela sua utilização e os tipos existentes para uso.

3.1 EQUIPAMENTOS GERAIS DE UMA OFICINA MECÂNICA

Nesta seção serão abordadas as características de funcionamento e processos de fabricação utilizados pelos equipamentos existentes na oficina mecânica da UACSA, podendo ser divididos entre máquinas operatrizes e equipamentos gerais, conforme abordados a seguir.

3.1.1 Máquinas Operatrizes

As máquinas operatrizes utilizam a movimentação mecânica de um conjunto de ferramentas para fabricação de peças e componentes de diversos tipos de materiais, através da utilização dos processos de fabricação por usinagem mecânica (FREIRE, 1985).

Os processos de fabricação por usinagem podem ser definidos como qualquer operação que confere a um determinado componente forma, dimensões e/ou acabamento superficial sob a remoção de material (FERRARESI, 1970; ANSELMO, 2000) que, de acordo com a DIN 8580 (2003), aplica-se a todos os processos de fabricação onde há ocorrência da remoção de material com ferramenta de geometria definida (SILVA, 2014), sob a forma de cavaco. A escolha do processo de usinagem está diretamente ligada ao tipo de peça e o acabamento que se quer obter e, conseqüentemente, a máquina operatriz que o realiza com tais características. Eles são divididos em duas categorias: convencional e não convencional.

Neste trabalho são destacadas as máquinas operatrizes existentes na oficina mecânica da UACSA, das quais realizam processos de fabricação por usinagem convencional, sendo elas: o torno, a fresadora, a serra e furadeira. Estas serão apresentadas a seguir com suas características e aplicações de acordo com ANSELMO (2000), e a definição de seus correlatos processos de fabricação conceituados por Ferraresi (1970).

3.1.1.1 Torno

O torno mecânico é a mais antiga máquina ferramenta criada, sendo precursora de muitas outras desenvolvidas em prol da facilidade na confecção de diferentes superfícies na produção de peças mecânicas. Tem como principal característica a obtenção de superfícies de revolução com o auxílio de uma ou mais ferramentas monocortantes. O processo de fabricação nele utilizado é o torneamento, onde a matéria prima utilizada, o tarugo, pode ter, inicialmente, a forma cilíndrica ou prismática, obtendo, ao fim do processo, a forma cônica ou cilíndrica. A peça gira em torno do eixo principal de rotação da máquina e a ferramenta se desloca simultaneamente executando o movimento de translação.

O torneamento pode ser utilizado para duas finalidades, das quais surgem as classificações: torneamento de acabamento, que é uma usinagem indicada para obtenção das dimensões finais da peça, e torneamento de desbaste, operação anterior ao acabamento que visa à obtenção da forma e dimensões próximas das desejadas. Dentre os tipos de tornos estão os verticais, os horizontais, os convencionais e os de Comando Numérico Computadorizado (CNC), nas quais os dois últimos estão presentes na referida oficina.

3.1.1.2 Fresadora

A fresadora é uma das máquinas ferramenta considerada como procedente do torno que permite a criação de peças mais detalhadas e complexas com a geração de ranhuras, cortes, guias, superfícies, cantos e perfurações. Utiliza-se o fresamento como processo de fabricação para usinagem de peças, sendo destinada à obtenção de superfícies quaisquer com ferramentas multicortantes, as chamadas fresas. Neste processo, a ferramenta gira e a peça ou a ferramenta se deslocam segundo uma trajetória qualquer, podendo-se obter diferentes formas, planas e curvas. Há dois tipos básicos de fresamento: o cilíndrico tangencial e o frontal. Existem basicamente três tipos de fresadoras: horizontal (a ferramenta de trabalho é presa paralelamente à mesa de fixação da peça, realizando fresamento frontal), vertical (que possui uma

coluna vertical posicionada perpendicularmente à mesa, permitindo a fixação de fresas tangenciais), e universal (realiza todas as operações relacionadas a fresadora horizontal e da vertical, com a utilização de um cabeçote vertical acoplado).

O cilíndrico tangencial é realizado quando se deseja a obtenção de uma superfície plana e paralela ao eixo de rotação da ferramenta. Já o frontal é utilizado quando se tem a intenção de obter uma superfície plana perpendicular ao eixo de rotação da ferramenta. Os dois tipos de fresamento podem ser realizados de forma simultânea, podendo haver ou não predominância de um sobre outro, conhecido como fresamento composto.

3.1.1.3 Serra

A serra é uma máquina ferramenta utilizada para realização de seccionamento ou recorte de forma rápida, quando comparada a ferramentas manuais, com a utilização de ferramentas multicortantes de pequena espessura, as serras, que possuem formato de disco ou fita. Durante o procedimento, a ferramenta gira e/ou se desloca, podendo a peça se deslocar ou se manter parada. Pode ser classificado em serramento retilíneo, quando no processo a ferramenta se desloca em trajetória retilínea com movimento alternativo ou não; e serramento circular, quando no processo a ferramenta gira ao redor de seu eixo, podendo a peça ou ferramenta se deslocar. Dentre os tipos de serras mais conhecidas e utilizadas estão a serra de disco e a serra de fita.

3.1.1.4 Furadeira

A furadeira é a máquina ferramenta na qual tem seu procedimento de usinagem realizado pelo movimento de rotação e avanço do eixo principal, chamado de furação. Este é um dos processos de usinagem mais utilizados na indústria manufatureira (MEDEIROS, 2010). É realizado a partir de uma ferramenta de dois gumes, chamada broca que gera uma cavidade, geralmente de formato cilíndrico na peça. O movimento da ferramenta é uma combinação de rotação e deslocamento retilíneo ao longo do eixo do furo, que coincide ou é paralelo ao eixo da máquina. A furação é dividida em operações, que são realizadas de acordo com a utilidade do furo, entre elas:

- Furação em cheio: processo indicado para realização de furos cilíndricos numa peça, removendo todo o material da superfície usinada na forma de cavaco.
- Furação escalonada: processo indicado quando se há necessidade de um furo com

dois ou mais diâmetros diferentes, simultaneamente.

- Escareamento: processo indicado para a abertura de um furo onde a peça já contém um pré-furo.
- Trepanação: processo na qual o furo obtido contém um núcleo maciço, retirando apenas parte do material usinado.
- Furação de centros: Processo na qual se deseja realizar um furo no centro da peça para utilização em operação posterior na peça.

Há uma operação variante da furação que tem por objetivo o alargamento de um furo com acabamento superficial, chamado de alargamento. Nesse processo também é utilizada uma ferramenta similar à broca, entretanto multicortante, com múltiplos gumes. Dentre os variados tipos de furadeiras existentes no mercado, os mais presentes em oficinas mecânicas estão: a de bancada, as portáteis e a de coluna.

3.1.2 Equipamentos Gerais

Dentre os equipamentos gerais presentes na referida oficina estão os utilizados para transporte e movimentação (guincho hidráulico, o pórtico com talha e a paleteira), e as máquinas de solda MIG MAG e de corte a plasma.

Quanto aos equipamentos destinados a movimentação e transporte:

- a) Guincho hidráulico: equipamento que contém em sua estrutura uma lança articulada com duas regulagens manuais na extensão que utiliza de um conjunto monobloco formado de bomba, reservatório e cilindro hidráulico para elevação e reboque de cargas por tração com pouco esforço físico.
- b) Pórtico com talha: equipamento para movimentação e elevação de carga pesadas, utilizada para troca de ferramentas e descarregamento de materiais e maquinários. Por suas atribuições, sua utilização em uma oficina mecânica torna-se indispensável.
- c) Paleteira: muito utilizada em pequenos e médios estoques, as paleteiras podem ser caracterizadas como um tipo de empilhadeira manual para transporte de pallets. Há no mercado o oferecimento de variados tipos, de capacidades diferentes. Entre os tipos podem ser citadas as paleteiras simples, as em aço inox, as com balança, com rodas duplas e hidráulicas.

Quanto aos equipamentos destinados a soldagem e corte, de acordo com Marques et al. (2009):

- a) Máquina de solda MIG MAG: equipamento que realiza a soldagem feita a arco elétrico a partir de um eletrodo consumível, com alimentação contínua de gás específico que pode ser inerte ou ativo, para proteção da região de soldagem. O processo MIG utilizam gases inertes, sendo os mais utilizados o argônio e o hélio. É indicado para soldagem de materiais ferrosos e não ferrosos, como alumínio, cobre, magnésio, níquel e suas ligas, em uma ampla faixa de espessuras. Já o processo MAG utiliza de gases ativos, sendo mais comumente utilizada a mistura de argônio com gás carbônico ou apenas o gás carbônico. Esses reagem com o metal líquido, podendo trazer mudanças nas propriedades do metal de solda. São indicados para soldagem de metais ferrosos.
- b) Máquina de corte a plasma: utiliza de um gás ionizado em alta temperatura e pressão para corte de seções de metais ferrosos e não ferrosos, como alumínio, aço carbono e inoxidável, entre outros.

3.2 MANUTENÇÃO

De acordo com a ABNT (2005), a manutenção é definida como “a combinação de iniciativas técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, com o objetivo de manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar a função requerida”. Portanto, as empresas prezam por um adequado planejamento da manutenção de forma a diminuir os custos consequentes, em geral, das falhas durante os processos produtivos e o consumo de energia dos equipamentos; aumentar a sua produtividade, vida útil das máquinas e a qualidade de seus produtos (FERRARESI, 1970), determinando assim sua grande importância de realização, já que possui interferência tanto nos processos produtivos, como nos resultados financeiros (FERREIRA; FERREIRA, 2018).

Desta forma, nesta seção serão abordados alguns conceitos referentes aos principais métodos de manutenção, como também da estratégia de PCM, das quais estão diretamente associados quando implantados.

3.2.1 Métodos de Manutenção

Segundo Mantovani e Gonçalves (2004), citado por (IETEC, 2017), as utilizações de alguns métodos de manutenção trazem a grande probabilidade da redução dos custos com a geração de lucros com a confiabilidade do processo, qualidade nos produtos entregues aos clientes, evitam paradas não programadas de máquinas, que só prejudicam o processo de produção, e ainda mantém a competitividade de mercado (FERRARESI, 1970). É por meio de uma manutenção sistemática que as empresas esperam antecipar-se a possíveis falhas do sistema que poderiam ocasionar paradas imprevistas dos equipamentos, além de possíveis danos irreparáveis (OTANI; MACHADO, 2008).

O maquinário, por exemplo, deve ser o foco de cuidados. Por vezes, esses danos são ocasionados por sujeira, falta momentânea ou constante de lubrificação, lubrificação imprópria que resulta em ruptura do filme ou em sua decomposição, superaquecimento por causa do excesso ou insuficiência da viscosidade de lubrificante, falta de reaperto de parafusos e porcas, falhas de controle de vibrações (REZENDE, s/d). Todos esses problemas são ocasionados pela falta de manutenção.

Dessa forma, para um bom planejamento, se faz necessário o conhecimento dos tipos de manutenção existentes, identificando o melhor direcionamento para o tipo de empresa. Dentre os tipos estão às manutenções (FERNANDES, s/d; REZENDE, s/d; BARROS, s/d):

- a) Corretiva não planejada: A manutenção Corretiva é aquela de atendimento imediato à produção. É realizado após o fato ocorrido, de forma aleatória, sem nenhum planejamento. Com relação aos custos, esse tipo tem custo menor do que a preventiva quando se refere aos equipamentos. Entretanto, as perdas são maiores quando referidos as paradas da produção, justificando o fato de ser considerada de pouca eficiência.
- b) Corretiva planejada: Tem as mesmas características da não planejada, só que com a diferença que nesta há possibilidade do planejamento dos recursos necessários para a intervenção de manutenção, uma vez que a falha é esperada.
- c) Preventiva: A manutenção preventiva surgiu a partir do reconhecimento da importância da manutenibilidade e da confiabilidade como pontos primordiais para a eficiência da empresa. É realizada a partir de cronogramas nos quais são organizados a partir das tarefas com revisões periódicas para sua própria melhoria. Isto é con-

seguido por meio do planejamento, execução e verificação dos trabalhos realizados, de forma a se ter como objetivo a elevação dos níveis de controle.

- d) **Preditiva:** Este tipo de manutenção é diretamente ligado à condição das máquinas e equipamentos. É realizada através do estudo probabilístico de dados coletados ao longo do tempo, durante o funcionamento do maquinário a partir de instrumentação específica, como temperatura, vibração, ensaios de ultrassom, termografia, entre outros, acompanhando o desgaste de seus componentes. Não permite um diagnóstico preciso, entretanto, dá a possibilidade de uma previsão da deterioração do equipamento ou ocorrência de falhas, fazendo a sua execução no momento adequado.
- e) **Detectiva:** É um tipo de manutenção relativamente nova, de utilização a partir da década de 1990. É utilizada quando o objetivo é detectar falhas não perceptíveis às equipes de manutenção e operadores através de testes periódicos do sistema, com o monitoramento da vibração, a termografia e análise de óleo, por exemplo, utilizando de sistemas de proteção ou comando, tendo como exemplos os CLP's, os detectores de gás e os dispositivos de segurança e controle de pressão.

