

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS CACHOEIRA DO SUL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Nathan da Silva Arruda

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DA GESTÃO DE
MANUTENÇÃO PREVENTIVA INDUSTRIAL**

Cachoeira do Sul, RS
2019

Nathan da Silva Arruda

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO
PREVENTIVA INDUSTRIAL**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) – Campus Cachoeira do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de **Engenheiro Mecânico**.

Orientador: Prof. Dr. César Gabriel dos Santos

Cachoeira do Sul, RS
2019

Nathan da Silva Arruda

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO
PREVENTIVA INDUSTRIAL**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) – Campus Cachoeira do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de **Engenheiro Mecânico**.

Aprovado em 04 de dezembro de 2019:

César Gabriel dos Santos, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Leander Luiz Klein, Dr. (UFSM)

Lucas Veiga Avila, Dr. (UFSM)

Cachoeira do Sul, RS
2019

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Hamilton Procópio de Arruda e Margarete César da Silva Arruda, ao meu irmão Murillo da Silva Arruda e minha namorada Débora Tais Venturini, por todo apoio e suporte necessário para que eu chegasse nesta jornada de 5 anos de muito estudo, vontade de vencer e superação para atingir a conquista deste sonho, meu muito obrigado.

AGRADECIMENTOS

Antes de mais nada, agradeço a Deus por iluminar meu caminho nesta jornada e ver que foi possível tornar esse sonho realidade, ao meu pai, minha mãe, irmão e namorada pelo apoio, esforço e consideração que tiveram ao meu lado durante esses cinco anos de muito trabalho e empenho, ao meu orientador e professores que compartilharam seus conhecimentos e experiências de vida comigo, e por fim, aos amigos que fiz e que estiveram presentes em muitas ocasiões, com certeza levarei essa amizade para toda vida. Cada indivíduo teve sua parcela para atingir essa meta, desde já meu sentimento de gratidão.

*"A persistência é o melhor caminho
para o êxito."*

(Charles Chaplin)

RESUMO

IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA INDUSTRIAL

AUTOR: Nathan da Silva Arruda
ORIENTADOR: Prof. Dr. César Gabriel dos Santos

Com a necessidade de as máquinas industriais melhorar a qualidade e produtividade da produção, aumentar a vida útil dos equipamentos e peças e otimizar o tempo, a implementação de um sistema de gestão na manutenção preventiva vem como uma estratégia de planejar as paradas da máquina e evitar quebras inesperadas. Essa busca está relacionada com a competitividade entre as empresas, as quais visam construir um produto de melhor qualidade com baixo custo de produção, obtendo um maior lucro. Mas para continuar produzindo em grande escala é preciso realizar as manutenções nos equipamentos industriais. Este trabalho tem o objetivo de desenvolver uma sistemática na gestão da manutenção com foco na manutenção preventiva. Desta forma, será realizado por meio de um estudo na literatura relacionada a gestão industrial, na sequência será realizado um levantamento do número de ordens de serviço de manutenção corretiva e uma análise do custo de manutenção para identificar as máquinas críticas afim de desenvolver uma sistemática de manutenção. Como consequência disso, foi possível gerar os planos de manutenção preventiva de cinco tipos de máquinas e a sua aplicação permitiu a realização da gestão das atividades. Implementar um sistema de gestão da manutenção preventiva permitiu nos verificar que é uma boa estratégia a ser seguida pois retrata um serviço de mais qualidade e produtiva, além do aumento da confiabilidade das máquinas.

Palavras-chave: Máquinas industriais. Manutenção Preventiva. Gestão. Planos de Manutenção. Estratégia.

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF AN INDUSTRIAL PREVENTIVE MANAGEMENT MANAGEMENT SYSTEM

AUTHOR: Nathan da Silva ArrudaNome completo do aluno

ADVISOR: Prof. Dr. César Gabriel dos Santos.

With the need for industrial machines to improve production quality and productivity, extend equipment and parts life, and optimize time, implementing a preventive maintenance management system comes as a strategy to plan machine downtime and avoid Unexpected breakages. This search is related to the competitiveness among the companies, which aim to build a better quality product with low production cost, obtaining a higher profit. But to continue producing on a large scale it is necessary to carry out maintenance on industrial equipment. This work aims to develop a systematic in maintenance management focusing on preventive maintenance. In this way, it will be carried out through a study in the literature related to industrial management, followed by a survey of the number of corrective maintenance work orders and an analysis of the maintenance cost to identify the critical machines in order to develop a systematic of maintenance. As a result, it was possible to generate preventive maintenance plans for five types of machines and their application allowed the management of activities. Implementing a preventive maintenance management system allowed us to verify that this is a good strategy to follow as it portrays a higher quality and productive service, as well as increased machine reliability.

Keywords: Industrial machines. Preventive maintenance. Management. Maintenance Plans.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de roteiro de manutenção preventiva.....	19
Figura 2 - Fases do desenvolvimento do projeto	23
Figura 3 - Modelo de Plano de Manutenção Preventivo	24
Figura 4 - Custo dos três tipos de manutenção nos anos de 2018 e 2019.....	26
Figura 5 - Custo de manutenção de setores levantados para o estudo de caso	27
Figura 6 - Solicitações de ordens de serviço	28
Figura 7 - Plano de manutenção das empilhadeiras.....	30
Figura 8 - Plano de manutenção dos compressores	31
Figura 9 - Plano de manutenção das paleteiras.....	32
Figura 10 – Plano de manutenção da prensa hidráulica.....	33
Figura 11 - Plano de manutenção da máquina corte laser	34
Figura 12 – Calendário das atividades de manutenção preventiva.....	35
Figura 13 – Estoque de peças das empilhadeiras.....	36
Figura 14 – Estoque de peças dos compressores	37
Figura 15 - Estoque de peças das paleteiras	37
Figura 16 - Estoque de peças das prensas hidráulicas	38
Figura 17 - Estoque de peças da máquina corte laser	38
Figura 18 - Indicador de manutenção preventiva do mês de outubro.....	39
Figura 19 - Índice das atividades de manutenção preventiva	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Principais máquinas presentes na indústria metalomecânica.....	15
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVO GERAL	13
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	MÁQUINAS INDUSTRIAIS	14
2.2	MANUTENÇÃO	16
2.2.1	Manutenção Corretiva.....	17
2.2.2	Manutenção Preventiva	18
2.2.3	Manutenção Preditiva.....	20
2.2.4	Manutenção Produtiva Total (TPM).....	20
2.3	GESTÃO DA MANUTENÇÃO	21
3	METODOLOGIA	23
4	RESULTADOS	26
4.1	IDENTIFICAÇÃO DAS MÁQUINAS CRÍTICAS	26
4.2	ORDENS DE SERVIÇO	28
4.3	APRESENTAÇÃO DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO	28
4.4	GESTÃO DAS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO	35
4.5	GESTÃO DO ESTOQUE DE MATERIAIS PARA MANUTENÇÃO PREVENTIVA	36
4.6	INDICADORES DE REALIZAÇÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA	39
5	CONCLUSÃO	41
6	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	43
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO

A indústria Brasileira é um dos principais pilares da economia do país, correspondendo por 22% (R\$ 1,3 trilhão), do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, segundo o Conselho Nacional da Indústria (CNI, 2019). Além disso, o setor industrial também corresponde a 49% das exportações (US\$ 49,67 bilhões), por 67% (R\$ 47,67 bilhões) da pesquisa e desenvolvimento do setor privado e por 32% (R\$ 87,36 bilhões) dos tributos federais.

