

CENTRO UNIVERSITÁRIO FACVEST - UNIFACVEST
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

BRUNA DA LUZ ROSA

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO
PARA O SETOR DE USINAGEM EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO
METALÚRGICO**

LAGES (SC) 2019

BRUNA DA LUZ ROSA

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO
PARA O SETOR DE USINAGEM EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO
METALÚRGICO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia de Produção do Centro Universitário FACVEST – UNIFACVEST como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheira de Produção.

Orientação: Prof^o.: Msc. Jose
Leonardo Veronezi

LAGES (SC) 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por me deixar chegar até aqui, me dando forças e saúde.

A minha família, principalmente minha mãe, Zenilda da Luz Rosa, pelo amor, carinho e por me incentivar em toda a minha caminhada.

A Instituição de ensino, Centro Universitário Unifacvest, pelo excelente método de ensino, pelo corpo docente e a estrutura de toda a faculdade.

A coordenação do curso de Engenharia de Produção, em especial ao Dr. Rodrigo Botan, por sua competência, dedicação e imparcialidade.

Ao Msc. Jose Leonardo Veronezi, por se disponibilizar e me dar apoio na orientação e elaboração deste trabalho.

Meus amigos, em especial ao Alisson Ochoa, Cristiane Pires, Kátia Grein, Macsuel Lima, Robson Costa, Tais Giaretta, e aos colegas de turma.

Todos os que me ajudaram de alguma forma, não só agora, mas ao longo dos cinco anos do curso.

Muito obrigada.

“Nada é suficientemente bom. Então vamos fazer o que é certo, dedicar o melhor de nossos esforços para atingir o inatingível, desenvolver ao máximo os dons que Deus nos concedeu, e nunca parar de aprender.”

Ludwig van Beethoven

RESUMO

Neste trabalho será abordado questões inerentes a manutenção industrial. Com o principal objetivo de evitar problemas futuros, desgastes, paradas desnecessárias, visando o cuidado, a eficiência das máquinas e equipamentos, aumentando o seu tempo de vida útil e a lucratividade da empresa. Qualidade e aumento na produtividade são as principais vantagens para a utilização da manutenção industrial. Este estudo teve por objetivo desenvolver e implantar um plano de manutenção para máquinas de cortes em uma indústria metalúrgica, desenvolvendo um estudo sobre os tipos de manutenção industrial e sua origem avaliando as vantagens e desvantagens das diferentes técnicas de manutenção, propondo a instalação de um programa de manutenção preventiva.

Palavras-chave: Indústria. Metalúrgica. Manutenção.

ABSTRACT

This assignment will address issues related to industrial maintenance. With the main objective of avoiding future problems, outwear, unnecessary stops, aiming the care, efficiency of machines and equipment, increasing its useful life and profitability of the company. Quality and increased productivity are the main advantages for the use of industrial maintenance. This study aimed to develop and implement a maintenance plan for cutting machines in a metallurgical industry, developing a study on the types of industrial maintenance and their origin, evaluating the advantages and disadvantages of different maintenance techniques, proposing the installation of a preventive maintenance program.

Keywords: Industry. Metallurgical. Maintenance.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. OBJETIVO GERAL.....	2
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1. A MANUTENÇÃO	3
3.2. OS TIPOS DE MANUTENÇÕES	5
3.2.1. MANUTENÇÃO CORRETIVA.....	5
3.2.2. MANUTENÇÃO PREVENTIVA	6
3.2.3. MANUTENÇÃO PREDITIVA.....	6
3.3. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)	8
3.3.1. MANUTENÇÃO AUTÔNOMA (MA)	10
4. MATERIAL E MÉTODO	13
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5.1. MÁQUINAS DE CORTES.....	14
5.1.1. MÁQUINA CNC DE CORTE E BISEL A PLASMA PARA TUBOS REDONDOS, QUADRADOS, RETANGULARES E PERFIS MODELO SILBER CUTTER PIPE 6000 4 EIXOS TB 200	14
5.1.1.1. MANUTENÇÕES RECOMENDADAS	15
5.1.2. SERRA DE FITA HORIZONTAL LSHG-270 ANR	21
5.1.2.1. MANUTENÇÕES RECOMENDADAS	22
5.1.3. PLASMA HPR 260 HYPERFORMANCE COM CONSOLE DE GÁS MANUAL	25
6. CONCLUSÃO	30
7. REFERÊNCIAS	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução, contribuições e gerações da manutenção	4
Figura 2 - Máquina Cnc De Corte E Bisel A Plasma Para Tubos Redondos, Quadrados, Retangulares E Perfis Modelo Silber Cutter Pipe 6000 4 Eixos Tb 200	15
Figura 3 - Bomba de Alimentação do Lubrificante a Todos os Patins da Máquina	16
Figura 4 - Bomba de mão (A); Patins Rolamentados (B)	16
Figura 5 - Cremalheiras (A); Escova de Aço (B).....	17
Figura 6 - Tampa na Parte de Trás do Painel de Controle	17
Figura 7 - Acesso Lateral da Micro.....	17
Figura 8 - Parte de Trás do Painel de Controle	18
Figura 9 - Tocha da Máquina	18
Figura 10 - Máquina Cnc de Corte e Bisel a Plasma.....	19
Figura 11 - Cremalheiras.....	20
Figura 12 - Pedestal sem o Espelho da Cortina de Luz	20
Figura 13 - Pedestais da Cortina de Luz	21
Figura 14 - Serra De Fita Horizontal Lshg-270 Anr	22
Figura 15 – Guia da Serra	23
Figura 16 - Mancal do fuso.....	24
Figura 17 - Mancal de articulação	24
Figura 18 - Mancal de giro do cabeçote	24
Figura 19 - Plasma Hpr 260 Hyperformance Com Console De Gás Manual.....	25
Figura 20 - Tocha do Plasma com Arame	27
Figura 21 - Tanque Principal de Resfriamento Sujo	27
Figura 22 - Peça com Defeito no Corte	28
Figura 23 – Tocha Nova do Plasma	28

Figura 24 - Tanque Principal de Resfriamento 29

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Aperto dos Parafuso e o período.....	22
Quadro 2 - Peças e Quantidades de Reposição	23

1. INTRODUÇÃO

A manutenção pode ser definida como um conjunto de ações que tem como objetivo conservar os equipamentos a um estado em que o mesmo possa realizar sua função em perfeitas condições, não afetando a produtividade. E analisar a necessidade de reparos e consertos.