Nenhuma modalidade de manutenção substitui a outra, mas elas devem ser associadas para trazer melhorias em termos de desempenho de gestão (COSTA, 2013). Durante muito tempo, as indústrias funcionaram com o foco na utilização da manutenção corretiva não planejada. E, com isso, tinham muitos desperdícios, retrabalhos, perda de tempo e de recursos financeiros (REZENDE, s/d). Com o planejamento da manutenção, tudo fica mais rápido, barato e mais seguro (OTANI; MACHADO, 2008), através do devido conhecimento dos trabalhos a serem executados, bem como dos recursos disponíveis para tal.

Com referência aos custos para a manutenção, devem ser considerados a mão de obra, os instrumentos e ferramentas, material para reparos, entre outros. Segundo (FERNANDES, s/d), o grande erro comum cometido pelas empresas, não sendo somente para os custos vinculados a manutenção, é que buscam o melhor preço ao invés do melhor custo direto envolvido. Um material ou ferramenta de má qualidade pode prejudicar o andamento do trabalho planejado. É importante ressaltar que esses custos são infinitamente menores que a hora de produção. Uma empresa que trabalha com sua linha de produção ou máquinas funcionando corretamente consegue fornecer produtos ou serviços de melhor qualidade.

Com base nas condições de trabalho da referida oficina, da análise dos manuais de ins-

trução e levando em consideração o início das atividades na mesma, foi definida a utilização do método preventivo para elaboração dos planos de manutenção.

3.2.2 Lubrificação

Os lubrificantes são fluidos destinados à redução do contato entre as irregularidades das superfícies, evitando assim, o atrito e desgaste das mesmas (PAULI; ULIANA, 1997). Além desses objetivos, os lubrificantes exercem as seguintes finalidades: controle de temperatura (absorvendo o calor gerado pelo contato das superfícies), controle da corrosão, transmissão de força (como é o caso dos sistemas hidráulicos), amortecimento de choques (como a exemplo os ocorrentes entre os dentes das engrenagens), remoção de contaminantes e vedação.

A lubrificação é uma atividade crucial nos planos de manutenção. São a partir de sua realização adequada que, além da geração dos controles já citados, são evitados problemas de desalinhamentos, ruídos, ruptura de peças, entre outros. Segundo Viana (2014), o primeiro passo para a elaboração das atividades de lubrificação é de classificar os tipos de lubrificantes necessários para realização de tais tarefas. Eles são classificados de acordo com seu estado físico: líquidos, pastosos, sólidos e gasosos (PAULI; ULIANA, 1997).

- Líquidos: são os mais utilizados para lubrificação. São divididos entre óleos minerais puros (oriundos da destilação e refino do petróleo), óleos graxos (podem ser de origem animal ou vegetal), óleos compostos (constituem-se de uma mistura de óleos minerais e graxos), óleos aditivados (óleos puros com adição de aditivos para melhoria de propriedades) e óleos sintéticos (oriundos da indústria petroquímica).
- Pastosos: são conhecidas como graxas e são empregadas onde lubrificantes líquidos não teriam um bom desempenho. São divididas entre graxas de sabão metálico, graxas sintéticas, graxas á base de argila, graxas betuminosas e graxas para processo.
- Sólidos: comumente utilizados como aditivo de lubrificantes líquidos ou pastosos. Entre os exemplos desses tipos de lubrificantes pode-se citar o grafite, a mica, o talco, entre outros.
- Gasosos: aplicados quando não há possibilidade da utilização dos tipos convencionais. Dentre os mais comuns estão o ar, o nitrogênio, entre outros.

3.2.3 Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)

A busca da excelência de qualquer negócio está diretamente ligada ao planejamento e a estratégia utilizada para realização das atividades planejadas (XAVIER, 2015). Da mesma forma, o planejamento e a devida manutenção de um maquinário são de primordial importância, pois permite a alta disponibilidade para a produção durante todo o tempo em que ela estiver em serviço, com um custo adequado (REZENDE, s/d).

Estes fatores, com certeza, são um salto qualitativo para a empresa que terá como recompensa sua credibilidade diante do mercado (IBEC, 2016). Além disso, trazem consequentes ganhos de produtividade e qualidade e, ainda, redução de custos de manutenção (XAVIER, 2015).

O PCM, assim como as demais estratégias de manutenção utilizadas no mercado, tem por objetivo principal o mantimento das funções de seus ativos, de forma que possam cumprir suas atividades com confiabilidade (XAVIER, 2015), aumentando seu tempo de vida útil e evitando falhas e prejuízos as organizações que as compõem. Segundo Ströher (2012), citado por Hünemeyer (2017), o PCM é de fundamental importância para execução dos diferentes métodos de manutenção, pois sua metodologia traz a organização das informações e análise de resultados auxiliando na tomada de decisões estratégicas relativas à gestão dos ativos e da própria produção.

Segundo Hünemeyer (2017), a metodologia utilizada pela estratégia PCM pode ser dividida em quatro etapas principais:

- a) Organização da manutenção: nesta etapa há a definição dos setores que estarão envolvidos nas atividades de manutenção, os ativos que serão analisados e os métodos de manutenção que podem ser utilizados mediante a análise das informações da produção existente.
- b) Cadastros necessários: definidos os ativos que estarão inclusos no planejamento, serão armazenados cadastros com as respectivas informações técnicas, históricos de manutenção, dados das equipes que as realizaram, desenhos e manuais técnicos.
- c) Planos de manutenção: destina-se a elaboração de roteiros com atividades pertinentes a manutenção, entre elas de inspeção visual e de lubrificação, de acordo com o método de manutenção escolhido para realidade da empresa.
- d) Execução efetiva dos planos de manutenção: realização e acompanhamento das atividades contidas nos planos de manutenção com posterior análise de eficácia e aplicação

de indicadores de desempenho.

3.2.4 Indicadores de Manutenção

A manutenção é vista como o meio pelo qual é conseguida a redução nos custos de produção ou em serviços (XAVIER, s/d). Para que se tenha um sistema de manutenção controlado, se faz necessária à análise constante das informações na performance do mesmo (MEGIOLARO, 2015), tendo o entendimento da importância das atividades planejadas, bem como do foco desejado na realização delas. Segundo Xavier (s/d), os indicadores trazem informações estatísticas sobre um determinado processo sobre a qual se quer controlar.

Hünemeyer (2017) traz um destaque sobre os indicadores de manutenção, nas quais fornecem uma ideia da realidade, podendo trazer uma série de benefícios, a depender do indicador escolhido, como: comparativo de desempenho, avaliação dos métodos de manutenção, análise de orçamento, auxílio na identificação de problemas e apoio na tomada de decisões.

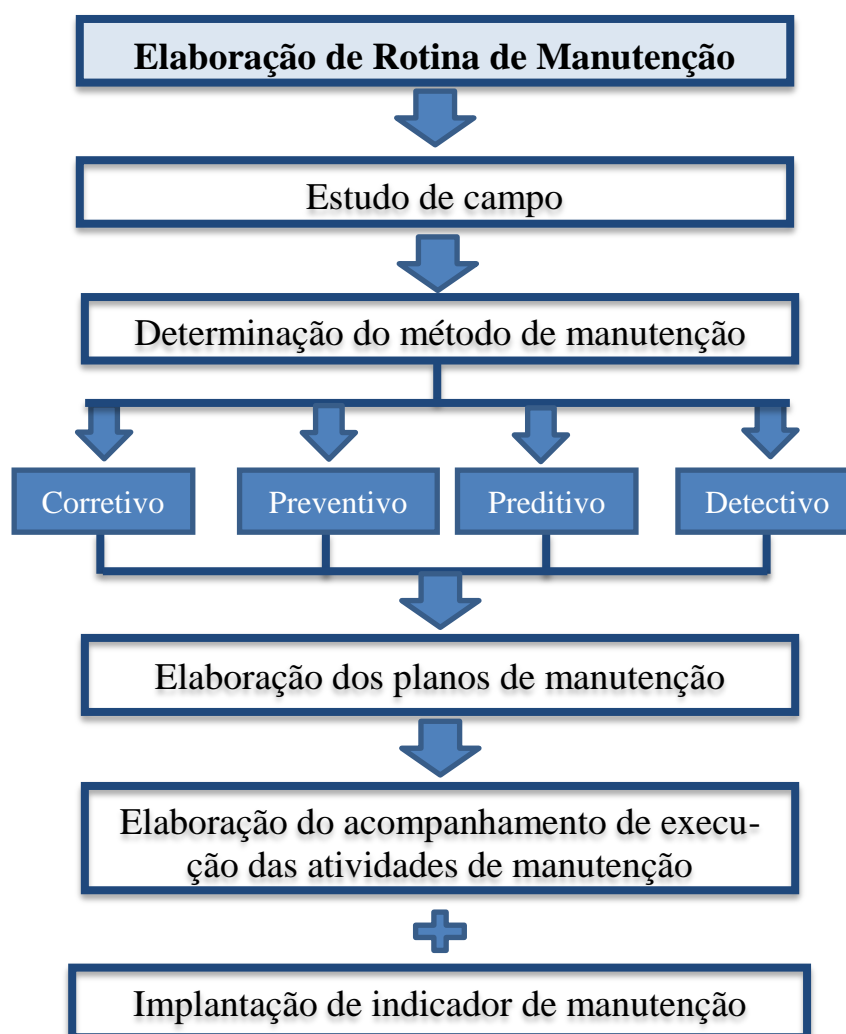
Segundo MEGIOLARO (2015) e Hünemeyer (2017), entre os tipos de indicadores de manutenção existentes, pode-se destacar:

- Tempo Médio Entre Falhas (MTBF): resulta na repetição de intervenções no equipamento durante determinado tempo específico;
- Tempo Médio Para Reparos (MTTR): tempo em média que o equipamento deixa de operar devido a ações de manutenção.
- Disponibilidade (DISP): indica a probabilidade de um determinado equipamento estar disponível para sua utilização.
- Indicador de Manutenção Preditiva (MPd): evidencia a eficácia no cumprimento dos planos de manutenção preditiva.
- Indicador de Manutenção Preventiva (MP): evidencia a eficácia no cumprimento dos planos de manutenção preventiva.

4. METODOLOGIA

Utilizando dos conceitos aplicados pela estratégia do PCM e levando em consideração a realidade funcional do objeto de estudo, pôde-se dividir a sistemática de organização deste trabalho em quatro partes principais: análise preliminar dos equipamentos da oficina, levantamento dos manuais dos equipamentos, elaboração dos planos de manutenção e elaboração de rotina de acompanhamento com a efetivação de indicadores de desempenho. A metodologia para avaliação, capacitação de dados e implantação das ferramentas, baseadas nos estudos desenvolvidos por Hünemeyer (2017) e MEGIOLARO (2015), desenvolvidas para a referida oficina em estudo, é apresentada no fluxograma a seguir.

Fluxograma 1. Metodologia utilizada para elaboração de rotina de manutenção para a oficina mecânica da UACSA.



Fonte: autora.

4.1 ANÁLISE PRELIMINAR DOS EQUIPAMENTOS DA OFICINA

Foi realizado um levantamento de todos os equipamentos existentes na oficina, na qual puderam ser realizadas algumas análises, nas quais podem ser citadas:

- Verificação das condições físicas em que se encontravam, a fim de analisar as necessidades destes mediante as atividades de manutenção na qual serão submetidos, além dos procedimentos tomados como base descritos pelos próprios fabricantes dos mesmos em seus manuais de instrução;
- Averiguação do estado de funcionamento da oficina, levando a conhecer as condições favoráveis à corrosão das quais está submetida, como a exposição a umidade ou poeira por exemplo, que podem dificultar a conservação dos referidos equipamentos em sua forma de acondicionamento.
- Análise de cada equipamento quanto as suas capacidades técnicas e operacionais para entendimento de importância produtiva;

Eles foram divididos em dois grupos, conforme descrito no item 3.1, onde foi realizado um estudo bibliográfico sobre suas características gerais e os possíveis processos de fabricação que podem realizar e funcionalidades (item 3.1.1 e 3.1.2).

4.2 LEVANTAMENTO/ESTUDO DOS MANUAIS DOS EQUIPAMENTOS

Sabendo da importância do cadastro de dados para a eficiência da implantação da estratégia de PCM, foi organizado um arquivo com os respectivos manuais técnicos já existentes na oficina, sendo conseguida a partir de pesquisa online ou contato com fornecedores, os faltosos.

Em posse deles, pôde ser realizado um levantamento de dados sobre os referidos equipamentos, tendo entendimento não só de suas capacidades, conforme citado anteriormente, mas das partes principais de cada uma e de sua forma de funcionamento, obtendo assim uma visibilidade ainda maior das necessidades de manutenção tendo em vista sua estrutura e respectiva função.

De acordo com Barbosa (s/d), toda máquina ferramenta possui cinco subsistemas básicos, sendo estes: subsistema de Suporte, subsistema de Fixação da Peça, subsistema de Fixação e Movimento da Ferramenta, subsistema de Avanço, subsistema de Acionamento Princi-

pal. Os subsistemas e as partes envolvidas por cada um desses foram analisados e considerados de acordo com as necessidades de cada máquina em sua condição de acondicionamento na referida oficina. Semelhantemente, os equipamentos gerais em estudo também tiveram suas principais partes estruturais avaliadas.