Tendo em vista a notória participação do setor industrial em nosso país, o estado do Rio Grande do Sul, o qual a temática está baseada, apresenta o 4º maior PIB do Brasil e representa o equivalente a 7,1% da indústria nacional, no ano de 2016 onde o PIB foi de R\$ 81,7 bilhões, com destaque para setores da construção e alimentos (CNI, 2016).

O setor industrial, na sua maior parte, utiliza-se em sua área fabril, máquinas, equipamentos, ferramentas com funcionamento mecânico, eletrônico e automatizados. Desta forma, torna-se necessário a realização de manutenção. Na literatura, segundo Almeida (2016b) são apresentados 5 tipos de manutenção, sendo elas, corretiva, preventiva, preditiva, Manutenção Produtiva Total (TPM – *Total Productive Maintenance*) e a Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC).

Diante desse cenário, a implementação de um sistema de gestão para a manutenção de máquinas e peças na indústria representa um diferencial em termos de estratégias de negócio. A realização de manutenções preventivas em máquinas e equipamentos tem por objetivo evitar prejuízos causados por paradas imprevistas e evitar que defeitos de pequeno impacto causem danos maiores nas máquinas (ALMEIDA, 2016b).

A manutenção preventiva é definida de acordo com critérios prescritos como, recomendações do manual do fabricante da máquina, pela análise dos mecânicos com relação a vida útil das peças, indicadores levantados por ordens de serviço de manutenções corretivas (conserto da máquina pós falha). Esse tipo de manutenção planejada oferece grandes vantagens para ambiente fabril, desde que seja elaborado e executado o plano de manutenção preventivo.

Neste contexto, a questão de pesquisa identificada é: como realizar a implementação de um processo de gerenciamento de manutenção preventiva em uma empresa do setor metal mecânico?

1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é realizar a implementação de um sistema de manutenção preventiva por meio de um processo sistematizado no setor da indústria metal mecânica.

1.2 Objetivos específicos

Inserido no objetivo geral estão os objetivos específicos do trabalho de conclusão de curso, os quais são:

- Estudar os tipos de manutenção e as sistemáticas de implementação industrial;
- Identificar as máquinas críticas para manutenção;
- Desenvolver a sistemática de implementação;
- Desenvolver planos de manutenção;
- Aplicar a sistemática proposta;
- Avaliar o processo de manutenção implementado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta o embasamento teórico da literatura referente a manutenção industrial. Sendo apresentados diversos conceitos referentes a autores de renome a fim de agregar mais a temática do trabalho.

2.1 Máquinas industriais

A revolução industrial foi determinante para o desenvolvimento de novas máquinas, ferramentas e processos industriais. O propósito de se inventar as máquinas industriais era a reduzir o esforço do homem e o tempo de fabricação de um produto, e conseqüentemente substituir a mão de obra do homem por máquinas e equipamentos, aumentar a produtividade e a possibilidade de criar mercadorias inovadoras, onde dificilmente o homem construiria nas mesmas proporções. A revolução industrial foi um marco, ela sucumbiu o trabalho manual de artesãos e em contrapartida trouxe o desenvolvimento da ciência e incentivo do homem em projetar novas máquinas e ferramentas (GOMES, 2006).

Segundo Marson (2014) a produção de máquinas e equipamentos foi o fator primordial para desenvolvimento mecanização geral da indústria, as ferrovias e a indústria naval movida à energia vapor. A industrialização trouxe um aumento na divisão de trabalho, no qual o homem passou a se especializar em suas atividades. Esse processo busca que o indivíduo dinamize e otimize a produção industrial tornando mais eficiente e ágil o sistema produtivo.

Com o desenvolvimento das máquinas, houve a necessidade da inserção de tecnologia relacionada a programação das máquinas. Programar uma máquina ou equipamentos significa converter em dados numéricos distâncias, ângulos, temperaturas, concentrações, são operações de manufatura capazes de serem introduzidos na criação de um produto. Esse desenvolvimento de tecnologia se chama CNC (Máquina Numericamente Controlada) (AZEVEDO, 2008).

As grandes empresas atualmente, buscam máquinas capazes de produzir mais produtos, com qualidade de acabamento, em um curto intervalo de tempo, aliado ao bom custo benefício. Conseqüentemente, o alto investimento das empresas em máquinas automatizadas, robôs, peças, é justificado por essa necessidade da alta demanda de produtos. No Quadro 1, estão listadas algumas das principais máquinas e equipamentos presente na indústria.

Quadro 1 - Principais máquinas presentes na indústria metalmeccânica

PRINCIPAIS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS NA INDÚSTRIA	
<p>1- Torno CNC - são equipamentos de usinagem capazes de produzir peças de revolução ou cilíndrica com ótimos níveis de potência, rapidez e precisão.</p>	
<p>2- Máquina de corte a laser - tem a função de separar termicamente chapas processadas a partir de um feixe de raio laser gerado de uma fonte e conduzido por um cabeçote da máquina através de uma fibra de um espelho ou fibra de transporte.</p>	
<p>3- Fresadora CNC - máquina de usinagem de movimento contínuo da ferramenta de corte chamada de fresa que remove cavacos do material.</p>	
<p>4- Cabines de pintura - são realizadas pinturas tanto a pó, quanto pintura líquida de peças e equipamentos. São equipamentos com alto padrão de tecnologia, com sistema de exaustão, utilização racional de água e alta produtividade.</p>	
<p>5- máquina CNC de corte plasma e oxicorte - são máquinas automatizadas para corte de chapas metálicas com sistema eletrônico de sensor de altura e software compatível com desenhos de <i>Autocad, Inventor e Solidworks</i>.</p>	

2.2 Manutenção

A palavra manutenção vem do latim *manus tenere*, que significa manter o que se tem está presente a séculos na história do homem desde o princípio em que os primeiros indivíduos começaram a manusear equipamentos. Mas foi a partir da revolução industrial no final do século XVIII, que a comunidade passa a produzir bens de consumo e com ela veio a necessidade de manter e desenvolver as máquinas do setor industrial. Com passar do tempo, a presença de equipamentos cada vez mais modernos e de alta produtividade era uma realidade, em virtude disso, elaboração de planos de manutenção se tornou uma área crítica para a indústria (VIANA, 2014).

Já para Monchy (1989) o termo manutenção vem do vocabulário militar que significava manter nas unidades de combate, o efetivo e o material em um nível constante. Segundo próprio autor, a palavra manutenção surgiu na indústria no ano de 1950 nos Estados Unidos da América, e na França por exemplo era associado a palavra “conservação”.

Segundo Nepomuceno (1999) a manutenção de todo e qualquer equipamento tendo suas complexidades ou não, necessita de reparos e consertos em períodos que variam de conformidade com o equipamento, utilização, material sendo processado, sem afetar a produção.

Para Almeida (2016a) a manutenção não atua apenas em máquinas e equipamentos que estão em operação, mas também em concepções de um projeto, já que a disposição de peças, a acessibilidade dos conjuntos pelo mecânico e até mesmo o dimensionamento das peças e dos componentes devem obedecer a critérios a fim de facilitar as operações de manutenção futuras.