Fazer o que for necessário para garantir a operação de uma máquina ou equipamento em mínimas condições de especificações e requerimentos, combinando ações administrativas, técnicas e de supervisão para recolocar ou manter um item para desempenhar a sua função é a definição da manutenção industrial (QUINELLO; NICOLETTI, 2005).

Em relação à classificação dos tipos de manutenção, ela pode ser manutenção corretiva, preventiva e preditiva. Para Kardec e Nascif (2009) a manutenção corretiva pode ser dividida em manutenção corretiva não planejada, manutenção corretiva planejada. Outros consideram apenas duas categorias de manutenção, a corretiva e a Preventiva, e as demais sendo proveniente das duas categorias principais.

Após a Segunda Guerra Mundial a manutenção industrial passou a ser uma função estratégica nas organizações, com o movimento japonês Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance* - TPM), que nas últimas décadas transformou a manutenção em um sistema complexo de gestão empresarial (QUINELLO; NICOLETTI, 2005).

Neste trabalho será apresentado um estudo para implantação de um sistema de manutenção em uma indústria do ramo metalúrgico, mais especificamente em três equipamentos do setor de usinagem, máquinas de corte, sendo que conforme foi realizado um levantamento a empresa possui vinte e oito equipamentos para a fabricação de peças. A implantação é necessária pelo fato de a empresa não possuir um plano de manutenção, plano este que seria capaz de prever falhas nos equipamentos, evitando paradas de produção sem qualquer tipo de programação. A manutenção utilizada pela empresa atualmente é a corretiva, ou seja, quando se detecta problemas nas máquinas e equipamentos a produção precisa ser interrompida para o devido reparo. Sem que haja qualquer tipo de programação para ajustes.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Propor o desenvolvimento e implantação de um plano de manutenção para máquinas de cortes de uma indústria do ramo metalúrgico.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Desenvolver estudo sobre a origem e tipos de manutenção;

Avaliar as vantagens e desvantagens das técnicas de manutenção;

Apresentar e propor a instalação de um programa de manutenção preventiva.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. A MANUTENÇÃO

Com os avanços tecnológicos, as máquinas e equipamentos ganharam grande espaço dentro das indústrias, facilitando o trabalho e reduzindo o tempo na fabricação dos itens. As empresas estão sempre buscando otimizar os seus processos, para garantir qualidade e aumentar sua produtividade. A manutenção visa evitar interrupções no processo produtivo para que isso se torne necessário com uma programação prévia. A manutenção tende a ser mais sofisticada de acordo com a sofisticação do processo fabril.

A seguir algumas definições sobre manutenção, para compreendemos com clareza o conceito:

A manutenção visa sempre manter o equipamento em condições de uso, usando diversas técnicas e ações para preservar e conservar os equipamentos. E assim prolongar a vida útil dos mesmos.

Podendo ser utilizada como uma prestadora de serviços, afim de tornar os serviços mais eficientes e rentáveis. Mantendo todas as instalações dentro das condições preestabelecidas. (BRANCO FILHO, 2008)

A manutenção mesmo de forma mais discreta sempre existiu, mas somente por volta do século XVI, passou a ser conhecida pelo nome de manutenção na Europa Central. Nessa época surgiam os primeiros técnicos em montagem e assistência.

O termo manutenção, teve origem no meio militar, no qual significa manter as unidades de combate, efetivo e o material num nível constante. Sendo utilizado no meio industrial apenas em 1950 nos Estados Unidos da América. (QUINELLO; NICOLETTI, 2005).

Até chegar ao conceito atual de manutenção, existe 5 conceitos, que busca a falha zero e quebra zero das máquinas, o defeito zero nos produtos e a perda zero no processo.

Segundo Ribeiro (2010) ele determina os conceitos de manutenção como Primitivo, Tradicional, Evoluído, e Manutenção Produtiva Total.

- Primitivo: Consertar e manter enquanto a máquina ou o equipamento se quebra;
- Tradicional: Manter é conservar a máquina ou o equipamento no seu período inicial;
- Evoluído: Manter o nível mais alto de volume de produção, através da maior interação entre as atividades operacionais de manutenção;
- Manutenção Produtiva Total (TPM) Fase 1: Conservar os níveis elevados de produtividade;
- TPM Fase 2: Manter o ritmo das melhorias realizadas, nas mudanças feitas e transformações.

Figura 1 - Evolução, contribuições e gerações da manutenção



Fonte: Adaptado de Mortelari, Siqueira e Pizzati, (2011)

Ao passar do tempo a manutenção foi sendo usada e evoluindo, tendo grandes transformações. Passou a ser vista de outra forma, não mais como apenas consertar ou restaurar, ou como, um mal necessário. E sim como uma forma de se destacar no mercado, e manter as empresas competitivas, tendo a manutenção como um diferencial.

3.2. OS TIPOS DE MANUTENÇÕES

3.2.1. MANUTENÇÃO CORRETIVA

Um dos principais tipos de manutenção é a corretiva, amplamente conhecida sendo ainda a forma mais comum para reparo de um equipamento. É caracterizada por atuar no equipamento somente após sua falha, ou seja, quebra, defeito ou baixo rendimento. A sua ação principal é corrigir ou restaurar as condições de funcionamento do equipamento (PEREIRA, 2011).