Dessa forma, os itens 4.2.1 e 4.2.2 farão uma exibição das partes dos subsistemas considerados na elaboração dos planos de manutenção das máquinas operatrizes e das partes dos equipamentos gerais, respectivamente, bem como das capacidades operacionais de cada um, sendo estas primícias de avaliativas para implantação da estratégia de PCM, tendo em vista a necessidade de se conhecer os equipamentos nas quais está se prevendo a elaboração de atividades de conservação, onde serão apresentadas as principais para fins de demonstração.

4.2.1 Máquinas Operatrizes

Dentre as máquinas operatrizes em estudo estão:

- a) Torno: Nardini Mascote MS 205

A tabela 1 mostra algumas das capacidades operacionais do referido torno em estudo, estando entre elas à potência de seu motor, o curso e a velocidade máxima de rotação.

Tabela 1. Algumas das capacidades operacionais do torno Nardini Mascote MS 205.

Torno convencional Nardini Macote MS 205	
Motor Principal	6,3/4 CV
Largura do barramento	220 mm
Curso do carro transversal	225 mm
Curso do carro porta-ferramentas	100 mm
Velocidade máxima	2500 RPM
Avanços longitudinais	0,042 - 1,013 mm/rot
Avanços transversais	0,021 - 0,5 mm/rot

Fonte: autora.

Para o torno em estudo, foram considerados os seguintes subsistemas com suas respectivas partes para elaboração dos planos de manutenção:

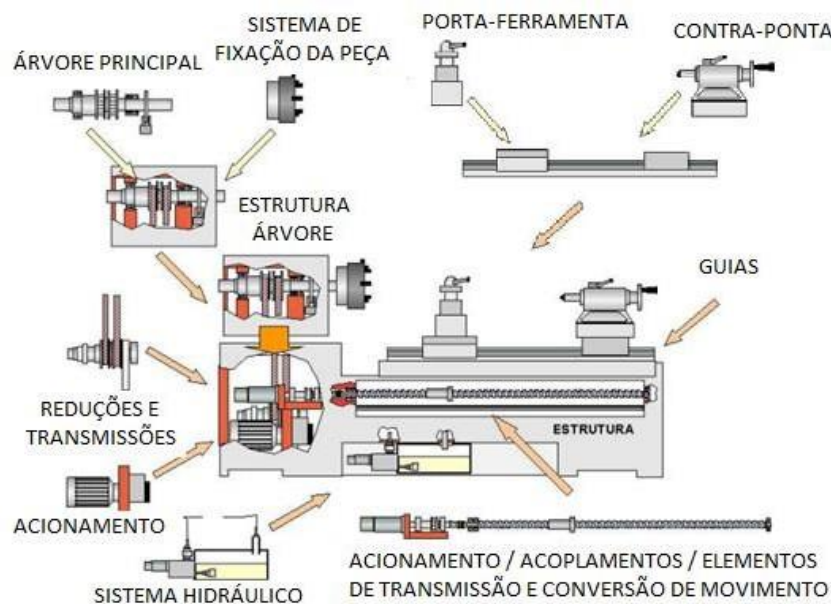
- Subsistema de suporte: guias, barramento;
- Subsistema de fixação de ferramentas: carro longitudinal, carro transversal, carro porta-ferramentas e torre de fixação das ferramentas;
- Subsistema de avanço: reduções e transmissões e elementos da árvore princi-

pal;

- Subsistema de acionamento principal: envolvendo motor, correias, polias e eixos.

Todas estas partes consideradas são passíveis de atividades de limpeza, lubrificação ou até mesmo troca por questões de desgaste e por isso foram consideradas. A figura 1 é uma exemplificação de algumas das partes dos subsistemas em consideração.

Figura 1. Alguns dos elementos dos subsistemas considerados do torno em estudo para elaboração dos planos de manutenção.



Fonte: Adaptado de Stoeterau, 2004.

b) Fresadora: Diplomat FVF 3000

A tabela 2 mostra algumas das capacidades operacionais da referida fresadora em estudo, estando entre elas à potência de seu motor e a faixa de velocidade de rotação que podem ser utilizadas.

Tabela 2. Algumas das principais especificações do torno Nardini Mascote MS 205.

Fresadora Diplomat FVF 3000	
Curso longitudinal / automático	1080 / 1010 mm
Curso transversal	415 mm
Curso vertical	440 mm
Potência do motor principal	5 Hp
Rotação	78 a 4000 RPM

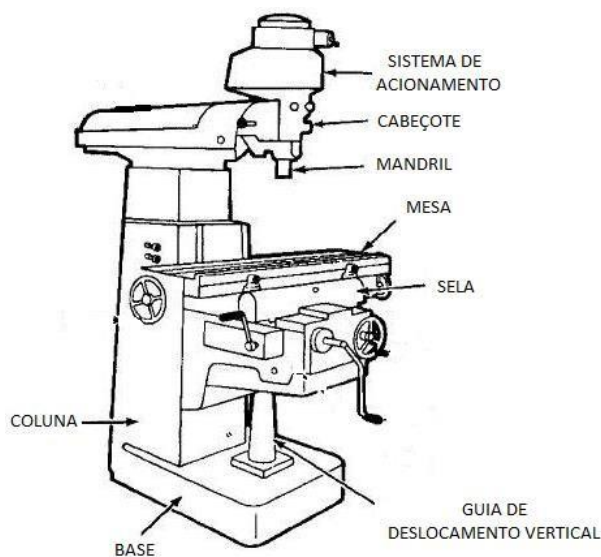
Fonte: autora.

Foram considerados os seguintes subsistemas com os respectivos elementos compreendidos:

- Subsistema de suporte: base e coluna;
- Subsistema de fixação de ferramentas: cabeçote e mandril;
- Subsistema de fixação das peças: mesa, consolo e sela;
- Subsistema de avanço: motor e as engrenagens;
- Subsistema de acionamento principal: contendo motor de acionamento, polias, correias, eixos e engrenagens para transmissão de movimentos.

Algumas das partes contidas nos subsistemas descritos anteriormente são exibidas na figura 2.

Figura 2. Alguns dos elementos dos subsistemas considerados da fresadora em estudo para elaboração dos planos de manutenção.



Fonte: Adaptado de Panaseyko, 2017. Disponível em: <http://pt.nextews.com/0f41133f/>. Acesso em: 25 de junho de 2019.

c) Serras: Ferrari SFH – 12 e Motomil SC – 100

A oficina conta com dois tipos de serras, sendo uma de fita de modelo SFH – 12, da Ferrari, e uma de disco de modelo SC – 100, da Motomil, onde a primeira possui a capacidade de cortar materiais de diferentes formas (circulares, quadrados ou retangulares) em angulação de até 45°. Já a serra de disco também realiza o corte dos diferentes formatos, no entanto apenas perpendicularmente a superfície cortada. Um resumo das capacidades operacionais de cada uma será exibido nas tabelas 3 e 4, estando entre elas à potência do motor e velocidade

de rotação para ambas, respectivamente.

Tabela 3. Resumo das capacidades operacionais da serra de fita Ferrari SFH – 12.

Serra de fita SFH - 12	
Potência do motor	1 CV
Rotação do motor	1700 RPM
Velocidade do volante	50 a 195 RPM
Lâmina da serra de fita	3/4 x 0,32 x 93 "
Mesa inclinável	0° a 45°

Fonte: autora.

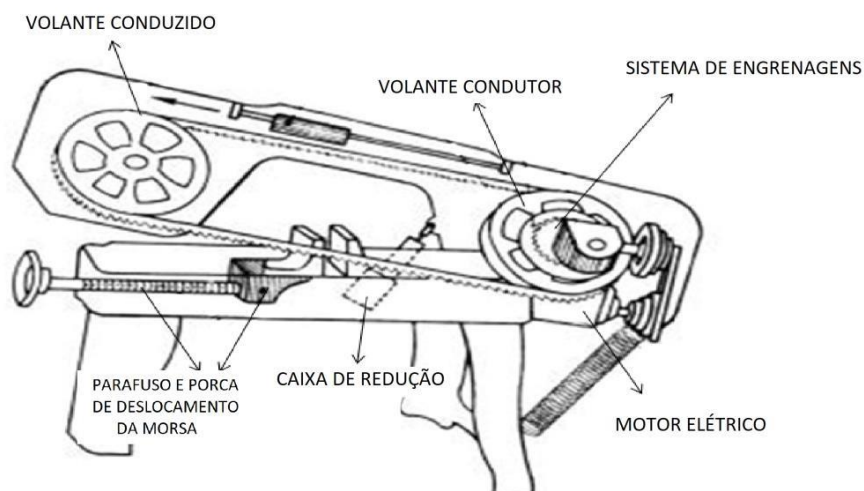
Tabela 4. Resumo das capacidades operacionais da serra de disco Motomil SC – 100.

Serra de disco MOTOMIL SC-100	
Potência do motor	3 CV
Diâmetro do disco	12"
Velocidade de rotação	60 Hz
Rotação do motor	3500 RPM

Fonte: autora.

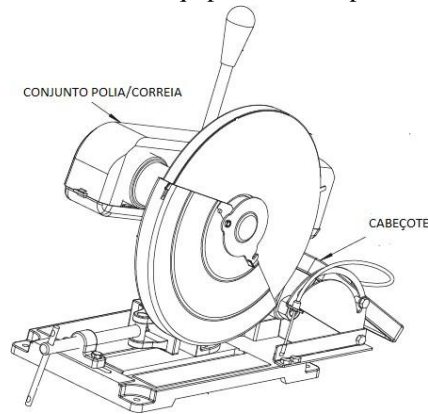
As partes principais da serra de fita para análise de necessidade de manutenção podem ser visualizadas da figura 3. Elas representam elementos das quais são primordiais para o funcionamento da máquina, entre eles os volantes, sistema de engrenagens, motor, caixa de redução e sistema parafuso/porca de deslocamento de morsa. Igualmente para a serra de disco, como mostrado na figura 4, das quais podem ser destacadas as seguintes partes: conjunto de polias e correias e cabeçote.

Figura 3. Partes da serra de fita consideradas em estudo para elaboração das atividades de manutenção.



Fonte: Adaptado da apostila da Utilização de Equipamentos mecânicos, Senai, s/d. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/mecanica-utilizacao-de-equipamentos-mecanicos-senai/4758718/>. Acesso em: 24 de junho de 2019.

Figura 4. Partes da serra de disco consideradas em estudo para elaboração das atividades de manutenção. Fonte: manual do equipamento, adaptado.

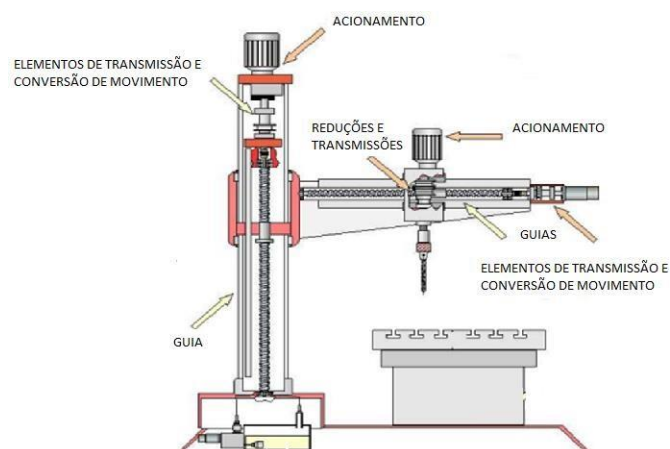


Fonte: Manual do equipamento, adaptado. Disponível em: <https://images.taqi.com.br/manual/serra-corte-ferro-motomil-sc110mt.pdf>. Acesso em: 25 de junho de 2019.

d) Furadeira: MD 325A

A furadeira de modelo MD 325 possui capacidade para abrir furos de no máximo 25 mm de diâmetro, com curso de seu mangote de até 140 mm. É uma furadeira do tipo coluna na qual se pôde ter como base para análise as partes que possuem deslocamentos na vertical ou horizontal e elementos de máquinas (que fazem conversão e transmissão de movimento) para atividades de lubrificação, por exemplo, como guias, engrenagens, eixos, correias, presentes nos subsistemas de acionamento principal e subsistema de fixação e movimentação da ferramenta, como mostrado na figura 5.

Figura 5. Partes da furadeira de coluna consideradas em estudo para elaboração das atividades de manutenção.



Fonte: Adaptado de Stoeterau, 2004.