De acordo com a normativa NBR 5462/1994, em seu item 2.81, define a manutenção como “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual ele possa desempenhar uma função requerida” (ALMEIDA, 2016a).

Kardec e Nasfic (2009) relatam que além de executar sua função, estar em condições satisfatórias de operação, a manutenção deve garantir a confiabilidade e disponibilidade do item físico ou instalação, atendendo ao processo com segurança, preservando o meio-ambiente e com custos adequados.

Ao longo das décadas a manutenção passou a ser o setor crucial para a indústria, pois trata-se de um organismo que garante o andamento de todo o processo de produção. A manutenção ela é muito maior que apenas consertar e manter equipamentos em condições de operação, pois ela corresponde a confiabilidade e segurança de toda a linha de produção

industrial a fim de garantir alta qualidade e minimização dos custos dos produtos e serviços ofertados.

Encontrar a estratégia, ou estratégias de manutenção a serem aplicadas no processo produtivo, e seus subprocessos, é a base da política de manutenção. As ferramentas organizacionais que tornam possível o perfeito funcionamento da manutenção, as técnicas de planejamento, o perfil formativo militante de cada área, os índices de qualidade e o sistema de gerenciamento formam as bases da estruturação da manutenção industrial da empresa. A primeira medida a se tomar é escolher a estratégia de manutenção, como por exemplo as classificações de manutenção (VIANA, 2014).

Ainda Viana (2014), muitos autores abordam os vários tipos de manutenção possíveis, que nada mais são do que as estratégias tomadas para as intervenções nos instrumentos de produção. Observa-se que há um consenso, com algumas variações irrelevantes, em torno da seguinte classificação sendo elas 4 tipos de manutenção: corretiva; preventiva; preditiva e autônoma (TPM).

2.2.1 Manutenção Corretiva

Segundo Wyrebski (1997), a manutenção corretiva é como “atividade que existe para corrigir falhas decorrentes dos desgastes ou deterioração de máquinas ou equipamentos. São os consertos das partes que sofreram a falha, podendo ser: reparos, alinhamentos, balanceamentos, substituição de peças ou substituição do próprio equipamento.”

De acordo com a NBR 5462 (1994), manutenção corretiva é a “manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida”.

Já Viana (2014), refere-se à manutenção corretiva como a intervenção necessária imediatamente para evitar maiores consequências à produção, ambiente de trabalho ou ao meio ambiente em decorrência dos danos. É uma intervenção aleatória, ou seja, sem controle de prever a parada, sendo mais conhecida nas fábricas como “apagar incêndio”.

Para Pereira (2009), a manutenção corretiva é a mais conhecida no ramo industrial e ainda a forma mais comum para reparo de um equipamento com problema. Tem como principal característica o conserto logo após a falha ocorrer, independente da disponibilidade de mão de obra e material necessário para conserto.

Manutenção corretiva é um conjunto de procedimentos que são executados a fim de atender imediatamente a produção, a máquina ou o equipamento que parou. Essa estratégia de

manutenção é para restabelecer o mais rápido possível seu funcionamento a fim de evitar prejuízos causados por uma parada de máquina imprevista, que podem ser funcionários parado, atraso de produção, compra de peças sem tempo de pesquisar preços mais competitivos (ALMEIDA, 2016b).

Para muitos autores a manutenção corretiva não é vista como vantajosa, segundo Santos (2010), os mecânicos consertam o que quebra sem se preocupar com as causas ou efeitos que ocasionaram o defeito. Mas para um reparo emergencial, a manutenção corretiva é sim uma aliada aos gestores da manutenção industrial, além de na maioria das vezes ter um custo mais baixo do que uma preventiva.

2.2.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva foi desenvolvida a fim de evitar prejuízos causados por paradas imprevistas e evitar que defeitos de pequeno impacto causem maiores danos aos equipamentos. Para adotar essa estratégia é necessário que o mecânico de manutenção faça um estudo de registros de manutenção corretiva e da vida útil das peças a fim de ter uma previsão baseada nas condições da empresa (ALMEIDA, 2016a).

Trata-se de uma manutenção voltada para evitar que a falha aconteça, através de manutenções periódicas em períodos pré-definidos. Segundo Monchy (1987), “é a manutenção efetuada com intenção de reduzir a probabilidade de falha de um bem ou a degradação e um serviço prestado”.

Faria (1994) diz que a manutenção preventiva é como uma série de procedimentos, ações, atividades ou diretrizes que podem, ou não, ser adotados para evitar, ou minimizar a necessidade da manutenção corretiva. A manutenção preventiva é o primeiro fator relacionado a qualidade no serviço de manutenção, pois ao ser adotada essa estratégia o resultado esperado é ter uma significativa queda no número de paradas não programadas.

Na prática a utilização da manutenção preventiva oferece uma série de vantagens para o organismo fabril como (ALMEIDA, 2016b):

- Equilibrar a utilização de recursos humanos;
- Eliminar tempos de espera para compra de peças;
- Confiabilidade de prazos no sistema de produção;
- Satisfação do cliente;
- Gestão ambiental.

Para Wyrebsky (1997), a manutenção preventiva gera algumas desvantagens como:

- Requer um quadro (programa) bem montado;
- Requer uma equipe de mecânicos eficaz e treinada;
- Requer um plano de manutenção.

A Figura 1 mostra exemplificado, um modelo de roteiro para manutenção preventiva, no qual traz informações essenciais para compreensão, tanto do executor da manutenção, quanto de quem não possui conhecimento técnico da manutenção.

Figura 1 - Modelo de roteiro de manutenção preventiva

"INSERIR LOGOTIPO DA EMPRESA"								
ROTEIRO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA								
Nº DA MÁQUINA/EQUIPAMENTO		MÁQUINA / EQUIPAMENTO				SETOR:		
TIPO			FABRICANTE			ANO DE FABRICAÇÃO		

ROTEIRO		
Nº	Atividade/Itens a verificar	Frequência

Nº	Data	Visto	Nº	Data	Visto	Nº	Data	Visto

(Data de elaboração)

Fonte: Almeida (2016).

O sistema de roteiro apresentado na Figura 1, sobre manutenção preventiva é uma alternativa para empresas do ramo industrial que possuem equipamentos mecânicos e exigem um maior controle da frequência de manutenção. O roteiro, portanto, visa uma melhor organização e gestão das atividades trazendo informações essenciais para o mecânico da manutenção como os itens a serem reparados, tipo de máquina e data da execução da manutenção.

2.2.3 Manutenção Preditiva

A manutenção que é executada antes da falha de um equipamento ou máquina, mas somente quando suas condições, pré-estabelecidas por um monitoramento contínuo, indicar que a falha é iminente, essa é a chamada manutenção preditiva ou sob condições (Lafraia, 2014).

Já para Almeida (2016b), a manutenção preditiva é possível diagnosticar a partir das reais condições de funcionamento da máquina, no qual indícios são apresentados quando alguma peça começa a se desgastar ou alguma regulagem é necessária. Os mecânicos definem que o “ouvir da máquina”, são os indícios que ela pode apresentar como temperatura, vibração, ruídos excessivos. Esse tipo de manutenção é realizado a partir de observações reais da máquina, possibilitando o planejamento a curto prazo para uma intervenção de manutenção para troca de peças e a eliminação do defeito.