A manutenção corretiva é bastante usada em empresas onde não se tem elevados padrões de qualidade, que sairia mais viável economicamente se utilizada a manutenção corretiva, pois tem uma baixa demanda de produção.

A manutenção corretiva sempre é realizada depois que a falha ocorreu. A decisão por escolher esse método deve levar em consideração os fatores econômicos: é mais barato consertar uma falha do que tomar ações preventivas? Se sim, a manutenção corretiva é uma boa opção. Com relação ao custo de manutenção, a manutenção corretiva é mais barata do que prevenir as falhas nos equipamentos. Em compensação, também pode causar grandes perdas por interrupção na produção (XENOS, 2004).

A maioria das empresas de pequeno e médio porte não tem uma gestão de manutenção, mas dentro de uma empresa que está em crescimento e quer reconhecimento no ramo que atua, ter sua produção interrompida e sem programação, afetará e muito sua produção.

Para Kardec e Nascif (2009) a manutenção corretiva pode ser dividida em: Manutenção corretiva não planejada, é a correção da falha ou do desempenho menor que o esperado logo após a sua ocorrência. Não existe tempo para planejar a utilização da mão-de-obra, ferramentas, tão pouco de material de reposição, se for o caso. Nesse tipo de manutenção se observam duas condições: desempenho deficiente da máquina ou equipamento e a ocorrência da falha em si. Manutenção corretiva planejada, aquela realizada com desempenho menor que o esperado, porém com decisão gerencial. Esse tipo de manutenção tem custo mais baixo, é realizado de forma mais rápida e também mais seguro do que a realização de uma manutenção não planejada.

3.2.2. MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva é todo o trabalho de manutenção de acompanhamento e monitoração das condições das máquinas, de seus parâmetros operacionais e sua degradação (BRANCO FILHO, GIL. 2008). A manutenção preventiva é realizada para reduzir ou evitar a falha do equipamento, em intervalos definidos de tempo independentemente da condição do equipamento ou componente (KARDEC, A; NASCIF, J. 2009).

Esse tipo de manutenção permite uma boa condição de gerenciamento das atividades e da quantidade de recursos, além da previsão de consumo de materiais e outros (KARDEC, A; NASCIF, J. 2009).

A manutenção preventiva, é realizada periodicamente, atividade principal de manutenção em qualquer empresa. Na verdade, atenção preventiva é o coração das atividades de manutenção. Ela envolve algumas tarefas sistemáticas, tais como as inspeções, reforma e troca de peças, principalmente uma vez estabelecida, atenção preventiva deve ter caráter obrigatório (XENOS, 2004).

A manutenção preventiva é todo o trabalho realizado em máquinas que estejam em condições operacionais, ainda que com algum defeito. (BRANCO FILHO, GIL. 2008).

Se comparada com manutenção corretiva - Somente do ponto de vista do custo de manutenção - a manutenção preventiva é a mais cara pois as peças têm que ser trocadas e os componentes tem que ser reformados antes de atingir seus limites de vida. (XENOS, 2004).

Para Viana (2002), com os planos de manutenção preventiva, as organizações buscavam não só evitar falhas, mas também prolongar a vida útil de seus equipamentos e alinhar as necessidades de demanda com sua capacidade de produção.

3.2.3. MANUTENÇÃO PREDITIVA

O mais moderno tipo de manutenção, conhecida como engenharia de manutenção. Tem como objetivo de indicar, por meio de equipamentos e softwares, as condições de desempenho e funcionamento de uma máquina em

tempo real. Aplicada para o acompanhante de diversas condições, como mecânicas, elétricas, pneumáticas e hidráulicas.

Esse tipo de manutenção necessita de alguns investimentos, como por exemplo em sensores, softwares e computadores. Como ela é feita de forma remota, somente com uso de tecnologia pode-se monitorar os parâmetros. É um dos tipos de manutenção mais confiável e rentável, que pode se aplicar nos equipamentos.

Para Kardec e Nascif (2009), é a atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. Os autores indicam que por meio de técnicas preditivas são feitos os monitoramentos e as ações necessárias às correções, constituindo-se então uma manutenção corretiva planejada.

A manutenção preditiva prediz a falha e o estágio de uma falha através de inspeções instrumentais, como exemplo a análise de vibração, que visa analisar as variações nas vibrações das máquinas. Ao detectar alguma alteração nela, é possível prever futuros problemas que possam ocorrer no desempenho dos equipamentos, além de determinar quais peças que necessitam de manutenção. A partir dos níveis de vibração de um equipamento rotativo é capaz de identificar uma falha no estágio inicial, informar sua severidade e suas possíveis causas.

Todas as máquinas quando estão em funcionamento emitem uma vibração. Mas somente ao ultrapassar um certo limite, é possível indicar através da análise se aquela vibração irregular está diretamente relacionada a algum defeito.

Esse tipo de manutenção permite uma boa condição de gerenciamento das atividades e da quantidade de recursos, além da previsão de consumo de materiais e outros. (KARDEC, A; NASCIF, J. 2009).

A manutenção preditiva permite otimizar a troca das peças ou reforma dos componentes e estender o intervalo de manutenção, pois permite prever quando a peça ou componente estão próximos do seu limite de vida. A técnica de manutenção preditiva tem sido cada vez mais divulgadas, até mesmo por alguns especialistas em manutenção como algo bastante avançado e alheio aos outros métodos de manutenção. (XENOS, 2004).

Segundo Arato (2004), dentre os diversos benefícios oferecidos técnicas de manutenção preditiva podemos citar:

- Redução de acidentes nas instalações;
- Redução de paradas / falhas não esperadas nos equipamentos;
- Maior segurança das instalações;
- Maior segurança às pessoas, qualidade e ambiente;
- Minimização de interferências nas instalações;
- Otimização do uso de recursos físicos e financeiros.