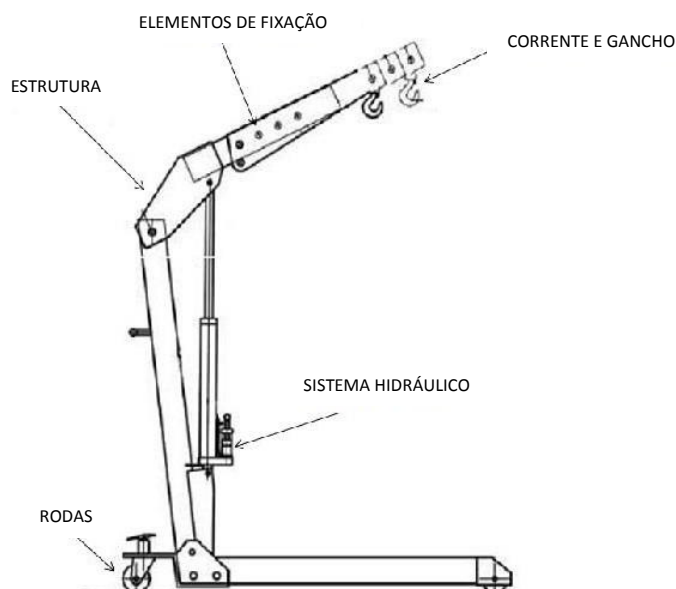
4.2.2 Equipamentos Gerais

Dentre os equipamentos gerais analisados estão:

a) Guincho Hidráulico: Marcon MGH-2TP

O guincho hidráulico de modelo MGH – 2TP da Marcon tem capacidade de elevação de no máximo de duas (02) toneladas. Dentre as partes consideradas passíveis de manutenção estão os elementos de fixação, o sistema hidráulico, as rodas, a corrente, o guincho e a própria estrutura. Estas são mostradas na figura 6 a seguir.

Figura 6. Algumas das partes do guincho hidráulico consideradas em estudo para elaboração das atividades de manutenção.

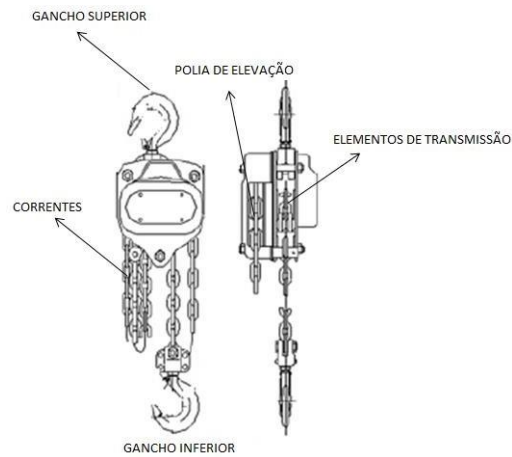


Fonte: Aداuto (2014), adaptado. Disponível em: <https://www.projeto676.com.br/20140428/o-que-nao-fazemos-por-um-coracao/>. Acesso em: 26 de junho de 2019.

b) Pórtico com talha: KITO CB020

O pórtico com talha de modelo CB020 da KITO tem capacidade máxima de elevação de duas (02) toneladas. As partes consideradas de maior importância de análise estão compreendidas na talha, sendo elas: corrente, gancho e elementos de fixação e transmissão, como roldanas, pinos e eixos. Estas são mostradas na figura 7 a seguir.

Figura 7. Algumas das partes da talha mecânica consideradas no estudo para elaboração das atividades de manutenção.

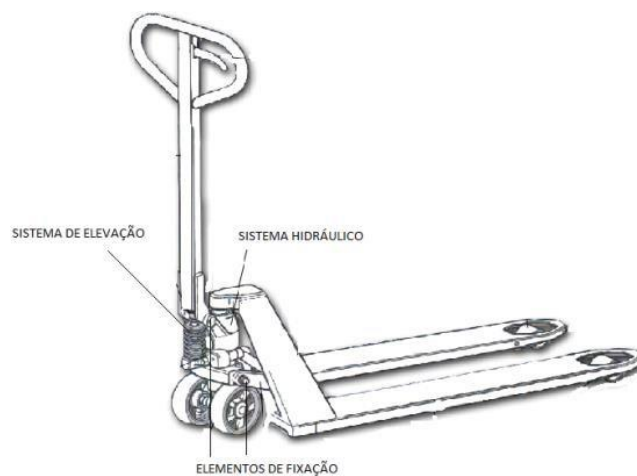


Fonte: desenho de equipamento similar (SMB005-030), adaptado. Disponível em: <https://www.pgtalhas.com.br/modelo-smb>. Acesso em: 26 de junho de 2019.

c) Paleteira / Transpalete: Paletrans TM 2220 e TM3020

A oficina conta com dois transpaletes (paleteiras, como conhecida no mercado) de modelos TM 2220 e TM 3020, da Paletrans, cujas capacidades são de duas toneladas e três toneladas, respectivamente. Entre as partes em consideração para ambas estão os elementos de fixação (parafusos e porcas), os elementos do sistema de transmissão (polias e eixos) e sistema hidráulico, como mostrado na figura 8 a seguir.

Figura 8. Algumas partes dos sistemas contidos nos transpaletes considerados para análise em elaboração das atividades de manutenção.

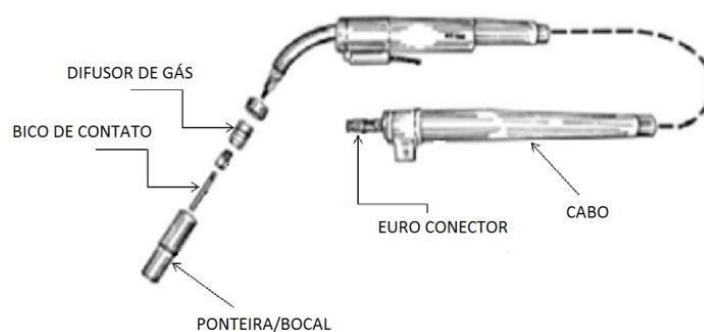


Fonte: Manual do equipamento, adaptado. Disponível em: http://www.crowmatec.com.br/manual/TM_2220_3020_out_2009.pdf. Acesso em: 28 de junho de 2019.

d) Máquina de solda MIG MAG: SUMIG EAGLE 388

Entre os elementos utilizados no conjunto para soldagem MIG MAG, teve sua tocha de soldagem MIG (sendo esta, especificamente, a adquirida pela oficina) como principal foco de análise para as atividades de manutenção. Dentre essas, podem ser destacadas o Euro conector, o bocal, o cabo e o bico de contato, como mostrado na figura 9.

Figura 9. Partes da tocha de soldagem MIG consideradas para análise em elaboração das atividades de manutenção.



Fonte: ESAB (2005), adaptado. Disponível em: <http://www.ufjf.br/profab/files/2016/09/ESAB-Apostila-MIG-MAG.pdf>. Acesso em: 24 de junho de 2019.

Sendo uma máquina trifásica, permite a flexibilidade de níveis de tensão através de seus três rolamentos constituídos de circuito primário (entrada) e secundário (saída), cada um, o que permite a utilização de variados valores de tensão e, conseqüentemente, de correntes (MODENESI, 2009). Dessa forma, um resumo das capacidades operacionais da referida máquina é mostrado na tabela 5, onde detalha a faixa de valores de tensão e corrente obtidas nos circuitos primários e os três possíveis valores de tensão e corrente obtidas nos circuitos de saída (secundários) e seus respectivos rendimentos.

Tabela 5. Algumas das capacidades produtivas da fonte inversora para solda MIG MAG, modelo EAGLE 388.

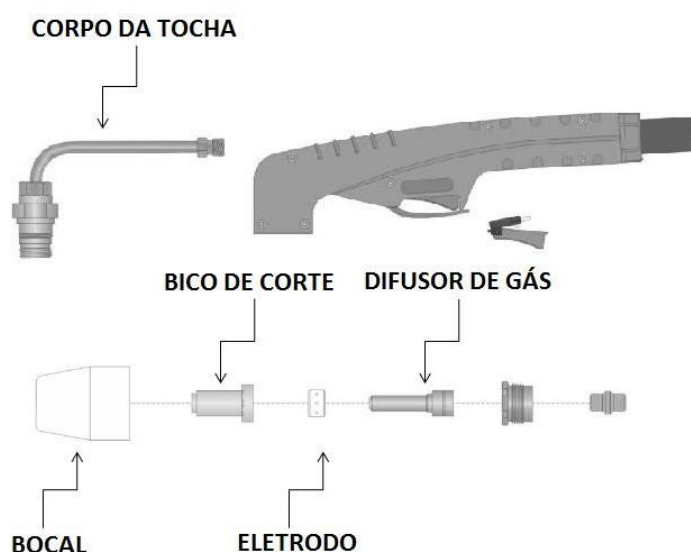
MIG MAG EAGLE 388			
Primário			
Faixa de corrente (A)	30 a 320		
Faixa de tensão (V)	15,5 a 30		
Secundário			
Rendimento (%)	50	60	100
Tensão (V)	30	29	25,5
Corrente (A)	320	300	230

Fonte: autora.

e) Máquina de corte a plasma: Balmer - MAXXICUT 60

Igualmente ao equipamento da soldagem MIG MAG, descrita anteriormente, dentre os elementos constituintes para corte a plasma, teve principal foco de análise para as atividades de manutenção a sua tocha de corte. Dentre suas partes consideradas para análise, pode ser destacado o bocal, o difusor de gás, o bico de corte, o eletrodo e o corpo da tocha, como mostrado na figura 10.

Figura 10. Partes da tocha para corte a plasma, consideradas para análise em elaboração das atividades de manutenção.



Fonte: Catálogo de tocha similar (Tocha PT-31LT), adaptado. Disponível em: https://www.megaplasma.com.br/arquivos/noticias/interna2_1424440673.pdf. Acesso em: 24 de junho de 2019.

Se tratando de uma fonte inversora, a referida máquina é constituída de circuitos eletrônicos que garantem a eficiência e conforto na mudança de corrente e tensão (ESAB, 2019), tendo assim a capacidade de corte máxima de até 30 mm. As tensões e correntes máximas obtidas em seus circuitos primários e secundários, além de outras capacidades operacionais, podem ser visualizadas na tabela 6.

Outra importante capacidade destacada é o seu ciclo de trabalho, onde, como máquina inversora que é, consegue ser mais eficaz quando comparado com um transformador, sendo capaz de manter um determinado valor de corrente por mais tempo (ESAB, 2009). Desta forma, de acordo com a especificação do fabricante, esta máquina tem seu fator de trabalho (ou ciclo de trabalho), relação entre o tempo de operação e um intervalo de teste específico (MODENESI, 2009), de 60 @ 60%, ou seja, para um tempo de teste de 10 minutos, por exemplo, a máquina conseguirá soldar 6 minutos com corrente de 60A, e terá 4 minutos de descanso, a

uma temperatura de 40°C.

Tabela 6. Algumas das capacidades produtivas da máquina de corte Balmer - Maxxicut 60.

Fonte inversora de corte a plasma Balmer - Maxxicut 60	
Capacidade de corte (máximo)	30 mm
Primário	
Tensão máxima	380 V
Frequência	50/60 Hz
Potência nominal	6,75 kW
Corrente máxima	14,75 A
Secundário	
Tensão a vazio máxima	315 V
Faixa de corrente	20 a 60 A
Ciclo de trabalho (A@%) a 40°C	60 @ 60

Fonte: autora.

4.3 ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO

Com base nos critérios de análise apresentados no item anterior, pôde ser realizada a estruturação das atividades de manutenção pertinentes a cada equipamento geral e máquina - ferramenta, tendo como base as atividades descritas pelos seus respectivos manuais de instrução e de equipamentos similares, juntamente com a avaliação realizada com os professores responsáveis pela oficina para adição das atividades consideradas relevantes mediante o cenário de conservação atual dos equipamentos em avaliação.

Esses critérios avaliativos serviram como base para determinação do método de manutenção a ser utilizado. Todas as informações foram compiladas em um documento de fácil entendimento para visualização e execução das tarefas de acordo com seu intervalo de tempo definido, com a inclusão de atividades de checklists, gerando assim, rotinas de manutenção.

A periodicidade foi definida a partir do estudo das recomendações dadas pelos próprios fabricantes em seus respectivos manuais de instrução, bem como do estudo dos manuais de equipamentos similares. O modelo elaborado foi baseado nos critérios trazidos pelo método de manutenção escolhido diante das necessidades da referida oficina e do estudo de metodologias para criação dos mesmos, descritas por Pereira (2009) e Xavier (2015), já citados anteriormente neste trabalho.

4.4 ELABORAÇÃO DA ROTINA DE ACOMPANHAMENTO COM A EFETIVAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO

A partir da necessidade de avaliação da eficácia dos planos de manutenção desenvolvidos mediante o cumprimento de suas atividades, se fez indispensável à elaboração de uma rotina de controle mensal estruturado em um documento de fácil entendimento e manuseio, baseado nos critérios do PCM, descritos no item 3.2.3, na avaliação de trabalhos realizados em instituições públicas, como os realizados na Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP, 2016), semelhantemente a UACSA, na qual está contido o objeto de estudo deste trabalho.

Quanto aos indicadores de desempenho, foi realizado um estudo da literatura relacionada aos variados tipos existentes, dando foco aos direcionados a manutenção. Sequencialmente, uma análise foi realizada mediante a determinação de quais seriam pertinentes às condições da oficina em estudo, com posterior elaboração de uma estrutura que possibilitasse a utilização das informações tidas no acompanhamento para o cálculo do indicador escolhido, sendo este o relacionado ao cumprimento da manutenção preventiva (método determinado para neste estudo), dando assim o entendimento da eficácia na realização das atividades de manutenção determinadas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção trará os resultados obtidos a partir da realização da metodologia traçada no capítulo 4 deste trabalho, onde será dividida em três partes: estudo de campo, que envolve o reconhecimento dos equipamentos e das condições da oficina; elaboração dos planos de manutenção, com uma descrição da rotina traçada para cumprimento das atividades; e, por último, será descrita a elaboração da rotina de acompanhamento das atividades realizadas, com a aplicação do indicador de desempenho direcionado a manutenção preventiva, método este escolhido para a rotina de manutenção dos equipamentos da oficina mecânica da UACSA.