Segundo Otani e Machado (2008), a manutenção preditiva é aquela que faz um acompanhamento de variáveis e parâmetros de desempenho de máquinas e equipamentos, a fim de definir o instante correto da intervenção, com máximo de aproveitamento.

2.2.4 Manutenção Produtiva Total (TPM)

A manutenção produtiva total segundo Hutchins (1998), ou TPM – *Total Productive Maintenance*, é um programa criado há 20 anos a fim de diminuir custos de produção. O TPM tem por finalidade engajar um senso de união e responsabilidade entre os supervisores, operadores e técnicos da manutenção no qual não apenas se limitar a manter o equipamento funcionando, mas também estender e otimizar o seu desempenho global.

Já Almeida (2016a) traz a manutenção produtiva total como um programa de treinamento para os operadores, que passam a dar suporte no monitoramento da máquina no exercício das atividades e executam operações de manutenção que não exigem muito domínio,

como por exemplo uma troca de filtro de óleo (prática de manutenção preventiva. Mas para implantar essa manutenção o programa TPM deve se basear em 5 pilares:

- Eficiência dos equipamentos;
- Autorreparo, significa a manutenção autônoma com aproveitamento da mão de obra dos operadores em pequenas circunstâncias.
- Planejamento, realizando uma gestão das atividades preventivas e preditivas;
- Treinamento, a fim de capacitar e motivar a equipe de trabalho;
- Ciclo de vida, tirar proveito da vida útil das máquinas e equipamentos.

2.3 Gestão da manutenção

Diante do atual cenário do país, a manutenção industrial ela é considerada um setor chave na indústria. Muitas empresas procuram traçar estratégias para adquirir vantagens competitivas em relação ao custo, serviço, qualidade, prazo de entregas e outros fatores relacionado ao mercado. A gestão da manutenção tem a função vital para contribuir com a competitividade da empresa (BERTOLINI, 2004).

Realizar essa gestão é um processo para adequar medidas que beneficiem a manutenção industrial como:

- A extensão da vida útil de máquinas e equipamentos;
- Controle de estoque e reposição – a fim de uma falha inesperada possa realizar uma substituição por reposição sem prejudicar a produção;
- Controle de gastos e de investimentos - orçar peças e equipamentos a fim de encontrar preços mais competitivos mantendo a qualidade do produto;
- Promover a segurança dos colaboradores - evitar um possível acidente que possa gerar afastamento do trabalhador e invalidez do mesmo;
- Oferecer treinamento aos operadores.

Segundo Porter (1989), para se ter uma gestão da manutenção eficiente e competitiva, é necessário traçar um plano de melhoria contínua quanto ao custo da manutenção e apresentar o diferencial do seu produto ou serviço com relação aos demais.

Empresas optam por focar em suas competências centrais e para não haver risco de perder com seus prazos, a escolha por terceiros representa uma importante estratégia de gestão. Isso faz com que atividades secundárias não sobrecarreguem as atividades principais. Portanto,

estabelecer a gestão da manutenção é também gerir os *Stakeholders* (partes interessadas), no caso os fornecedores. (WANG e LY, 2015).

A gestão segundo Schultz (2016) é o conjunto de práticas e de atividades fundamentadas sobre o um certo número de fundamentos que visam atender um objeto. Traçar uma estratégia bem definida pode ser o fator chave para o sucesso desse setor na indústria. As mudanças tecnológicas e novas metodologias gerenciais influenciaram a forma pela qual a manutenção é vista. Um bom exemplo de gestão empregado as empresas é o *Just In Time* (na hora certa) que se concentrou na redução do tempo de entrega e melhor qualidade da produção.

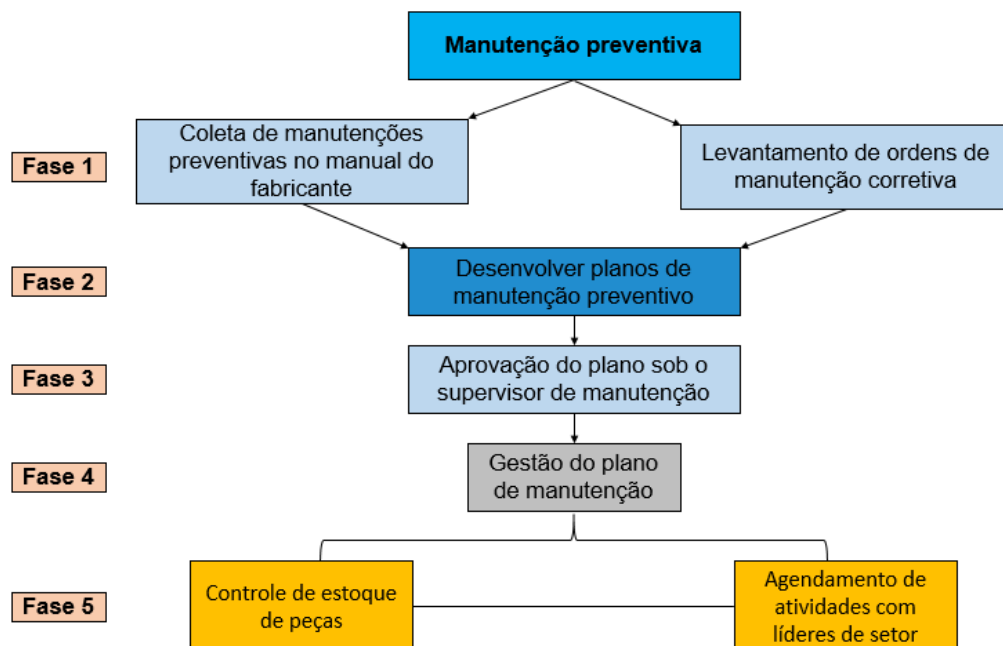
3 METODOLOGIA

O capítulo de metodologia apresenta de que forma os processos foram organizados na realização do trabalho. Dessa forma, a metodologia empregada na utilização deste trabalho foi a Modelo Cascata a qual se descreve as etapas de um projeto de ordem sistemática, ou seja, etapas interagente e interdependentes.

A modelo cascata é uma metodologia que as diferentes fases de desenvolvimento seguem uma sequência: A primeira etapa se direciona para a segunda e essa se movimenta para a terceira e assim por diante. O presente trabalho foi um estudo de caso aplicado em uma empresa metalmeccânica da cidade de Cachoeira do Sul (RS)

A Figura 2, indica as etapas do desenvolvimento do trabalho que se origina a partir dos objetivos específicos. Em consequência disso, foi exemplificado um roteiro para atender a metodologia cascata, o qual cada fase corresponde os as etapas para a implementação da manutenção preventiva.

Figura 2 - Fases do desenvolvimento do projeto



Fonte: Autor (2019).