Segundo Nepomuceno (1989), há uma técnica para verificar quantitativa e qualitativamente o estado de um dado componente, permitindo que seja dito qual o seu futuro imediato e mediato, essencial à manutenção preditiva. A determinação do Estado Real atual do momento é o passo fundamental para emissão e elaboração de um diagnóstico que permite a manutenção programar seus trabalhos e suas atividades. Tal verificação e predição exige a determinação dos elementos seguintes:

- Localização, grandeza e causas deterioração da máquina ou componente e as irregularidades decorrentes.
- Quais as tensões que estão dando origem a deterioração e irregularidade na máquina ou componente.
- Qual o desempenho da máquina, sua resistência e eficiência durante a operação.
- Qual a importância da máquina da produção e quais as possibilidades de sua substituição, assim como Quais as consequências de sua parada.
- Com reparo ou conserto, qual a confiabilidade da máquina " refeita" e qual a sua vida útil residual.

Devido ao uso de tecnologia avançada a manutenção preditiva costuma ser tratada de forma diferenciada entre as empresas - quase como uma ciência avançada demais para ficar na mão de qualquer pessoa (XENOS, 2004).

3.3. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

Kardec e Ribeiro (2002) explicam que a TPM surgiu no Japão por volta de 1971, por meio do aperfeiçoamento das técnicas de manutenção preventiva, da

manutenção do sistema de produção, da prevenção de manutenções e da engenharia de confiabilidade dos equipamentos. Tal filosofia surgiu visando a falha e quebra zero das máquinas, em paralelo ao zero defeito nos produtos e perda zero no processo.

De acordo com Nakajima (1989), a TPM tem como objetivo melhorar a eficiência dos ativos através da redução de quebras de máquinas, da melhor utilização dos equipamentos disponíveis e da redução de perdas nas diversas fases e áreas dos processos produtivos.

A TPM tem uma estrutura que é bastante utilizada, tendo oito pilares, que são:

- Pilar das melhorias específicas;
- Pilar da manutenção autônoma;
- Pilar da manutenção planejada;
- Pilar da educação e do treinamento;
- Pilar das melhorias no projeto;
- Pilar das melhorias administrativas;
- Pilar da manutenção da qualidade;
- Pilar da segurança, higiene e meio ambiente.

Um modo de aumentar o desempenho da manutenção é formular e implementar uma estratégia baseada em manutenção produtiva total (TPM ou *Total Productive Maintenance*) (SINGH, 2014).

A implantação da TPM tem resultado em aumentos de eficiência na utilização da capacidade instalada em indústrias japonesas que têm oscilado entre 60 e 90% (TONDATO, 2004).

A manutenção produtiva total – TPM - *total productive maintenance* - atividades de manutenção produtiva com participação de todos os funcionários da empresa - está entre os métodos mais eficientes para transformar uma fábrica em uma operação com gerenciamento orientado por um equipamento coerente com as mudanças da sociedade contemporânea (OSADA; TAKASHI, 1993).

Segundo Osada e Takashi (1993) a TPM é uma campanha que abrange a empresa inteira, expressão de todo o corpo de Empregados para conseguir a

utilização máxima de do equipamento existente, utilizando filosofia do gerenciamento orientado para o equipamento. Dentre as atividades de TPM estão:

- Investigar e melhorar máquinas, matrizes, dispositivos e acessórios, de modo que sejam confiáveis, seguros e de fácil manutenção, e explorar meios padronizar essas técnicas.
- Determinar como fornecer e garantir a qualidade do produto através do uso de máquinas, matrizes, dispositivos e acessórios, e treinar todo o pessoal nessas técnicas.
- Aprender como melhorar a eficiência da operação e como maximizar sua durabilidade.
- Descobrir como despertar o interesse dos operadores educá-los para que cuida das máquinas das fábricas.

Para que o plano básico de TPM se desenvolva e consiga alcançar resultados, é preciso conseguir o apoio da alta gerência. De acordo com Osada e Takashi (1993) a alta gerência é quem determina os rumos da fábrica, as suas prioridades e atividades.

3.3.1. MANUTENÇÃO AUTÔNOMA (MA)

Um dos pilares da TPM, a manutenção autônoma (MA) consiste nas atividades que envolvem os operadores na manutenção de seus próprios equipamentos, independentemente da interferência do departamento de manutenção (JIPM, 1997).

De acordo com Suzuki (1994), a manutenção autônoma pode ser definida como toda e qualquer atividade de função manutenção, executada pelo setor de produção, a fim de manter a planta operando de forma eficiente e cumprindo os planos de produção.

A MA consiste numa filosofia em quebrar as barreiras entre as funções de operação e manutenção. A expressão “da minha máquina cuido eu” é a ideia da MA (NAKAJIMA, 1989).

A finalidade precípua é focar no operador e fazer com que ele desenvolva sua habilidade, e que conheça a máquina afim de compreender cada detalhe e/ou funcionamento da mesma.

Manutenção autônoma faz parte da vida, do cotidiano de todas as pessoas, sejam elas motoristas de caminhões, ônibus, quaisquer veículos terrestres e até mesmo no manuseio de uma máquina simples. As manutenções autônomas são práticas e ajudam nas atividades rotineiras, bem como inspeção, limpeza e lubrificação.

A manutenção autônoma desperta o interesse para várias empresas, onde ela acaba sendo uma peça interessante para o gerenciamento, tendo em vista que cada operador conheça a sua máquina, tenha o cuidado e a habilidade para detectar os problemas fáceis de serem solucionados e assim tornando o trabalho de equipes de manutenção mais eficaz. Reduzindo gastos e tempo ocioso e mais tempo de vida útil para máquinas.