5.1 ESTUDO DE CAMPO

Antes da criação de qualquer atividade ou mesmo rotina de manutenção em qualquer que seja o estabelecimento, se faz necessário o entendimento das formas de trabalho aplicadas, das condições físicas do próprio local e da estrutura dos equipamentos, bem como da rotina de trabalho e as perspectivas existentes para o funcionamento da mesma. Dessa forma, inicialmente, foi realizado um estudo de campo na referida oficina para obtenção de informações relevantes para criação dos planos de manutenção, sendo elas:

a) Quanto às condições do local

A oficina encontra-se localizada no 2º subsolo do prédio onde hoje funciona a UACSA, em ambiente aberto, onde a umidade e a poeira estarão sempre presentes e serão agentes facilitadores para possíveis corrosões, trazendo a necessidade de atividades constantes de lubrificação e limpeza.

Conforme estudos de Pannoni (2011) a tomada de ações de precaução para prevenção de retenção de água e sujeiras inibem o surgimento de pontos de corrosão. Rolim, et. al. (s/d), por sua vez, traz como exemplo dessas ações inibidoras a realização da limpeza com sequencial e devida lubrificação. Por isso, acredita-se que mediante o cumprimento periódico dos procedimentos concernentes a estes tipos de atividades, em específico, definidas nos planos de manutenção, tragam uma maior garantia não só quanto à conservação das superfícies de suas máquinas e equipamentos, mas também de sucessivas quebras, o que requer a atuação de atividades de manutenção corretiva que trazem muitos desperdícios de tempo, mão de obra e dinheiro (REZENDE, s/d).

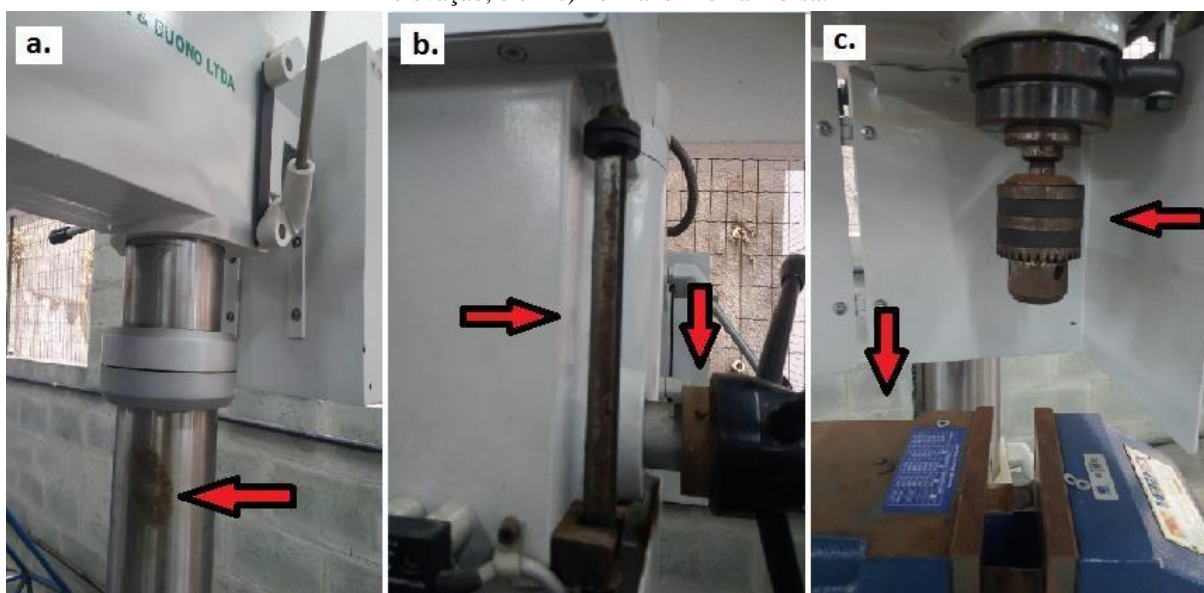
Além disso, o ambiente atual de localização da oficina, como descrito, é um espaço adaptado para o funcionamento da mesma. E, nessas condições, foi possível observar, mediante o condicionamento das máquinas no espaço, que este não se tratava de uma superfície nivelada, sendo necessária realização do devido alinhamento das máquinas ferramentas.

b) Quanto às condições dos equipamentos

Os equipamentos da oficina encontram-se na condição de novos. No entanto, foi percebido que algumas das máquinas operatrizes, já acondicionadas em seu local de funcionamento, já estão sentindo o efeito dos agentes citados no item anterior, podendo-se destacar: a furadeira e o torno, (a que tem maior concentração de oxidação em suas partes em comparação com as outras).

Nas furadeiras, no geral, puderam ser visualizados pontos de oxidação na coluna (que já precisaram de atividades de limpeza e lubrificação para recuperação de suas normalidades funcionais), em partes dela (como na escala e suporte da manivela de elevação), na morsa e no mandril, como mostrado na figura 11, nas partes segmentadas a, b e c, respectivamente.

Figura 11. Segmentos da furadeira de coluna de modelo MD 325A, na oficina da UACSA, apresentando pontos de oxidação em a) na coluna, mesmo depois da limpeza, em b) na escala e no suporte da manivela de elevação, e em c) no mandril e na morsa.

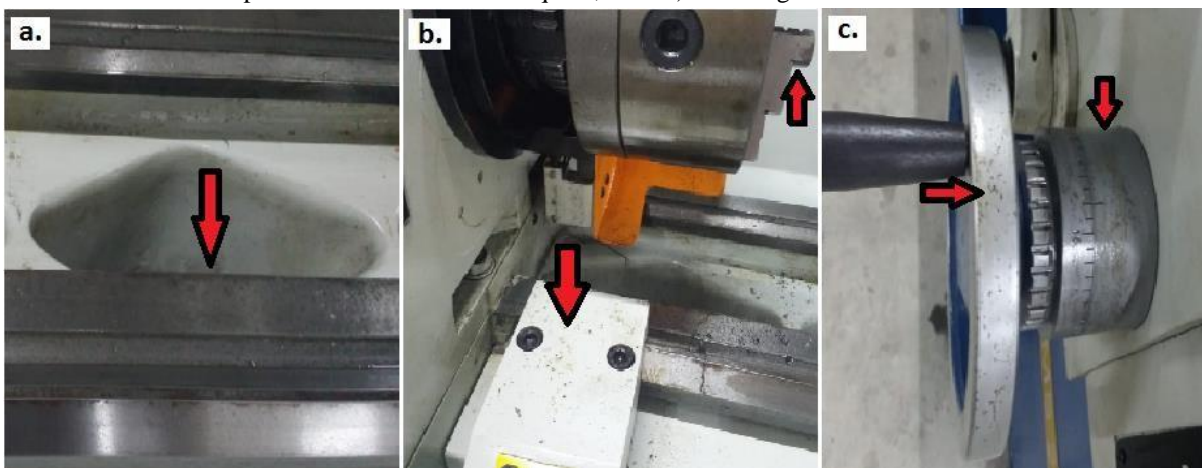


Fonte: autora.

Nos tornos, foi possível identificar pontos de oxidação em seus barramentos, que também já passaram por procedimento de limpeza e lubrificação, em algumas partes das casta-

nhas, em partes estruturais pintadas, nos anéis graduados e algumas das manivelas. Na figura 12 é possível visualizar uma representação desses pontos nos fragmentos a, b e c, em respectivo.

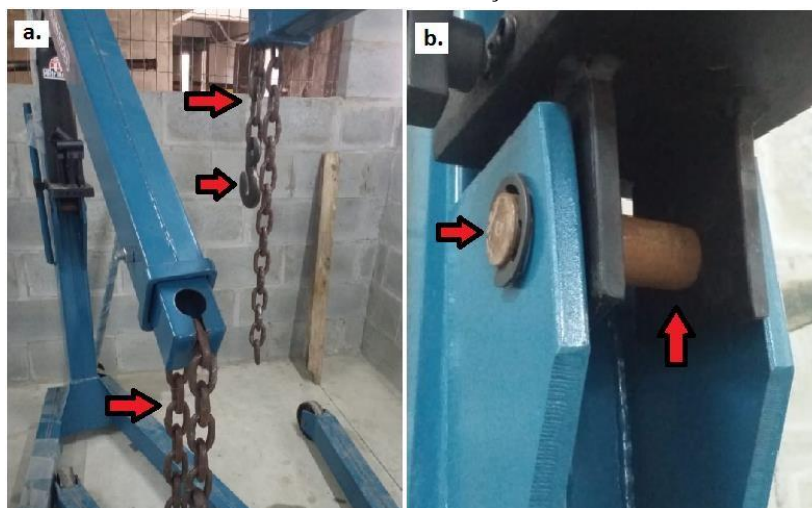
Figura 12. Segmentos dos tornos Nardini presentes na referida oficina, apresentando pontos de oxidação em a) no barramento, mesmo depois da limpeza as marcas ainda são visíveis, em b) em parte da castanha e em partes pintadas da estrutura da máquina, e em c) no anel graduado e manivela.



Fonte: autora.

Os equipamentos gerais também apresentaram boas condições de conservação, com exceção do guincho hidráulico, pois assim como nas máquinas operatrizes, foi possível observar pontos iniciais de oxidação em suas correntes e guinchos, como mostrado no fragmento a. da figura 13, bem como, em ambas, em seu elemento de fixação principal, sendo este o parafuso que dá suporte para movimentação de sua barra, como mostrado no fragmento b. da mesma figura.

Figura 13. Guincho Hidráulico Marcon (modelo MGH -2TP) da oficina com pontos iniciais de oxidação em seus elementos de fixação.



Fonte: autora.

Embora a maior parte das máquinas operatrizes e equipamentos já estejam nos seus locais de funcionamento, foi percebido que a máquina de corte a plasma e um acessório da fresadora, a mesa divisora, continuam acondicionadas em suas respectivas caixas, onde se faz importante ressaltar que mesmo nesses casos, tendo a proteção da ação direta dos agentes corrosivos externos, ainda estão submetidos a uma atmosfera corrosiva (PANNONI, 2011), sendo a lubrificação necessária.

Esta avaliação permite a percepção que hoje, levando em consideração apenas a inspeção visual, o maior problema da referida oficina em termos de manutenção é a oxidação, o que fortalece ainda mais a escolha do método preventivo, já que as atividades de lubrificação fazem parte da rotina preventiva.

c) Quanto às perspectivas da oficina

A oficina espera funcionar em sua capacidade máxima de produção com a sua utilização como laboratório de ensino, utilização em projetos de extensão já existentes na unidade, como o Baja e Aerodesign, e na criação de outros que envolvam a comunidade local com minicursos na área; e na prestação de serviços para clientes internos e externos.

5.2 ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO

A partir da avaliação das condições de trabalho da oficina, da análise das condições físicas dos equipamentos, da averiguação das atividades propostas pelos fabricantes a partir dos manuais de instrução e levando em consideração o início das atividades, foi definida a utilização do método preventivo para elaboração das atividades das rotinas de manutenção.

De acordo com os estudos de Piechnicki (2011), citado por Hünemeyer (2017), a manutenção preventiva segue um ciclo de atividades colocadas em prática após o início das atividades operacionais do equipamento em análise, estando entre elas procedimentos como: lubrificação, calibração, ajustes, desmontagens, testes, alinhamentos e inspeções.

Assim, a partir desse conhecimento, as atividades propostas pelos manuais puderam ser compiladas juntamente com atividades elaboradas de acordo com as necessidades propostas pelas condições da oficina, voltadas com atenção maior para aplicação nas partes das máquinas consideradas como principais focos de necessidade de manutenção, conforme descrito no item 4.2.

Os planos de manutenção foram organizados em formato de planilha, para uma das

máquinas operatrizes e equipamentos gerais, tendo por objetivo a fácil interpretação do mesmo, tendo cada atividade sua periodicidade, que também teve como forma avaliativa para definição as recomendações traçadas pelos manuais, bem como as considerações obtidas do estudo de campo.

Assim, os planos de manutenção elaborados podem ter sua estrutura dividida em cinco partes:

- Identificação do equipamento a qual se refere, com sua marca e modelo;
- Descrição das atividades propostas, sendo estas enumeradas para fins de preenchimento de documento de acompanhamento do cumprimento das respectivas atividades (será descrito na seção seguinte), divididas por partes da máquina, quando conveniente, como é o caso do conjunto de soldagem MIG MAG, que possui elementos distintos;
- Periodicidade de realização das atividades, com a determinação de atividades diárias, semanais, mensais, trimestrais, semestrais, anuais e as realizadas conforme a necessidade;
- Fonte das atividades orientadas pelos fabricantes a partir dos manuais, com as respectivas páginas de acesso;
- Campo das observações contendo as ações a serem realizadas mediante atividades de inspeção.