Para fins da pesquisa e composição do trabalho foram selecionados 5 grupos de máquinas críticas, as quais foram selecionadas através de dois critérios, o custo de manutenção e importância da máquina para o setor. As proposições abaixo descrevem as fases do roteiro da manutenção preventiva:

- Fase 1: essa fase se refere a pesquisa e estudo de informações contidas no manual do fabricante das máquinas e ao levantamento de ordens corretivas registradas pelo setor da manutenção. Com as informações contidas no manual, é possível determinar quais são as atividades e a frequência que a manutenção deve seguir. Através das ordens corretivas é possível mostrar quais são as máquinas que apresentam um maior número de falhas, tornando-se uma máquina crítica para empresa;
- Fase 2: na sequência para desenvolver os planos de manutenção das máquinas a empresa conta com um software de gestão, Cigam. Esse software de gestão é uma ferramenta que garante o cadastro das máquinas e auxilia na criação da maioria dos planos de manutenção. Porém ele não é efetivo quanto a função de gerir as alocações das manutenções nos dias úteis e a disponibilidade de mão de obra para a manutenção. A Figura 3, apresenta o modelo de plano de manutenção das máquinas a ser desenvolvido.

Figura 3 - Modelo de Plano de Manutenção Preventivo

<i><Logo da empresa></i>	<NOME DA EMPRESA> <REVISÃO DA MÁQUINA XXX>	MANUTENÇÃO
Descrição da Manutenção:		
Equipamento:	<XXX>	
Tipo de Revisão:	<XXX>	Setor: <XXX> ✓
Solicitado:	▶ Itens da manutenção serem realizados	
	▶	
	▶	
	▶	
	▶	
Responsável:	<XXX>	Equipe: <XXX>
Horímetro na revisão: XXX		
Materiais do Serviço		Unid. Med.
<XXX>		<XXX>
		Quant.
		<XXX>
Serviço Executado		
Atividade	Executante da Atividade	
MANUTENCAO PREVENTIVA	XXX	
<XXX>		
Data e Hora: ____/____/____ às ____:____.		
_____ Executante da Manutenção		
_____ Responsável do setor		

Fonte: Autor (2019).

- Fase 3: a aprovação do plano de manutenção preventivo das máquinas críticas será feita pelo supervisor do setor da manutenção e a sua equipe;
- Fase 4: trata-se de uma fase que demanda uma organização de diferentes níveis estratégicos da empresa como, supervisores de setores, mecânicos da manutenção e gerência. O fator determinante para garantir a aplicabilidade da gestão do plano é o fluxo de informação entre as partes interessadas;
- Fase 5: trata-se do desmembramento da fase 4, são as ramificações da gestão do plano de manutenção que é sustentada em 2 pilares:
 - Controle de estoque de peças: cabe ao gestor de manutenção preventiva ter a responsabilidade de verificar, organizar e controlar o estoque de materiais e peças para a manutenção aliado à procura de fornecedores com um melhor custo benefício. Para ter o controle do estoque, foram criadas planilhas eletrônicas para cada tipo de máquina;
 - Agendamento de atividades com líderes de setor: com o objetivo de organizar as tarefas e distribuir as atividades de manutenção durante o mês, foi criada uma agenda de manutenção preventiva através de planilha eletrônica. Posteriormente, é uma tarefa do gestor de manutenção preventiva verificar com os líderes de setor por meio de conversa informal, a disponibilidade da parada das máquinas.

A implantação do sistema de gestão da manutenção preventiva na indústria, portanto foi baseada em atender os objetivos específicos. É importante ressaltar que o registro do documento de execução das atividades é primordial para a empresa, pois um eventual problema da máquina pode vir a ser diagnosticado pelo histórico das manutenções da mesma.

4 RESULTADOS

Para analisar a efetividade da implementação do sistema de gestão da manutenção preventiva da empresa metalmecânica em um curto intervalo de tempo, será levado em conta fatores como custo do setor de manutenção e a criticidade das máquinas da empresa.

4.1 Identificação das máquinas críticas

Para identificação das máquinas críticas da empresa, é importante ressaltar que um dos critérios para determinar a criticidade de uma máquina foi com relação aos custos que o setor de manutenção da empresa apresentou até o presente momento. A Figura 4 ilustra os custos dos três principais tipos de manutenção, corretiva, melhorias e preventiva, correspondentes aos anos de 2018 e 2019 até o mês de outubro.

Figura 4 - Custo dos três tipos de manutenção nos anos de 2018 e 2019



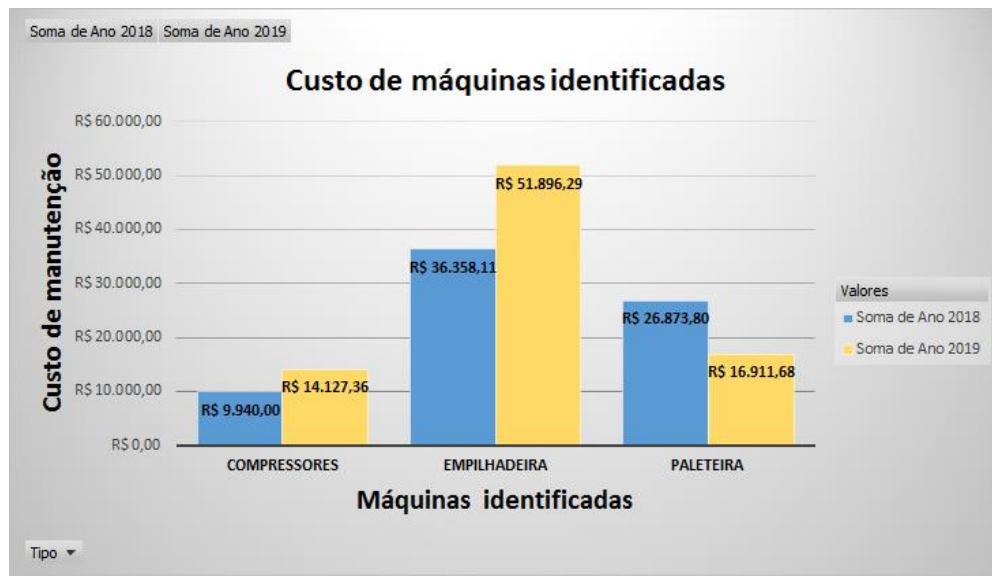
Fonte: Autor (2019).

Com base nesse cenário, o aumento dos custos de manutenção se deve ao número de máquinas novas adquiridas, as melhorias na planta da fábrica e a implementação da manutenção preventiva. O custo em qualquer empresa é um fator que deve ser considerado um dos critérios para identificar a criticidade das máquinas. Seguindo na análise do custo de manutenção, foi verificado algumas máquinas que tiveram um gasto representativo ao longo do ano para o setor. Em virtude disso, foi selecionado as máquinas como, empilhadeiras, paleteiras e compressores

que justificam o seu custo significativo na manutenção para elaboração de um plano de manutenção preventivo.

A Figura 5 ilustra os custos de manutenção nos dois últimos anos com relação as máquinas selecionadas para este estudo.

Figura 5 - Custo de manutenção de máquinas identificadas



Fonte: Autor (2019).

Com base nos dados acima é possível afirmar que o aumento dos custos das máquinas empilhadeiras e compressores é justificado pela aquisição de máquinas novas em ambos os casos, melhoria e efetividade do plano de manutenção preventivo e das paradas não planejadas. Já a redução do custo com as paleteiras se deve a frequência das manutenções preventivas realizadas, melhor gestão de estoque e não aquisição de máquinas novas. Importante ressaltar que os dados de 2019 foram retirados até o fechamento do mês de outubro, diferentemente do de 2018 que possui os dados do ano.