Conforme Gomes (2012), a manutenção autônoma, inclui técnicas que permitem que os operadores conservem o equipamento no melhor estado possível, com participação apenas eventual do setor de manutenção e de construção de máquinas, que dão apenas embasamento e sustentação aos operadores nas atividades de manutenção de suas próprias máquinas.

A sustentação da manutenção autônoma tem como finalidade habilitar, despertar nos operadores o cuidado e o zelo com suas máquinas e equipamentos, tendo eles a capacidade para fazer a inspeção e detectar eventuais falhas existentes. Com essa base, os operadores têm liberdade de ação, e a autorregulação e o controle dos meios de produção.

Segundo Ribeiro (2010), o pilar Manutenção Autônoma é dividido em sete etapas, ou passos, como apresentado na sequência:

- Limpeza Inicial: nessa etapa os operadores limpam e inspecionam suas máquinas e equipamentos com o objetivo de resolver possíveis problemas no curto prazo.
- Eliminar as fontes de sujeira e locais de difícil acesso: nesse passo cabe atacar as fontes geradoras de sujeiras e que possam contaminar o operador ou o ambiente de trabalho.
- Padrões de Limpeza e Lubrificação: seu objetivo é buscar o estado ideal do local de trabalho, com meio de padronização da inspeção e lubrificação;
- Inspeção Geral: nesse passo os operadores devem ser treinados em manutenções básicas de suas máquinas e equipamentos; pois é

fundamental o comprometimento dos líderes das áreas na liberação dos operadores para esses treinamentos;

- Inspeção Autônoma: trata da criação dos procedimentos e dos checklists (listas de verificação) definitivos dos equipamentos;

- Organização e Ordem: é onde o 5S se torna mais evidente e mais usado, pois ele trata da organização dos locais ao redor das máquinas e equipamentos, bem como utilização correta dos recursos.

- Consolidação da Manutenção Autônoma: serve para consolidar as atividades da Manutenção Autônoma através da criação de um calendário anual de verificação dos passos, juntamente com a melhoria na habilidade dos operadores em cuidar de suas máquinas e equipamentos.

4. MATERIAL E MÉTODO

Conforme anteriormente citado, a manutenção deve ser planejada pela equipe de gestão da manutenção que deverá analisar e verificar, a melhor opção para cada situação, podendo optar em reparar o equipamento logo após ele apresentar falha ou planejar o conserto para uma data posterior ao do defeito.

Ter senso de disciplina, na manutenção deve também ser enfatizado como um dos principais pilares da manutenção. Sem a estimulação da disciplina, implantar técnicas de manutenção, esta não será duradoura. Logo, que será desperdício de tempo e dinheiro sem trazer os resultados esperados.

Para que possamos aplicar um controle de manutenção preventiva e corretiva, deve se analisar o equipamento, deste modo, primeiramente o desenvolvimento de fichas para agendamento de manutenção que estará em Apêndice A. Onde através disso possamos ver qual equipamento que está apresentando defeito ou está para começar a apresentar algum problema, e através das fichas analisar os problemas e resolver de forma organizada e econômica os mesmos. A manutenção dos equipamentos de corte deve ser realizada periodicamente e como frequência, a Apêndice B ficará juntamente com o equipamento, e deve ser preenchida de acordo com as atividades realizadas, tendo assim um controle do que está sendo realizado, facilitando na identificação de possíveis problemas.

A pesquisa descritiva e exploratória, juntamente com bibliografias mostrou a real importância de se ter um plano de manutenção, auxiliando a desenvolver uma proposta de implantação de um plano de manutenção, por meios que torne eficiente e evitando gastos desnecessários para empresa.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do estudo apresentado segue nossa proposta de implantação de um programa de manutenção preventiva, mostrando que as máquinas e os equipamentos precisam de uma manutenção específica, segue algumas sugestões de procedimentos a serem utilizados de acordo com cada tipo de máquina.

5.1. MÁQUINAS DE CORTES

Esses três equipamentos foram escolhidos para dar início ao plano de manutenção devido ao seu grau de criticidade, que é alto, pois interrompe o processo produtivo e reduz a capacidade produtiva de toda a fábrica.

Todos os processos produtivos têm um início, após a chegada da matéria prima na indústria, sendo os tubos, perfis, chapas, cantoneiras e barras, elas irão sofrer algum tipo de corte, antes de seguir para o próximo processo de fabricação ou para o estoque. De acordo com a necessidade da produção, a matéria prima será separada e encaminhada para a máquina dependendo do tipo de corte, definindo assim onde será realizado, de melhor maneira, com qualidade e com o menor custo possível.

5.1.1. MÁQUINA CNC DE CORTE E BISEL A PLASMA PARA TUBOS REDONDOS, QUADRADOS, RETANGULARES E PERFIS MODELO SILBER CUTTER PIPE 6000 4 EIXOS TB 200

Máquina projetada para industrializar tubos em geral e uma boa variedade de vigas e perfis metálicos. Capaz de cortar tubos e estruturas de 40mm até 300mm de diâmetro, com um comprimento até 6000mm, partindo da espessura de 0,9mm podendo chegar até a espessura de 45mm no aço carbono.

Figura 2 - Máquina Cnc De Corte E Bisel A Plasma Para Tubos Redondos, Quadrados, Retangulares E Perfis Modelo Silber Cutter Pipe 6000 4 Eixos Tb 200



Fonte: Silber Brasil, (2018)

5.1.1.1. MANUTENÇÕES RECOMENDADAS

- **DIARIAMENTE**

Limpeza das Guias lineares

Material necessário: Estopas ou pano e óleo diesel ou desengraxante.

Método: Umedecer a estopa/pano com desengraxante/óleo diesel e passar sobre as guias lineares, removendo a graxa contaminada, em seguida passar uma estopa/pano seco.