As seções a seguir trarão uma descrição dos planos de manutenção elaborados para cada equipamento já mencionado neste trabalho.

5.2.1 Torno: Nardini Mascote - MS 205

Na elaboração do plano de manutenção do referido torno, foram admitidas, segundo as recomendações do fabricante, atividades de verificação, troca de óleo em diferentes partes da máquina (cabecote, caixa de roscas e avental) e algumas direcionadas ao sistema elétrico da máquina. Estas foram consideradas necessárias, tendo em vista serem diretamente ligadas ao bom funcionamento de suas funções.

Tendo em vista as condições visualizadas no estudo de campo, atividades de lubrificação também foram consideradas, tendo a adição da ação de limpeza sequenciada de lubrificação no barramento do torno devido à oxidação verificada, como descrito no item anterior. A

tabela 8 consiste no plano de manutenção elaborado, onde pode ser visualizada a descrição completa dessas atividades com suas respectivas periodicidades.

Tabela 8. Plano de manutenção elaborado para o torno Nardine Mascote – MS205 mediante as condições da oficina da UACSA.

PLANO DE MANUTENÇÃO - TORNO CONVENCIONAL NARDINI MASCOTE MS205							
Nº	Atividades	Periodicidade					
		D	S	M	TM	SM	A
1	Verificar o estado dos limpadores dos prismas. Caso estejam danificados, trocá-los imediatamente.		x				
2	Verificar a tensão das correias conforme instruções delineadas na motorização.		x				
3	Controlar as ajustagens das réguas cônicas da mesa.			x			
Obs.: Certificar que as peças que foram repostas, após as atividades acima, tenham características e qualidades iguais as de origem ou recomendadas no manual de instruções da máquina.							
Lubrificação geral							
4	Lubricar pontos de lubrificação a óleo, entre elas guias e barramentos.	x					
5	Verificar nível de óleo no visor.			x			
6	Lubricar pontos de lubrificação à graxa.	x					
7	Realizar a limpeza e sequencial lubrificação do barramento do torno.		x				
8	Limpar filtro de óleo após a troca do óleo.						x
Importante							
Para que todos os elementos internos do cabeçote e avental sejam bem lubrificados é necessário que, ao início do trabalho, repita-se a operação descrita na página 15 do manual do fabricante.							
Troca de óleo							
9	Trocar óleo do cabeçote.						x
10	Trocar óleo da caixa de roscas.						x
11	Trocar óleo do avental.						x
Observação							
Verificar as recomendações dos diferentes fabricantes de óleo que podem ser utilizados no manual do maquinário.							
Sistema elétrico							
12	Reapertar os parafusos dos contatos.				x		
13	Limpar o motor e suas ligações elétricas, painel, armários e bomba de refrigeração.		x				
14	Verificar os contatos dos contadores e, se necessário, substituí-los.						x
Obs.: Esta manutenção deverá ser efetuada por pessoal especializado e sempre com a máquina desligada e, se possível, com os cabos de entrada de energia desenergizados.							
Legenda: D - Dia S - Semana M - Mês TM - Trimestre SM - Semestre A - Ano							
Fonte: Manual do Equipamento, páginas 07, 16, 18 e 19.							

Fonte: autora.

5.2.2 Fresadora: Diplomat FVF 3000

No processo de análise dos manuais dos equipamentos, foi percebido que alguns não estavam sob a posse da oficina, sendo necessária a procura deles a partir de busca online e do contato com fornecedores dos modelos em estudo. Entretanto, o manual da fresadora não foi conseguido em tempo hábil sendo, dessa forma, utilizadas as atividades e as respectivas periodicidades de realização propostas para uma fresadora similar, da marca Diplomat, de modelo FTM - X4VS, obtido a partir do trabalho realizado por Assis (2018), para construção de seu plano de manutenção, como mostrado na tabela 9, levando em consideração as condições apresentadas pela oficina.

As atividades descritas no plano são pertinentes, em maioria, às ações de verificação das partes de crucial importância para o funcionamento da máquina, como correias, guias, fusos, carro transversal e mandril, além da averiguação da existência de folgas, partes desgastadas, ajustes na mesa de trabalho e nivelamento da máquina, sendo esta última de grande importância quando relacionado ao ambiente de localização da oficina, descrito no item 5.1. Conta também com atividades de troca de óleo da caixa de engrenagem, parte primordial da máquina, limpeza e lubrificação, sendo estas últimas também de grande relevância quando levado em conta as considerações obtidas do estudo de campo.

Foi traçado também, um plano de atividades de manutenção para a mesa divisora a ser utilizada na fresadora, onde também foi relevante a inclusão de atividades de limpeza e lubrificação dos orifícios contidos na placa.

Tabela 9. Plano de manutenção construído para a fresadora Diplomat FVF 3000 a partir de equipamento similar mediante as condições da oficina da UACSA.

PLANO DE MANUTENÇÃO - FRESADORA DIPLOMAT FVF 3000							
Nº	Atividades	Periodicidade					
		D	S	M	TM	SM	A
1	Verificar as proteções e dispositivos de segurança para que funcionem adequadamente.	x					
2	Limpar a máquina e as proteções retirando todos os cavacos.		x				
3	Verificar os motores e partes deslizantes quanto com relação à lubrificação adequada*.		x				
4	Verificar tensão das correias, verificar as folgas e o desgaste*.	x					
5	Lubricar o cabeçote da máquina, nos guias deslizantes e fuso do guia.		x				
6	Verificar o desgaste da correia sincronizadora, se necessário, realizar a troca.			x			

Continuação da tabela 9.

PLANO DE MANUTENÇÃO - FRESADORA DIPLOMAT FVF 3000							
Nº	Atividades	Periodicidade					
		D	S	M	TM	SM	A
7	Trocar óleo de caixa de engrenagem.				x		
8	Verificar o nivelamento da máquina através da mesa de trabalho longitudinal e transversalmente com um instrumento de precisão, como relógio comparador ou nível de bolha, por exemplo.			x			
9	Verificar o alinhamento do parafuso de alinhamento do mandril, se o mesmo estiver desalinhado, realizar substituição.			x			
10	Verificar o ajuste da régua da mesa*.			x			
11	Verificar o ajuste do carro transversal e guias do consóle*.			x			
Observações							
* Verificar condições favoráveis de acordo com o manual de instruções do fabricante. Em caso de desfavorável, verificar no mesmo as ações cabíveis.							
Fonte: Manual de Equipamento similar.							
Mesa divisora							
12	Limpar o índice de divisão e os orifícios da placa de indexação direta.			x			
13	Olear o índice de divisão e os orifícios da placa de indexação direta.			x			
Legenda: D - Dia S - Semana M - Mês TM - Trimestre SM - Semestre A - Ano							
Fonte: Manual da mesa divisora, página 02.							

Fonte: autora.

5.2.3 Serras: Ferrari SFH – 12 e Motomil SC – 100

Para ambas as serras foram admitidas atividades recomendadas pelo manual de seus respectivos fabricantes. Para a serra de fita, a maior parte das atividades adicionadas ao plano de manutenção foi pertinente à verificação, sendo todas destinadas à conservação do estado físico de seus componentes, sendo eles a escova limpa cavacos, guias e tensão da fita. Foi considerada importante, também, a inclusão da verificação da concentração do fluido refrigerante, especificado como padrão a utilização de água com 5% de óleo solúvel, bem como a verificação do nível de óleo, ambos com periodicidade semestral. Como toda atividade de verificação, é exigido que o responsável pela execução das atividades averigue, junto aos manuais, as ações cabíveis em caso de condição desfavorável a atividade exercida.

Pontos de lubrificação também foram admitidos para serem realizados trimestralmente, estando entre eles o fuso da cremalheira, o fuso do estucador, o mancal do basculante e o

barramento da morsa. A descrição completa das atividades e suas respectivas periodicidades são mostradas na tabela 10.

Tabela 10. Plano de manutenção construído para a serra de fita SFH – 12, mediante as condições da oficina da UACSA.

PLANO DE MANUTENÇÃO - SERRA DE FITA HORIZONTAL FERRARI							
Nº	Atividades	Periodicidade					
		D	S	M	TM	SM	A
1	Lubrificar com graxa o fuso da cremalheira, o fuso do estucador, o mancal do basculante e o barramento da morsa.				x		
2	Verificar a escova limpa cavacos.*					x	
3	Verificar o estado de conservação das guias.*					x	
4	Verificar o tensionamento da fita.*		x				
5	Verificar a concentração do refrigerante (água com 5% de óleo solúvel)**.					x	
6	Verificar nível de óleo de refrigeração**.					x	
Legenda: D - Dia de uso S - Semana M - Mês TM - Trimestre SM - Semestre A - Ano							
Observações							
*Caso o item esteja fora das especificações descritas no manual do fabricante, deve ser realizada a troca.							
**Verificar condições favoráveis de acordo com o manual de instruções do fabricante. Em caso de desfavorável, verificar no mesmo as ações cabíveis.							
Fonte: Manual do Equipamento, páginas 02, 03 e 04.							

Fonte: autora.

Para a serra de disco, foram admitidas atividades recomendadas pelo fabricante relativas à limpeza da máquina após sua utilização, lubrificação de suas peças móveis e afiação de seu disco, sendo esta última importante na qualidade das peças cortadas. Dentre essas, foi sentida a falta da atividade de verificação do estado das correias que a máquina possui, sendo acrescentada no plano para realização em período trimestral, sendo este intervalo de tempo definido a partir do estudo de outros manuais de equipamentos similares. A tabela 11 o plano de manutenção elaborado com a devida descrição destas atividades, com suas respectivas periodicidades.

Tabela 11. Plano de manutenção construído para a serra disco Motomil SC-100, mediante as condições da oficina da UACSA.

PLANO DE MANUTENÇÃO - SERRA DE DISCO MOTOMIL SC100								
Nº	Atividades	Periodicidade						
		D	S	M	TM	SM	A	QN
1	Limpar o equipamento após utilização.	x						
2	Lubrificar peças móveis.			x				

Continuação da tabela 11.

PLANO DE MANUTENÇÃO - SERRA DE DISCO MOTOMIL SC100								
Nº	Atividades	Periodicidade						
		D	S	M	TM	SM	A	QN
3	Afiar ou substituir o disco quando o material apresentar aparência de rasgado ou não cortar.							x
4	Verificar a tensão e o estado da(s) correia(s). Em caso de desgaste, realizar a troca.				x			
Legenda: D - Dia de uso S - Semana M - Mês TM - Trimestre SM - Semestre A - Ano QN - quando necessário.								
Fonte: Manual do equipamento, página 09.								

Fonte: autora.

5.2.4 Furadeira: MD 325A

Para a referida furadeira também foram inclusas atividades de lubrificação, recomendadas pelo fabricante, para a caixa de engrenagem do mangote, com recomendação de utilização da graxa nº2 anualmente, e para caixa do mangote e para manivela de elevação de seu suporte inclinável, com recomendação de utilização da graxa nº30 no dia que a usar.

Mediante das condições averiguadas no estudo de campo, foi acrescentada a atividade de limpeza e sequencial lubrificação da coluna da furadeira com período semanal de forma a evitar novos problemas de oxidação e garantir boas condições operacionais. A tabela 12 mostra o plano de manutenção elaborado com as atividades descritas e suas respectivas periodicidades.

Tabela 12. Plano de manutenção construído para a furadeira MD 325A, mediante as condições da oficina da UACSA.

PLANO DE MANUTENÇÃO - FURADEIRA MD 323A							
Nº	Atividades	Periodicidade					
		D	S	M	TM	SM	A
1	Lubrificar a caixa de engrenagem do mangote com graxa nº2.						x
2	Lubrificar a caixa do mangote e manivela de elevação do suporte inclinável com óleo nº30.	x					
3	Realizar limpeza e sequencial lubrificação da coluna da furadeira.		x				
Legenda: D - Dia de uso S - Semana M - Mês TM - Trimestre SM - Semestre A - Ano							
Fonte: Manual do Equipamento, página 13.							

Fonte: autora.

5.2.5 Guincho Hidráulico: Marcon MGH-2TP

Na análise do manual do guincho hidráulico foi verificada a insuficiência de informações com relação às atividades de manutenção. Dessa forma, foi pesquisado no mercado um equipamento similar para adequação do plano de manutenção, sendo este o de fabricante TANDER, com modelo TGG2T, onde tiveram suas atividades avaliadas e consideradas cabíveis diante das condições de trabalho da oficina.

Dessa forma, foram admitidas atividades de verificação: do sistema de lubrificação, de possíveis oxidações (com tomada de ação conservativa em caso positivo), de possíveis vazamentos do sistema hidráulico, do desgaste em suas rodas de movimentação, de seus elementos de fixação, estado das correntes de elevação, entre outras. Essas são descritas detalhadamente no respectivo plano de manutenção mostrado na tabela 13, com suas respectivas periodicidades. A atividade pertinente à troca de óleo hidráulico também foi adicionada, tendo como recomendação, do próprio fabricante do guincho em estudo, a utilização do óleo hidráulico 46. Caso seja utilizado outro tipo de óleo, este deve ser especificado na parte inferior do plano de manutenção, de forma a se ter um registro para possíveis avaliações de eficiência.