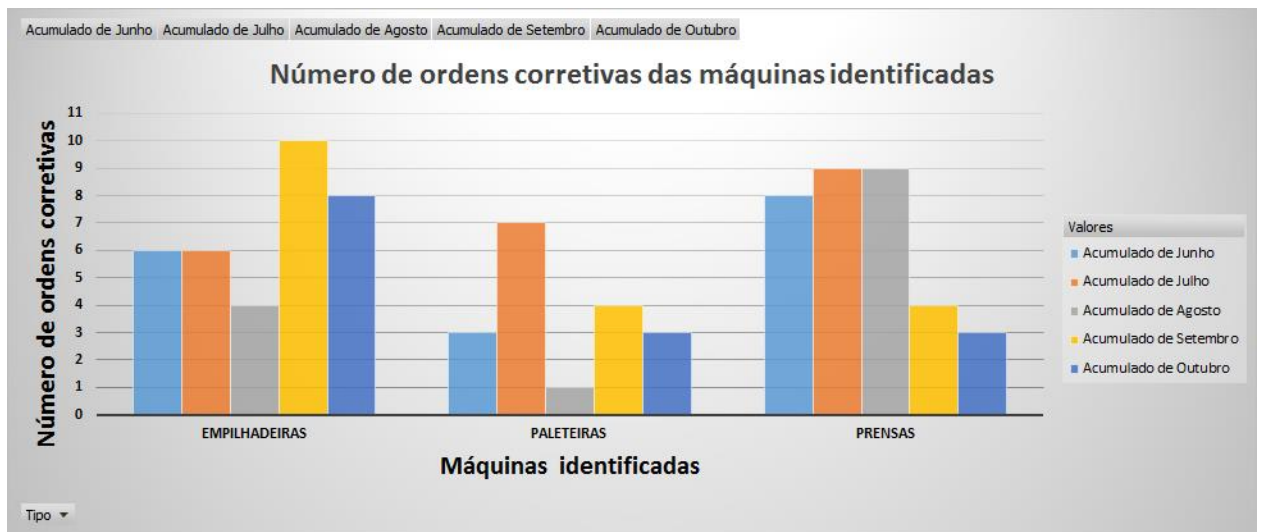
Além de ser analisado o custo com a manutenção, o outro critério para adotar a estratégia da manutenção preventiva, foi o da importância das máquinas que por uma eventual parada (corretiva) acaba por atrasar a produção. Desta forma as máquinas de corte a laser e prensas foram consideradas máquinas críticas.

Para compor este trabalho foi realizado o estudo de caso através desses 5 grupos de máquinas para a implementação do sistema de gestão da manutenção preventiva. É importante ressaltar que essa estratégia adotada pela manutenção está sendo aplicada em todos os setores da empresa, visto que é um plano de melhoria em para todos os níveis estratégicos da empresa.

4.2 Ordens de serviço

As ordens de serviço é uma forma de formalizar o serviço a ser prestado por causa das paradas das máquinas quando a mesma apresenta uma falha. Essas ordens são registradas em planilhas eletrônicas para controle e monitoramento das atividades. A Figura 6 ilustra o número de solicitações de ordens de serviço das máquinas envolvidas no estudo do período de junho a outubro.

Figura 6 - Solicitações de ordens de serviço da manutenção corretiva



Fonte: Autor (2019).

O período retirado das ordens de serviço corretivas foi o mesmo que as preventivas começaram a ocorrer regularmente. Pode-se notar a redução do número de ordens corretivas com passar dos meses nas máquinas prensas e paleteiras, no qual é justificado pelo maior vigor da manutenção preventiva. Mas isso não se repetiu com as empilhadeiras, são máquinas que estão tendo um maior acompanhamento para que ano que vem seja feita melhorias estratégicas que já estão traçadas em um plano de mudanças.

4.3 Apresentação dos planos de manutenção

Identificado as máquinas críticas pelo setor de manutenção, foram elaborados planos de manutenção preventivo a serem seguidos pelos mecânicos. Os planos foram elaborados e aprovados pelo supervisor de manutenção os quais estão sendo executados diariamente. As

características dos modelos de plano de manutenção preventivo seguem um mesmo padrão conforme abaixo:

- No campo solicitado, é colocada as atividades a serem executadas pelo responsável da manutenção;
- No campo material do serviço, cabe ao executante da manutenção registrar que materiais e peças ele utilizou na manutenção da máquina;
- No campo serviço executado, cabe ao responsável pela manutenção descrever a sua atividade desempenhada na máquina.

Para melhor compreensão, os planos de manutenção preventivo das empilhadeiras, compressores, paleteiras, prensas e corte laser, as quais foram máquinas selecionadas para o estudo deste trabalho serão mostradas sucessivamente. A Figura 7 mostra o plano de manutenção preventivo das empilhadeiras.

Figura 7 - Plano de manutenção preventiva das empilhadeiras

<<LOGO DA EMPRESA>>	<< EMPRESA XX >>		MANUTENÇÃO
	REVISÃO DE EMPILHADEIRAS		
Descrição da Manutenção:			
Equipamento:	MF 365 – Empilhadeira Hyster		
Tipo de Revisão:	REVISÃO 250, 500, 1000 e 2000 HORAS	Setor:	Expedição/logística <input checked="" type="checkbox"/>
Solicitado:	➤ Trocar óleo, filtro motor, ajuste folga da correia, limpeza do radiador, engraxar todos os pontos de graxa e limpeza do rodogás (250 horas)		
	➤ Limpar e lubrificar a torre de elevação e superfície de deslizamento correntes de elevação e pino rei, verificar o fluido de freio e lubrificar deslocamentos da torre (500 horas)		
	➤ Substituir o elemento do filtro de ar, substituir o filtro de GLP (linha), substituir velas e substituir arruela de vedação do bujão do cárter (1000 horas)		
	➤ Substituir filtro e óleo da transmissão, substituir graxa dos rolamentos das rodas, examinar sapatas e tambores do freio, regulagem da torre e revisar alternador (2000 horas)		
Responsável :	<< SUPERVISOR DE MANUTENÇÃO >>		Equipe: << EMPRESA XX >
Horímetro na revisão:			
 Materiais do Serviço			Unid. Med.
			Quant.
Serviço Executado			
Atividade	Executantes das Atividades		
MANUTENCAO PREVENTIVA	<< MANTENEDOR XX >>		
Data e Hora: ____/____/____ às ____:____.			
<hr/> Executante da Manutenção			
<hr/> Supervisor de Manutenção			

Fonte: Autor (2019).

O plano de manutenção das empilhadeiras é montado de acordo com a periodicidade indicada pelo fabricante para troca dos itens. Essa periodicidade corresponde ao número de horas trabalhadas pela máquina, horímetro, que no caso das empilhadeiras é feita a cada 250, 500, 1000 e 2000 horas de trabalho.

Posteriormente, a Figura 8 mostra o plano de manutenção dos compressores da empresa.