Lubrificação dos patins

Material necessário: Graxa com viscosidade de NLGI-00 ou óleo mineral com viscosidade de 100 cSt.

Método: Pode ser feito de duas formas, automático e manual.

O automático, a uma bomba no lado esquerdo da máquina que alimentará todos os pontos necessários. Após a limpeza das guias lineares, acionar a alavanca de 5 a 6 vezes conforme Figura 3.

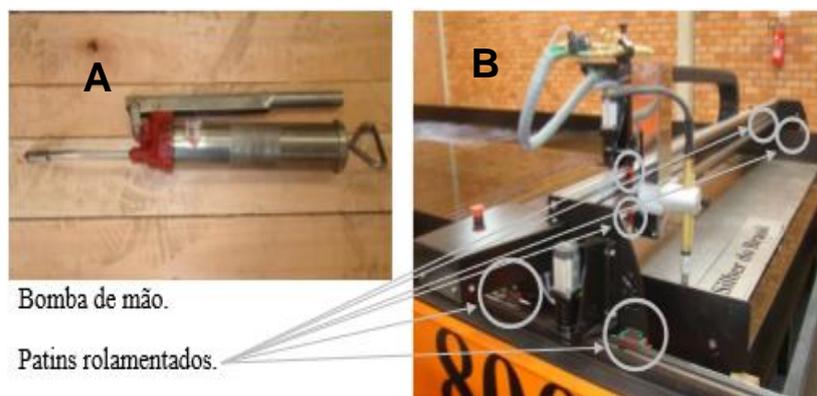
Figura 3 - Bomba de Alimentação do Lubrificante a Todos os Patins da Máquina



Fonte: Silber Brasil, (2018)

O manual, após a limpeza das guias lineares, com uma bomba na mão engraxar os patins nos pontos especificados, conforme a Figura 4.

Figura 4 - Bomba de mão (A); Patins Rolamentados (B)



Fonte: Silber Brasil, (2018)

Limpeza geral da máquina

Material necessário: Estopas ou pano e óleo diesel ou desengraxante.

Método: Com a estopa/pano úmido remover todas sujeiras acumuladas durante o dia.

- **MENSALMENTE**

Limpeza das cremalheiras e pinhões

Material necessário: Escova de aço.

Método: Com a escova limpa, sem nenhum produto, passar entre os dentes das cremalheiras e pinhões até remoer toda a sujeira.

Observação: Não fazer uso de nenhuma graxa ou lubrificante nas cremalheiras ou pinhões.

Figura 5 - Cremalheiras (A); Escova de Aço (B)



Fonte: Silber Brasil, (2018)

Limpeza do “Micro” e “Painel de Controle”

Material necessário: Pistola de ar comprimido.

Observação: O ar não pode conter água ou óleo.

Método: Com a máquina desligada, abrir a tampa localizada na parte de trás do painel de controle;

Figura 6 - Tampa na Parte de Trás do Painel de Controle



Fonte: Silber Brasil, (2018)

Na parte superior está a micro, remova a tampa de acesso lateral com cuidado, ativando a maçaneta, que está circulado na figura 7;

Figura 7 - Acesso Lateral da Micro



Fonte: Silber Brasil, (2018)

Sem muita pressão passe o ar comprimido dentro do micro até remover todo o pó e feche a tampa lateral; passe o ar também em todo interior do painel de controle e feche a parte de trás do painel de controle.

Figura 8 - Parte de Trás do Painel de Controle



Fonte: Silber Brasil, (2018)

Atualmente a máquina se encontra com bastante sujeiras acumuladas, em toda a sua estrutura, principalmente nas cremalheiras e na tocha. O dispositivo de segurança que é a cortina de luz está danificado, colocando em risco a saúde do colaborador. Problemas que poderiam ser corrigidos e evitados com a prática diária de manutenção, nas imagens abaixo pode ser visto os problemas que consta na máquina.

Figura 9 - Tocha da Máquina



Fonte: Autor, (2019)

Figura 10 - Máquina Cnc de Corte e Bisel a Plasma



Fonte: Autor, (2019)

Figura 11 - Cremalheiras



Fonte: Autor, (2019)

Figura 12 - Pedestal sem o Espelho da Cortina de Luz



Fonte: Autor, (2019)

Figura 13 - Pedestais da Cortina de Luz

Fonte: Autor, (2019)

5.1.2. SERRA DE FITA HORIZONTAL LSHG-270 ANR

Máquina com dimensões de 1200 x 900 x 2000mm e pesando 900kg e com capacidade de corte redondo 90° até 270mm e corte quadrado 90° até 220mm. Com subida e descida do cabeçote a partir do sistema hidráulico, com motor elétrico de 2 CV 220/380V, motor hidráulico 1,0CV e moto redutor para alimentação automática e motor de refrigeração 0.12 CV. Contém também detector fim de barra (desliga automaticamente), morça com rolos para prender o material, inversor de frequência e CLP de comando. toda enclausurada dentro da norma regulamentadora de segurança no trabalho

em máquinas e equipamentos (NR12) e painel elétrico de acordo com a norma regulamentadora de segurança em instalações e serviços em eletricidade (NR10).

Figura 14 - Serra De Fita Horizontal Lshg-270 Anr



Fonte: Lippel Metal Mecânica, (2019)

5.1.2.1. MANUTENÇÕES RECOMENDADAS

Para manter a performance do equipamento com um índice satisfatório, o aperto geral dos parafusos e a lubrificação periódica, são importantes.

Parafusos

Com o uso de um torquímetro, o aperto deve ser realizado, evitando a quebra dos parafusos e facilitando na hora de remover os mesmos. No quadro abaixo indica o aperto dos parafusos e o período em que deve ser feita uma verificação.