Tabela 13. Plano de manutenção construído para o guincho hidráulico de modelo Marcon MGH – 2TP, mediante as condições da oficina da UACSA.

PLANO DE MANUTENÇÃO - GINCHO HIDRÁULICO MGH2TP								
Nº	Atividades	Periodicidade						
		D	S	M	TM	SM	A	QN
1	Repor óleo hidráulico (instruções para troca, página 04 do manual do equipamento). Óleo recomendado: óleo hidráulico 46.**							x
2	Verificar o sistema de lubrificação e a existência de ferrugem e corrosão. Sequencialmente, realizar a limpeza e passar pano umidificado com óleo.				x			
3	Verificar possíveis vazamentos no sistema hidráulico.	x						x
4	Verificar o funcionamento do sistema de elevação.	x						
5	Verificar se há algum dano nas rodas de movimentação do guincho. Estas devem ter movimento suave.	x						
6	Verificar fixação dos parafusos e porcas e apertá-los se necessário.	x						
7	Verificar estados das correntes de elevação.	x						
8	Verificar se os adesivos de alerta estão nos locais corretos.	x						
Legenda: D - Dia de uso S - Semana M - Mês TM - Trimestre SM - Semestre A - Ano QN - quando necessário.								
**Caso utilizado óleo diferente do indicado, especificar o utilizado:								
Fonte: Manual de equipamento similar (TANDER - TGG2T), páginas 06 e 07.								

Fonte: autora.

5.2.6 Pórtico com talha: KITO CB020

Igualmente ao guincho hidráulico tratado no item anterior, foi verificada a insuficiência de informações com relação às atividades de manutenção, sendo também utilizada como fonte de informações pertinentes a manutenção um equipamento similar, de igual capacidade, para construção de seu plano de manutenção. As atividades admitidas têm como maior foco a talha, pois é nela que estão os pontos de consideração e de maior cuidado, descritos resumidamente no item b do ponto 4.2.2, já que em suas correntes será submetida a maior concentração de tensão mediante sua operação.

Por isso, deve ser garantida a ausência de deformações, pontos de desgastes, fissuras, defeitos em pontos soldados, corrosão e outros fatores que possam vir a prejudicar o funcionamento do equipamento, bem como trazer situações inseguras para quem está operando e/ou trabalhando na oficina. Assim, acredita-se que o adequado cumprimento das atividades descritas no plano de manutenção mostrado na tabela 14, com a devida conduta relativa as respectivas periodicidades determinadas, irão garantir, não só o bom funcionamento e condicionamento físico e estrutural do referido equipamento, mas também das próprias máquinas que serão erguidas por ela e a segurança das pessoas.

Tabela 14. Plano de manutenção construído para o pórtico com talha de modelo KITO CB020, mediante as condições da oficina da UACSA.

PLANO DE MANUTENÇÃO - TALHA MANUAL KITO CB020								
Nº	Atividades	Periodicidade						
		D	S	M	TM	SM	A	QN
1	Lubrificar as correntes do gancho com óleo de classificação EP após sua utilização.	x						
2	Lubrificar articulações dos ganchos e todas as partes móveis da talha tais como roldanas, pinos, eixos e outros (com exceção do sistema de freio), com graxa de uso geral.			x				
3	Limpar o sistema de freio.			x				
4	Substituir gancho que apresentar desgastes, deformações, fissuras ou corrosão nos níveis descritos no manual.							x
5	Substituir corrente na existência de estrias, cortes ou entalhes, defeitos de solda ou elos.							x
6	Verificar movimentos de subida e descida (corrente entrar e sair suavemente da roldana e ausência de ruídos estranhos).		x					
7	Avaliar atuação correta dos freios.	x						
8	Realizar a limpeza para conservação da corrente de carga (não deve haver desgastes, oxidações ou deformações).		x					

Continuação da tabela 14.

PLANO DE MANUTENÇÃO - TALHA MANUAL KITO CB020								
Nº	Atividades	Periodicidade						
		D	S	M	TM	SM	A	QN
9	Averiguar a inexistência de deformações e perfeito funcionamento da trava dos ganchos.	x						
10	Realizar inspeção com líquido penetrante ou outros meios apropriados, visando determinar a inexistência de fissuras nos ganchos (ação recomendada).						x	
11	Realizar a fixação e aperto de parafusos e/ou rebites.						x	
12	Avaliar se há desgaste na roldana de tração e na roldana livre. Em caso positivo, realizar troca.						x	
13	Avaliar se há desgaste excessivo, corrosão, deformação, ou ruptura de elementos tais como: eixos, engrenagens e pinos. Em caso positivo, realizar troca.						x	
14	Avaliar se há desgaste excessivo dos componentes do mecanismo de freio. Em caso positivo, realizar troca.						x	
15	Avaliar se há desgaste excessivo, corrosão, deformação ou trincas na corrente de carga. Em caso positivo, realizar troca.						x	
16	Avaliar a existência de desgastes nos discos, vitrificando ou contaminando com óleo, retentores desgastados, molas do mecanismo de freio corroídas, esticadas ou quebradas. Em caso positivo de qualquer uma das partes em avaliação, realizar a troca do respectivo componente.						x	
17	Avaliar o estado de conservação do trole, em especial das rodas, parafusos de fixação e/ou fechamento e mecanismo de acionamento de acordo com o recomendado pelo manual proposto e seguir as instruções em caso de situação desfavorável.						x	
18	Avaliar o estado dos terminais da corrente de carga de acordo com o recomendado pelo manual proposto e seguir as instruções em caso de situação desfavorável.						x	
Legenda: D - Dia de uso S - Semana M - Mês TM - Trimestre SM - Semestre A - Ano QN - Quando necessário								
Fonte: Manual de equipamento similar (VONDER), páginas 05 e 06.								

Fonte: autora.

5.2.7 Paleteira / Transpalete: Palettrans TM 2220 e TM3020

Para as paleteiras foram admitidas atividades de verificação de vazamento de óleo, adequado funcionamento do sistema de elevação, adequada fixação de parafusos e porcas e nível de óleo. Essas correspondem a atividades que avaliam se o equipamento apresenta condições adequadas para seu correto funcionamento. Outras atividades relacionadas à lubrificação de seus rolamentos e eixos, bem como a troca de óleo hidráulico, também foram aderidas

a partir das recomendações do fabricante e podem ser visualizadas no plano de manutenção do referido equipamento apresentado na tabela 15.

No presente plano de manutenção, há ainda, a recomendação do fabricante quanto à utilização do óleo hidráulico (ISO VG32), sendo necessária a especificação do óleo na parte inferior da rotina preventiva no caso de aderência de óleo diferente do recomendado para fins de registro.

Tabela 15. Plano de manutenção construído para os transpaletes da Palettrans, de modelos TM 2220 e TM3020, mediante as condições da oficina da UACSA.

PLANO DE MANUTENÇÃO - TRANSPALETE TM 2220 E TM3020								
Nº	Atividades	Periodicidade						
		D	S	M	TM	SM	A	QN
1	Conferir visualmente se há alguma deformação na estrutura do chassi ou em outro componente, e ruído anormal.	x						
2	Verificar se há vazamento de óleo.	x						
3	Verificar o funcionamento do sistema de elevação.	x						
4	Verificar o movimento suave das rodas; se há algum dano.	x						
5	Verificar se os parafusos e porcas estão bem fixadas.	x						
6	Verificar o nível do óleo hidráulico.			x				
7	Lubrificar rolamentos e eixos com graxa de longa duração (os tipos podem ser encontrados no manual, pág. 21).			x				
8	Limpar pontos de lubrificação (rolamentos e eixos) e, sequencialmente, lubrificar.							x
9	**Trocar o óleo hidráulico mensalmente ou anteriormente, se a coloração estiver escura ou leitosa (imediatamente). Óleo hidráulico indicado: ISO VG32, viscosidade 32cSt @ 40°.					x		x
Legenda: D - Dia de uso S - Semana M - Mês TM - Trimestre SM - Semestre A - Ano QN - Quando necessário								
**Caso utilizado óleo diferente do indicado, especificar o utilizado:								
_____.								
Fonte: Manual do Equipamento, páginas 11, 15 e 16.								

Fonte: autora.

5.2.8 Máquina de solda MIG MAG: SUMIG - EAGLE 388

O plano de manutenção elaborado para a máquina MIG MAG foi dividido entre as atividades relacionadas à própria máquina, aos cilindros e a tocha MIG (a obtida até o momento pela oficina), tendo esta última o maior quantitativo de ações correlatas. Foi aderida, para a máquina, a ação de limpeza semestral com a utilização de jato de ar comprimido isento de água, de acordo com as recomendações do fabricante.

Para a tocha foram aderidas ações como limpeza das partes apresentadas no item 4.2, troca de peças deformadas ou danificadas, verificação do estado de isolamento do cabo elétrico, entre outras, como pode ser visualizado detalhadamente no plano de manutenção apresentada na tabela 16 com suas respectivas periodicidades. Tais atividades são importantes, não só para o bom desempenho da máquina, como também para a segurança de quem irá operar.

Tabela 16. Plano de manutenção construído para a máquina de solda MIG MAG SUMIG, de modelo EAGLE 388, mediante as condições da oficina da UACSA.

PLANO DE MANUTENÇÃO - MÁQUINA MIG MAG SUMIG - EAGLE 388								
Nº	Atividades	Periodicidade						
		D	S	M	TM	SM	A	QN
Máquina								
1	Abriu a máquina para limpeza de poeira com jato de ar comprimido isento de água.					x		
Tocha de soldagem								
2	Limpar a ponteira, o tubo de contato e os furos do difusor de gás. Substituir a ponteira quando esta apresentar desgaste.				x			
3	Trocar o tubo de contato sempre que houver folga ou deformação do seu diâmetro interno.							x
4	Limpar as faces do Euro Conector da tocha e da máquina utilizando de desengraxante a base d'água. Não usar solventes!				x			
5	Verificar o estado do isolamento elétrico do cabo, do corpo e outras peças isoladas. Peças danificadas devem ser substituídas.					x		
6	Verificar o estado dos pinos de contato e dos anéis oring e trocar se necessário.					x		
7	Limpar o guia espiral com ar comprimido seco.					x		
8	Substituir o guia espiral quando estiver deformado, enferrujado ou freando a passagem do arame.							x
9	Para tochas com sistema de extração de fumos: fazer limpeza interna com detergente industrial à base de água; limpar o interior do punho com auxílio de um pincel.					x		
Cilindros de gás								
10	Verificar o estado da pintura do cilindro. Em caso de mau estado, entrar em contato com o fornecedor.						x	
11	Verificar se há vazamento de gás ou desgaste na rosca das válvulas. Em caso positivo, entrar em contato com o fornecedor para realização de troca.	x						
Legenda: D - Dia de uso S - Semana M - Mês TM - Trimestre SM - Semestre A - Ano QN - quando necessário.								
Fonte: Manual específico da máquina, página 03; Manual da tocha, página 04, 05 e 06; Para os cilindros: DBC Oxigênio. Disponível em: http://guias.oxigenio.com/manutencoes-em-cilindros-para-gases-industriais-medicinais-teste-hidrostatico.								

Fonte: autora.

5.2.9 Máquina de corte a plasma: Balmer - MAXXICUT 60

O plano de manutenção para a máquina de corte da oficina foi elaborado a partir das recomendações do fabricante, estando atividades, em sua maioria, de verificação, concernentes às condições dos elementos relativos à tocha, estando entre eles: as partes consideradas importantes para análise (item e da seção 4.2.2), cabos e conexões, regulador de ar, entre outros. As atividades relativas a estes componentes e sua periodicidade de execução são mostrados detalhadamente no plano de manutenção da referida máquina, apresentado na tabela 17. Para esses tipos de atividade, as condições de favorecimento devem ser consultadas no respectivo manual de instruções, tomando assim a ação cabível. Ações de limpeza externa e interna da fonte de corte também foram adicionadas.

Tabela 17. Plano de manutenção elaborado para a máquina de corte a plasma Balmer, de modelo MAXXICUT 60, mediante as condições da oficina da UACSA.

PLANO DE MANUTENÇÃO - FONTE INVERSORA DE CORTE A PLASMA Balmer - MAXXICUT 60							
Nº	Atividades	Periodicidade					
		D	S	M	TM	SM	A
1	Verificar as condições do bico de corte e do eletrodo*.	x					
2	Verificar as condições da tocha, tampa de retenção da tocha, eletrodo, bico de corte e distribuidor de gás*.		x				
3	Verificar as condições dos cabos de entrada, tomada de energia, cabo negativo e cabo tocha*.		x				
4	Limpar a fonte externamente.				x		
5	Verificar o interior do equipamento e aspirar o pó e sujeiras.					x	
6	Verificar o filtro/regulador de ar; se necessário, limpar o copo e trocar o elemento filtrante.					x	
7	Verificar o equipamento para comprovar que não existam fios aquecidos ou danificados e conexões soltas. Caso existam, fazer as correções.					x	
8	Verificar a tocha e as conexões para comprovar que não existe posicionamento incorreto de componentes.					x	
Legenda: D - Dia de uso S - Semana M - Mês TM - Trimestre SM - Semestre A - Ano							
Observações							
* Verificar condições favoráveis de acordo com o manual de instruções do fabricante. Em caso de desfavorável, verificar no mesmo as ações cabíveis.							
Fonte: Manual do Equipamento, página 27.							