Figura 8 - Plano de manutenção dos compressores

<< LOGO DA EMPRESA >>		<< EMPRESA XX >>		MANUTENÇÃO
		REVISÃO DE COMPRESSORES		
Descrição da Manutenção:				
Equipamento: MF 1407 - Compressor Schulz 4030				
Tipo de Revisão:		<u>PREVENTIVA 2.000, 4000 e 18000 horas</u>	Setor:	MANUTENÇÃO <input checked="" type="checkbox"/>
Solicitado	➤ Filtro de óleo, filtro de ar, limpeza do radiador e verificar as mangueiras (2000 horas)			
	➤ Troca do óleo, colocar graxa no motor e troca do separador (4000 horas)			
	➤ Troca dos rolamentos do motor e da unidade, troca da correia, troca das mangueiras, troca do reparo da admissão, troca do cilindro da admissão, troca da retenção da admissão, troca do pré-filtro, pós-filtro e limpeza da máquina (18000 horas)			
Responsável :		<< SUPERVISOR DE MANUTENÇÃO >>		Equipe: << EMPRESA XX >>
Horímetro na revisão:				
Materiais do Serviço			Unid. Med.	Quant.
Serviço Executado				
Atividade		Executantes das Atividades		
MANUTENCAO PREVENTIVA		<< MANTENEDOR XX >>		

Data e Hora: ____/____/____ às ____:____.

Executante da Manutenção_____
Supervisor de Manutenção

Fonte: Autor (2019).

Assim como o plano das empilhadeiras, os compressores são controlados por horímetros para a realização da manutenção. Atualmente contamos com seis compressores controlados por horímetros que dão suporte a fábrica. Suas manutenções devem ser feitas a cada 2000, 4000 e 18000 horas segundo o fabricante.

A configuração dos modelos dos planos de manutenção das paleteiras, corte laser e prensas foram criados por meio da plataforma Cigam, pois são máquinas que tem suas manutenções regulamentadas por uma periodicidade regular, não necessitando de horímetro para controle das manutenções como as máquinas anteriores.

A Figura 9 mostra o plano de manutenção das paleteiras da empresa, que contam com quinze máquinas.

Figura 9 - Plano de manutenção das paleteiras

<< LOGO DA EMPRESA >>	<< EMPRESA XX >>		Data: 23/11/2019	
	ORDEM DE SERVIÇO		Folha: 1 de 1	
			Hora: 01:05	
			CIGAM - 1519	

ORDEM DE SERVIÇO Nº: **005562**
 Cliente: << EMPRESA XX >> PROGRAMADO:

Descrição da Manutenção:				
Equipamento:	2 - PALETEIRA ELETRICA 1000KG PALETRANS PX 1235 - MF722			
Tipo de O.S.:	M-MANUTENCAO PREVENTIVA BIMENSAL	Setor:	ESCAPAMENTO	
Solicitado:	<p>A cada 60 dias deve-se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Examinar se não existem vazamentos no sistema hidráulico; - Ajustar folgas nos freios; - Verificar nível de óleo do redutor e óleo hidráulico; - Limpar ou substituir filtro de retorno do óleo; - Ajustar tensão das correntes; - Lubrificar todas partes móveis; - Limpar e lubrificar as correntes; - Engraxar rolamentos das polias; - Engraxar engrenagem e pinhão do motor. <p>A cada 40 dias deve-se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisar e completar nível de água das baterias; - Aperto das conexões e borns; - Revisar a chave fim de curso. 			
Responsável O.S.:	011952 - NATHAN DA SILVA ARUDA	Equipe:	<< EMPRESA XX >>	
Data O.S.: 18/10/19				

Materiais do Serviço		Unid. Med.	Quant.

ATIVIDADES DA ORDEM DE SERVIÇO						
Etapa	Atividade	Data Inicio	Hora Inicio	Data Conclusão	Hora Conclusão	Executantes das Atividades
	MANUTENÇÃO PREVENTIVA					<< MANTENEDOR XX >>
Serviço Executado						

 Executante da Manutenção

Data e Hora: ____ / ____ / ____ às ____ : ____ .

 Supervisor de Manutenção

Fonte: Autor (2019).

O plano da manutenção das paleteiras foi montado com a periodicidades a cada 2 meses ou 60 dias para a manutenção mecânica e 40 dias para manutenção elétrica, pois se trata de uma máquina com elevada frequência de utilização pelos colaboradores da empresa e que carrega materiais e peças de tamanhos variados. Em virtude disso, as paleteiras são consideradas

máquinas críticas sendo necessário um plano de manutenção coerente e com uma regularidade constante.

Seguindo com os planos, a Figura 10 mostra o plano de manutenção das prensas modelo FKL 300 e FKL 200, as quais a empresa conta com 3 máquinas.

Figura 10 - Plano de manutenção da prensa hidráulica

<< LOGO DA EMPRESA >>	<< EMPRESA XX >> ORDEM DE SERVIÇO	Data: 23/11/2019 Folha: 1 de 1 Hora: 01:05 CIGAM - 1519
ORDEM DE SERVIÇO Nº: 005606 Cliente: << EMPRESA XX >>		PROGRAMADO:
Descrição da Manutenção:		
Equipamento:	1 - PRENSA HIDRAULICA PH300 A-30 300ton - MF887	
Tipo de O.S.:	L-MANUTENCAO PREVENTIVA MENSAL	Setor: PRENSAS
Solicitado:	001-SOLICITADO: A cada 30 dias deve-se realizar a manutenção dos seguintes itens: 1- Verificar as conexões, tubos e mangueiras hidráulicas se não apresentam vazamentos; 2- Eliminar vazamentos de óleo e água; 3- Verificar filtro de óleo; 4- Verificar filtros de ar; 5- Reaperto dos parafusos dos flanges dos cilindros hidráulicos; 6- Reaperto dos parafusos de ajuste das guias; 002-SOLICITADO: A cada 1 ano deve-se realizar a manutenção dos seguintes itens: 1- Trocar os filtros de ar (3 unidades);	
Responsável O.S.:	011952 - NATHAN DA SILVA ARUDA	Equipe: << EMPRESA XX >>
Data O.S.: 05/11/19		
Materiais do Serviço		Unid. Med. Quant.
ATIVIDADES DA ORDEM DE SERVIÇO		
Etapa	Atividade	Data Início Hora Início Data Conclusão Hora Conclusão Executantes das Atividades
	MANUTENÇÃO PREVENTIVA	<< MANTENEDOR XX >>
Serviço Executado		

Data e Hora: ____/____/____ às ____:____.

 Executante da Manutenção

 Supervisor de Manutenção

Fonte: Autor (2019).

As prensas independentes do modelo possuem planos de manutenção similares, trata-se de máquinas que são exigidas em altas condições de temperatura óleo e pressão, e por essa razão devem ter um período de monitoramento de 30 dias.

Por último, a Figura 11 mostra o plano de manutenção preventivo da máquina corte laser CNC.