Quadro 1 - Aperto dos Parafuso e o período

Bitola/Norma Parafuso	Torque de aperto			Período inspeção
	Kgf.m	N.m	Lbf.ft	
M16/DIN933	22,66	226,6	163,83	40 horas
M20/DIN933	44,3	440	318,12	40 horas
M12/DIN7991	14,01	140,1	101,29	40 horas
M12/DIN933	9,34	93,4	67,52	40 horas
M10/DIN933	5,4	54	39,04	40 horas

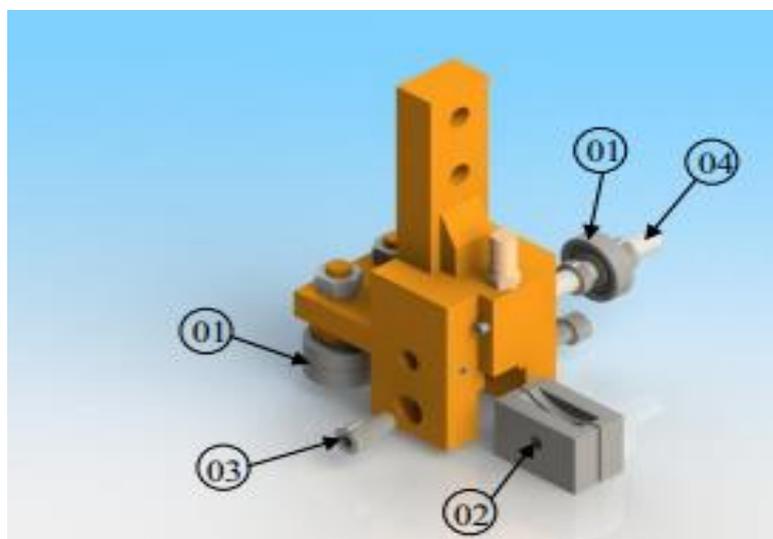
Fonte: Lippel Metal Mecânica, (2019)

Guias

Guias de metal duro tratados e retificados, deve ser trocado a partir do momento que apresentar folga entre os guias e a lâmina, tempo estimado para realizar as trocas é de 2000 horas de uso.

A lâmina da serra é uma peça de reposição, a durabilidade dela está diretamente ligada com os materiais a serem cortados, como também o avanço que se dá no corte, as lâminas apresentam uma vida média de cinco mil cortes. Na figura 15 podemos o conjunto de reposição e no quadro mostra as peças do guia da serra e a quantidade de cada peça, que deve ter em estoque.

Figura 15 – Guia da Serra



Fonte: Lippel Metal Mecânica, (2019)

Quadro 2 - Peças e Quantidades de Reposição

Item	Descrição	QT.
01	Rolamento 6200 zz	10
02	Jogo de pastilha (4pç)	1
03	Paraf. alem cab. cilíndrica m-8 x 16mm	4
04	Pino retificado Ø10 x 60mm	2

Fonte: Lippel Metal Mecânica, (2019)

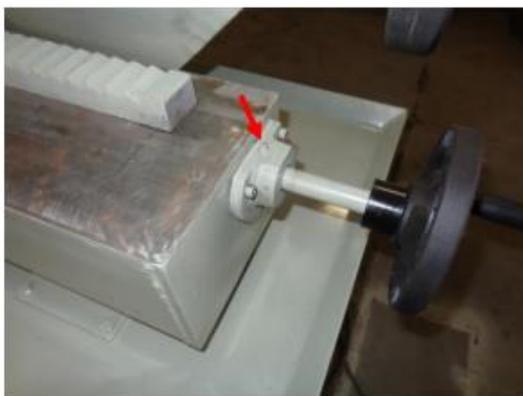
Redutor

Deve se realizar uma limpeza periodicamente na superfície do corpo do redutor e das passagens de ar, para garantir um bom coeficiente de troca térmica com o exterior.

Pontos de Lubrificação

Alguns pontos da serra fita devem ser lubrificados, a cada 45 horas de trabalho, aplicando 5 gramas em cada ponto. O lubrificante recomendado é a graxa a base de Lítio NGLI-2.

Figura 16 - Mancal do fuso



Fonte: Lippel Metal Mecânica, (2019)

Figura 17 - Mancal de articulação



Fonte: Lippel Metal Mecânica, (2019)

Figura 18 - Mancal de giro do cabeçote



Fonte: Lippel Metal Mecânica, (2019)

Unidade Hidráulica

Deve ser verificado diariamente o nível de óleo, o nível recomendado de óleo é sempre deixar no máximo. Quando necessário

5.1.3. PLASMA HPR 260 HYPERFORMANCE COM CONSOLE DE GÁS MANUAL

Equipamento projetado e construído para fornecer o máximo de desempenho e produtividade em operações de corte mecanizado, em materiais com espessuras desde bem finas a bem grossas.

Figura 19 - Plasma Hpr 260 Hyperformance Com Console De Gás Manual



Fonte: Guia De Referência Para A Máquina, (2017)

- **Diariamente**

Verifique se as pressões de entrada estão adequadas.

Verifique se as vazões de gás estão adequadas.

Verifique a pressão e a temperatura do líquido refrigerante.

Inspecione a tocha e troque os consumíveis conforme necessário.

- **Semanalmente**

Limpe a fonte plasma com ar comprimido ou aspirador.

Verifique se os ventiladores estão funcionando corretamente.

Limpe as roscas e os anéis de corrente da tocha.

Verifique se o nível do líquido refrigerante está de acordo.

- **Mensalmente**

Inspecione se as conexões elétricas estão frouxas.

Inspecione a contadora principal à procura de danos.

Inspecione o relé do arco piloto. Inspecione o filtro de ar no painel frontal do sistema, se estiver equipado com um filtro.

Verifique a correta operação da(s) chave(s) de fluxo do líquido refrigerante.

Faça o teste de vazão do líquido refrigerante.

Faça o teste de vazamento de gás.

Inspecione a conexão dos cabos.