Fonte: autora.

5.3 ELABORAÇÃO DA ROTINA DE ACOMPANHAMENTO COM A EFETIVAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO

Para fechamento do ciclo de implantação do PCM, está a implantação de uma rotina de acompanhamento no cumprimento das atividades preventivas descritas nos planos de manutenção, com a avaliação de sua eficácia a partir da implantação dos indicadores de desempenho.

Para realização do acompanhamento, foi elaborado um documento, conforme metodologia descrita no item 4.4, formando assim o modelo mostrado na figura 14. Todo ele foi estruturado de forma a facilitar ao máximo a compreensão e preenchimento do mesmo, levando em consideração seu grau de importância para a eficácia da estratégia PCM em implantação na referida oficina, que espera ajudar não só no mantimento das condições dos referidos equipamentos em estudo, mas também auxiliar na avaliação da oficina em termos de produtividade, confiabilidade e disponibilidade.

Com o passar do tempo, espera-se também ter a capacidade de realizar avaliações da evolução de desempenho da oficina diante de suas atividades, bem como ser um suporte na tomada de decisões e na construção de novas atividades de manutenção que garantam o bom desempenho e economia de custos com possíveis quebras. Além disso, espera-se que o cumprimento dos planos de manutenção com seu devido acompanhamento ajudem na identificação de problemas e na avaliação do método escolhido no momento, para averiguação da sua continuidade em termos de eficácia quando relacionada às condições de trabalho que tendem a evoluir. Essa visibilidade permite a percepção da necessidade ou não da inclusão de atividades referentes a novos métodos de manutenção além do preventivo.

A princípio, foi pensado em se ter um acompanhamento para cada período de tempo mencionado para as atividades no plano de manutenção. Entretanto, pensando na economia de papel e eficácia de avaliação, conseguiu-se compilar todas as informações em um documento de acompanhamento mensal, facilitando também na avaliação do indicador de manutenção preventiva. Este pode ser dividido em oito partes de preenchimento, seguindo a seguinte linha de raciocínio:

- Inserção do número referente ao respectivo mês e ano da qual está se avaliando, que servirá como cadastro informativo para análises posteriores;
- O campo maquinário deve ser preenchido com a identificação da máquina ou equipamento na qual suas atividades estão em cumprimento;

- O campo atividade deve ser preenchido com o número da respectiva atividade em realização, discriminado no plano de manutenção, onde cada linha da planilha terá informações correspondentes à respectiva ação.
- Há espaços para meses com até cinco semanas, devendo ser preenchidos no respectivo dia de realização com o número 1, para atividades conformes/ concluídas, e 2 para não conformes / não concluídas, conforme descrito na legenda compreendida no referido documento;
- Caso a atividade tenha período de realização maior que o período semanal, é recomendado o preenchimento da lacuna previsão com a data prevista para repetição da atividade;
- O encarregado pela realização da atividade deverá assinar assumindo a responsabilidade da ação, podendo responder a quaisquer esclarecimentos a que sejam necessários;
- Ao fim de cada mês, as atividades conformes devem ser contabilizadas e, seu respectivo número, colocado no campo referente ao número de atividades cumpridas no mês. Igualmente para as atividades não conformes, porém com o preenchimento do campo referente ao número de atividades não cumpridas no mês.
- Por último, mas não menos importante, deve ser preenchida a célula referente ao indicador de manutenção preventiva – I_{MP} .

O I_{MP} foi escolhido dentre os tipos para servir como atuante na avaliação de desempenho devido ao seu enquadramento mediante a realidade da oficina e ao método de manutenção escolhido. Este indicador é representado a partir de um percentual e poderá ser calculado conforme a equação 1 (XAVIER, s/d) a seguir.

$$I_{MP} = \frac{AC}{ANC + AC} \times 100\% \quad (1)$$

Onde:

AC : número de atividades cumpridas no mês;

ANC : número de atividades não cumpridas no mês.

Conforme o plano de manutenção for executado, será percebida a necessidade da inclusão ou mesmo modificação de alguma das atividades definidas, sendo então acrescentado um espaço para preenchimento com estas sugestões, como pode ser visto ainda na figura 14. Ao fim de cada mês, a folha deve ser renovada e anexada junto aos documentos de manutenção de cada equipamento, onde um novo ciclo é iniciado. O documento preenchido deve ser arquivado para fins de avaliações futuras como comentado anteriormente.

6. CONCLUSÕES

Com o presente estudo, realizado na Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho (UACSA), pôde-se ter o entendimento da importância de um adequado e detalhado planejamento da manutenção em seus equipamentos, tendo em vista não só a conservação deles, mas também a redução dos altos custos indevidos com manutenção corretiva e a garantia da disponibilidade delas mediante a execução de suas atividades diárias. Isso permite ainda concluir que, seja qual for o ambiente e o foco de trabalho realizado, a aplicação da manutenção será sempre fundamental.

Na oficina da UACSA havia uma necessidade do imediato desenvolvimento dos planos de manutenção, tendo em vista que ainda não os possuía, mediante o início de suas atividades. É um ambiente cheio de perspectivas de ensino e aprendizado, o que faz com que este trabalho tenha ainda maior importância.

Como todo trabalho de implantação, foi necessário dar o passo inicial, onde se acredita que foi de primordial importância para execução deste trabalho, correspondente ao reconhecimento dos equipamentos e máquinas presentes no local de estudo, onde puderam ser observadas a forma de trabalho e as condições a que estão submetidas para que fosse conseguida a adequada organização e elaboração das atividades de manutenção.

É a partir desse ponto de partida que se fez possível não só a construção dos planos, mas trouxe a consequente definição do método de manutenção mais adequado para o local de estudo, cuja avaliação dessas condições, trouxe a conclusão de que o método preventivo seria o mais adequado para a referida oficina. Isto por que através do estudo de campo foi percebido que a maior necessidade de manutenção da oficina está ligada a ações de lubrificação, ação esta de cunho preventivo, já que pôde ser visualizado em grande parte delas a aparição de pontos de oxidação.

Para garantir que os objetivos deste planejamento sejam alcançados, acredita-se que a sua prática com diligência a periodicidade demandada seja primordial, sendo então elaborado um acompanhamento do cumprimento das atividades. Com certeza, a oficina terá como consequências a qualidade nos serviços por elas executados, a credibilidade, por parte dos clientes, e a lucratividade, quando considerada a prestação de serviços.

Além disso, com o passar do tempo, espera-se que o trabalho de acompanhamento aliado à implantação de indicadores de desempenho, no caso o relacionado, ao cumprimento da manutenção preventiva, permita avaliar a evolução da oficina a partir do início da implantação e execução dos planos de manutenção elaborados, bem como sirva como ajuda na

tomada de decisões que trarão a contínua evolução e progresso da oficina dentro de suas expectativas.

De posse dessas considerações, pode-se dizer que o presente estudo trouxe uma visualização crítica do estado de conservação e condições de trabalho que os equipamentos e máquinas da oficina da UACSA estão submetidos atualmente, o que permitiu a elaboração de uma rotina de manutenção e acompanhamento da execução de suas atividades com a avaliação de sua eficiência mediante a implantação do indicador de manutenção preventiva dentro da metodologia existente do PCM.

Isto propiciou também, um aprofundamento do aprendizado acerca dos conceitos abrangentes e uma experiência bastante positiva quanto a uma das possíveis formas de implantação de uma rotina de manutenção e deixa como perspectiva futura a necessidade da avaliação de sua capacidade produtiva, bem como da implantação de uma rotina para análise de custos de produção, tendo em vista a expectativa de prestação de serviços por parte da oficina.

REFERÊNCIAS

ANSELMO, E. D., et al. **Tecnologia da Usinagem dos Materiais**. 1 ed. São Paulo: Art Liber, 2000. 244p.

ASSIS, L. K.C.S. **Análise técnico-econômico do maquinário da oficina mecânica do Instituto Nacional de Tecnologia em União e revestimento de Materiais**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Cabo de Santo Agostinho – PE, 2019.

BARROS, B. A. **A Importância da Manutenção Industrial Como Ferramenta Estratégica de Competitividade**. Disponível em: http://www.redentor.edu.br/files/brenoalvimbarros-artigo_16092016111003.pdf. Acesso em: 30 de maio de 2019.

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

DIN 8580. Disponível em: https://infostore.saiglobal.com/en-us/Standards/DIN-8580-2003-09--389226_SAIG_DIN_DIN_883889/. Acesso em: 22 de junho de 2019.

ESAB. **Máquina de Solda com Eletrodos - Inversor ou Transformador?** Disponível em: <https://www.esab.com.br/br/pt/education/blog/maquina-de-solda-eletrodos-inversor-ou-transformador.cfm>. Acesso em: 20 de junho de 2019.

ESAB. **Soldagem MIG/MAG**. Disponível em: <http://www.ufjf.br/profab/files/2016/09/ESAB-Apostila-MIG-MAG.pdf>. Acesso em: 25 de junho de 2019.

FERNANDES, J.C. **Manutenção e lubrificação de equipamentos - Qualidade da mão de obra na manutenção**. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Engenharia de Bauru - Departamento de Engenharia Mecânica.

FERRARESI, D. **Fundamentos da Usinagem de Metais**. Blucher, São Paulo, 1970.

FERREIRA, L.G.R., FERREIRA, L.C.R. **Manutenção de máquinas e equipamentos: Estudo sobre os tipos mais utilizados e sua importância para a minimização de custos e desenvolvimento organizacional**. Disponível em: http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1998. Acesso em: 26 de maio de 2019.

Freire, J.M. **Torno Mecânico: Fundamentos de Tecnologia Mecânica**. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, Rio de Janeiro, 1985.

HÜNEMEYER, F. J. **Proposta de implantação das funções de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) em uma linha de produção**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES, Rio Grande do Sul, 2017.

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA - IETEC. **Gestão de Tecnologia Industrial – Gestão de custos pode definir a sobrevivência dos negócios**. Disponível em: http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/513/. Acesso em: 26 de maio de 2019.

MACHADO et al. **Teoria da Usinagem dos Materiais**. Blucher, São Paulo, 2009.

MARQUES, P. V.; MODERESI, J.; BRACARENSE, A. Q. **Soldagem: Fundamentos e Tecnologia**. 3ª edição atualizada – Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009.

MEDEIROS, T. B. **POP – Procedimento Operacional Padrão**. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA - Assis, 2010 56p.

MEGIOLARO, M. R. O. **Indicadores de manutenção industrial relacionados à eficiência global de equipamentos**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015.

MODENESI, P. J. **Fontes de Energia para a Soldagem a Arco**. Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, 2005.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial**. Revista Gestão Industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Campus Ponta Grossa - Paraná – Brasil, 2008.

PANNONI, F. D. **Princípios da proteção de estruturas metálicas em situação de corrosão e incêndio**. Disponível em: http://www.acaoerdau.com.br/profissionaldoaco/blog/manual_corrosao.pdf. Acesso em: 27 de junho de 2019.

PAULI, E. A., ULIANA, F. S. **Lubrificação – Mecânica**. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI, Vitória – ES, 1997.

PEREIRA, P. M. S. **Planos de Manutenção Preventiva Manutenção de Equipamentos Variáveis na BA Vidro, SA.** Projeto de Dissertação em Empresa, Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, Universidade do Porto, 2009.

REZENDE, A.C. **Gestão da manutenção.** SENAI-CFP.

ROLIM, D. G.; HERNANDEZ, G. M.; PEREIRA, Y. A. A. **Lubrificantes Industriais.** Disponível em: http://www.feb.unesp.br/jcandido/manutencao/Grupo_16.pdf. Acesso em: 28 de junho de 2019.

SILVA et al. **Gestão de custos como ferramenta de planejamento e controle: um estudo no Jornal Gazeta do Oeste em Mossoró/RN.** Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/viewFile/3689/3690/>. Acesso em: 18/11/2018.

STOETERAU, R. L. **Introdução ao Projeto de Máquinas-Ferramentas Modernas.** Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Mecânica, 2004.

TELES, J. **PCM- Planejamento e Controle da Manutenção: Melhores Práticas.** Disponível em: <https://engeteles.com.br/pcm-planejamento-e-controle-da-manutencao/>. Acesso em: 18/06/2019.

UNIFESP. **Plano de Manutenção Predial Preventiva e Corretiva.** Ministério da Educação, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, Campus Osasco, 2016.

VIANA, H. R. G. **PCM - Planejamento e Controle da Manutenção.** 1ª Edição, Quality-mark Editora. Rio de Janeiro, 2014.

XAVIER, F. J. C. **Manutenção como atividade de gestão e estratégia: um estudo na empresa alfa do polo industrial de Manaus.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, Belém, 2015.

XAVIER, J. N. **Indicadores de manutenção.** Disponível em: <http://www.dee.ufrn.br/~joao/manut/15%20-%20Cap%EDtulo%2013.pdf>. Acesso em: 18 de junho de 2019.