Inspecione o conjunto centelhador.

- **Semestralmente**

Drene e encha o sistema principal do líquido refrigerante.

Troque o elemento filtrante.

Troque o líquido refrigerante por um genuíno Hypertherm.

- **Anualmente**

Troque o relé de arco piloto.

Essa máquina é o único equipamento dentro da empresa onde se corta chapas e alguns tipos de corte nas fases de perfis. No ano de 2018 a máquina estava com a tocha amarrada com um arame e com o tanque principal de resfriamento com muita sujeira acumulada, devido a não ser feita uma manutenção e limpeza periodicamente. A tocha só foi trocada por outra quando começou apresentar falha nos cortes como podemos ver na Figura 22.

Figura 20 - Tocha do Plasma com Arame



Fonte: Autor, (2018)

Figura 21 - Tanque Principal de Resfriamento Sujo



Fonte: Autor, (2018)

Figura 22 - Peça com Defeito no Corte



Fonte: Autor, (2019)

Figura 23 – Tocha Nova do Plasma



Fonte: Autor, (2019)

Figura 24 - Tanque Principal de Resfriamento

Fonte: Autor, (2019)

A Implantação é necessária pelo fato da empresa não possuir um plano de manutenção, este plano que está sendo proposto seria capaz de prever as falhas nos equipamentos, evitando paradas de produção sem qualquer tipo de programação. A manutenção utilizada normalmente é corretiva, ou seja, quando se detecta problemas nas máquinas e equipamentos a produção precisa ser interrompida para o devido reparo. Sem que haja qualquer tipo de programação para ajustes, desta maneira podemos, fazer agendamentos e ajustar as máquinas, onde não se precise parar as máquinas ou a produção evitando perdas e prejuízos para a empresa.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho teve a proposta de aplicar uma forma mais econômica e rentável para uma empresa aplicar um processo de manutenção preventiva em máquinas de corte deste modo avaliando o equipamento e problemas que estes possam ter durante seu tempo de utilização

Primeiramente é proposto uma especialização bibliográfica dos tipos de manutenção que possam ocorrer, para vários tipos de empresas de pequeno, médio e grande porte, as manutenções deve sempre ser feita por um profissional habilitado e treinado para fazer este processo.

Com o auxílio de uma ficha de agendamento de manutenção podemos observar quais os problemas mais comuns nesses equipamentos, qual tem a tendência de ter mais defeitos, e assim, deste modo podendo fazer uma correção mais definitiva para o problema que apresenta, além de ter registrado quantas vezes este equipamento foi para o conserto.

Após realizar o estudo, chegamos a seguinte conclusão, o plano de manutenção por mais básico que seja, é de extremamente necessário, pois muitas falhas podem ser evitadas antes que elas ocorram. Diminuindo paradas na produção das peças, como na linha de produção, aumentando assim a qualidade. Essas máquinas que foram utilizadas como exemplo durante o trabalho, são as principais para dar início ao processo de fabricação deste modo se elas acabarem danificadas a empresa terá grandes problemas durante a produção, ou seja, realizar um plano de manutenção irá melhorar a produtividade da empresa além de melhorar a qualidade de seus produtos tornando a empresa mais eficiente, não só no setor de usinagem.

7. REFERÊNCIAS

ARATO, A. **Manutenção preditiva usando análise de vibrações**. Barueri, 2004. SP: Manole.

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

GOMES, M.; LIMA, C.; SILVA I. **Implantação da Lubrificação Autônoma como Ferramenta Essencial do TPM: Uma Abordagem Prática**. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais ... Bento Gonçalves: ABEPRO, 2012.

GUIA DE REFERÊNCIA PARA A MÁQUINA <www.hypertherm.com/Guia_de_referência_para_a_máquina> acesso 26/05/19.

J. I. P. M. **Autonomous maintenance for operators**. Oregon: Productivity Press, 1997. 129 p. ISBN 1-56327-082-X.

KARDEC, A; RIBEIRO, H. **Gestão Estratégica e manutenção autônoma**. Rio de Janeiro: ABRAMAN, 2002.

KARDEC, A; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 3. ed. rev. e. ampl. Rio de Janeiro: Qualitymark, Petrobras, 2009.

MANUAL LIPPEL METAL SERRA FITA HORIZONTAL <<http://www.lippelmetal.com.br/serra-fita-horizontal-lsh-270anr/#!>> acesso 26/05/2019.

MANUAL SILBER BRASIL <https://silberdobrasil.com.br/produto/46_Silber-Cutter-PIPE-5-Eixos-Bisel---3000---6000---12000> acesso 26/05/19.

MORTELARI, D.; SIQUEIRA, K.; PIZZATI, N. **O RCM na quarta geração da manutenção de ativos**. São Paulo: RG Editores, 2011.

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

NEPOMUCENO, LAURO XAVIER. **Técnicas de manutenção preventiva**. São Paulo: Blucher, 1989.

PEREIRA, Mário Jorge. **Engenharia de Manutenção – Teoria e Prática**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2011.

QUINELLO, R.; NICOLETTI, J. R. Competitive Intelligence at Brazilian Industrial Maintenance Departments. **Journal of Information Systems and Technology Management**, V. 2. 2005, n. 1, p. 21-37, 2005.

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

SINGH, K.; AHUJA, I. S. **Na evaluation of transfusion of TQM-TPM implentation iniative in na Indian manufacturing industry**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 2014.

SUZUKI, Tokutaro. TPM for Process Industries. Portland: Productivity Press, 1994.

TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takahashi. **TPM / MTP - Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: IMAN, 1993.

TONDATO, R. **Manutenção produtiva total: estudo de caso na indústria gráfica**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. PCM – Planejamento e Controle de Manutenção. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2002.

XENOS, HARILAUUS GEORGIUS D'PHILIPPOS. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