Figura 11 - Plano de manutenção da máquina corte laser

<< LOGO DA EMPRESA >>	<< EMPRESA XX >> ORDEM DE SERVIÇO	Data: 23/11/2019 Folha: 1 de 1 Hora: 01:05 CIGAM - 1519
ORDEM DE SERVIÇO Nº: 005660 Cliente: << EMPRESA XX >>		PROGRAMADO:
Descrição da Manutenção:		
Equipamento:	1 - MAQUINA DE CORTE A LASER COM CNC - MF845	
Tipo de O.S.:	L-MANUTENCAO PREVENTIVA MENSAL	Setor: LASER
Solicitado:	001-SOLICITADO: Revisão geral da máquina a cada 30 dias: 1- Lubrificação das guias lineares; 2- Verificar botões de emergência e barreira de luz; 3- Verificar funcionamento das tampas dos setores de exaustão; 4- Limpar o regulador; 5- Inspeção das vedações da porta; 6- Verificar se não há vazamentos na tubulação de conexão; 7- Verificar e tencionar a corrente de rolos; 8- Limpar e lubrificar a corrente de rolos; 9- Verificar danos e realizar limpeza das sanfonas; 10- Limpeza e lubrificação eixo Z; 11- Verificar e repor água deionizada; 12- Limpar radiador do Shiler com ar comprimido; 13- Esvaziar câmaras de aspiração; 14- Limpar as rodas das bandejas. 002-SOLICITADO: Revisão da máquina a cada 180 dias: 1- Limpeza dos espelhos; 2- Alinhamento do laser; 3- Troca dos filtros Polyglass (Cigam: 04.02.00.3676) 003-SOLICITADO: Revisão da máquina a cada 360 dias: 1- Elemento filtrante de pasta celuloica 50 UM (cigam: 04.02.00.3678); 2- Cartucho de resina patrone (cigam: 04.02.00.3679); 3- Filtro da bomba de vácuo becker (cigam: 04.02.00.0655); 4- Óleo da bomba de vácuo (cigam: 04.02.00.3680); 5- Elemento filtrante ultrafino (cigam: 04.02.00.3681);	
Responsável O.S.:	011952 - NATHAN DA SILVA ARUDA	Equipe: << EMPRESA XX >>
Data O.S.: 19/11/19		
Materiais do Serviço		Unid. Med. Quant.
ATIVIDADES DA ORDEM DE SERVIÇO		
Etapa	Atividade	Executantes das Atividades
	MANUTENÇÃO PREVENTIVA	<< MANTENEDOR XX >>
Serviço Executado		
		Data e Hora: ____ / ____ / ____ às ____ : ____ .
_____ Executante da Manutenção		_____ Supervisor de Manutenção

Fonte: Autor (2019).

A máquina de corte laser possui um plano regular com periodicidades que variam, dependendo da atividade, pois trata-se de uma máquina com alta complexidade e que trabalha em 3 turnos. A empresa conta com apenas uma máquina de corte laser, portanto a execução das manutenções da mesma visa garantir o seu pleno funcionamento.

4.4 Gestão das atividades de manutenção

As atividades de manutenção são geridas através de duas ferramentas: Cigam (*software* de gestão) e uma planilha eletrônica. O software é responsável por garantir que atividades de manutenção preventiva cadastradas sejam executadas, porém o programa não é capaz de garantir uma distribuição da mão de obra das atividades de manutenção preventivo. Então para uma melhor organização e alocação dos mecânicos para suas atividades foi elaborado um calendário de manutenção preventivo mensal. A Figura 12 ilustra a organização do calendário das atividades de manutenção preventiva na empresa.

Figura 12 – Calendário das atividades de manutenção preventiva.

Calendário das Manutenções Preventivas -OUTUBRO						
TURNO	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	
Manhã-M		MF300-MANTENEDOR 01	MF168-MANTENEDOR 01	MF1049-MANTENEDOR 03	LIMPEZA SETOR	
Tarde-M			MF253-MANTENEDOR 02	MF126-MANTENEDOR 02	MF1484-MANTENEDOR 02	
Manhã-E	01/10/2019			MF452-MANTENEDOR 06	MF503-MANTENEDOR 05	
Tarde-E			MF905-MANTENEDOR 05	MF453-MANTENEDOR 07	MF422-MANTENEDOR 06	
TURNO	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	
Manhã-M	MF707-MANTENEDOR 04	MF174-MANTENEDOR 02	MF1056-MANTENEDOR 03	MF1365-MANTENEDOR 03	LIMPEZA SETOR	
Tarde-M	07/10/2019	08/10/2019	09/10/2019	10/10/2019	11/10/2019	MF1432-MANTENEDOR 03
Manhã-E	MF1501-MANTENEDOR 07	MF1282-MANTENEDOR 05	MF342-MANTENEDOR 06	MF1319-MANTENEDOR 07	MF455-MANTENEDOR 05	
Tarde-E	MF427-MANTENEDOR 06	MF383-MANTENEDOR 07	MF348-MANTENEDOR 05	MF1376-MANTENEDOR 06	MF497-MANTENEDOR 06	
TURNO	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	
Manhã-M	MF079-MANTENEDOR 02	MF664-MANTENEDOR 03	MF286-MANTENEDOR 02	MF1225-MANTENEDOR 03	LIMPEZA SETOR	
Tarde-M	14/10/2019	15/10/2019	16/10/2019	17/10/2019	18/10/2019	MF1485-MANTENEDOR 02
Manhã-E	MF769-MANTENEDOR 03	MF924-MANTENEDOR 02	MF234-MANTENEDOR 04	MF1318-MANTENEDOR 07	MF1232-MANTENEDOR 05	
Tarde-E	MF1326-MANTENEDOR 07	MF1321-MANTENEDOR 06	MF1320-MANTENEDOR 06	MF871-MANTENEDOR 06	MF460-MANTENEDOR 07	
TURNO	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	
Manhã-M	MF1348-MANTENEDOR 02	MF1431-MANTENEDOR 03	MF1433-MANTENEDOR 03	MF509-MANTENEDOR 02	LIMPEZA SETOR	
Tarde-M	21/10/2019	22/10/2019	23/10/2019	24/10/2019	25/10/2019	MF1056-MANTENEDOR 03
Manhã-E	MF1050-MANTENEDOR 03	MF362-MANTENEDOR 02	MF180-MANTENEDOR 02	MF366-MANTENEDOR 02	MF498-MANTENEDOR 05	
Tarde-E	MF396-MANTENEDOR 06	MF684-MANTENEDOR 07		MF509-MANTENEDOR 07	MF574-MANTENEDOR 06	
TURNO	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	
Manhã-M	MF009-MANTENEDOR 02	MF1368-MANTENEDOR 03	MF409-MANTENEDOR 01	MF1369-MANTENEDOR 03		
Tarde-M	28/10/2019	29/10/2019	30/10/2019	31/10/2019		
Manhã-E	MF188-MANTENEDOR 04	MF845-MANTENEDOR 02	MF1098-MANTENEDOR 02	MF1099-MANTENEDOR 02		
Tarde-E	MF1353-MANTENEDOR 05	MF1350-MANTENEDOR 07	MF1328-MANTENEDOR 06	MF1327-MANTENEDOR 05		

Fonte: Autor (2019).

Para visualização do calendário de manutenções preventivas, as atividades desempenhadas pelos mantenedores correspondem as linhas em cinza e os eletricitistas as linhas em branco. Um dos requisitos para a formação do calendário é de preferencialmente não sobrecarregar as atividades de um mesmo funcionário no dia corrente. Essa medida tem por objetivo fazer com que o executante de manutenção possa atender as manutenções corretivas ao longo do dia. A elaboração do calendário de manutenção preventivo trouxe resultados como:

- Distribuir as atividades de manutenção mensalmente;
- Facilitar a rápida visualização e interpretação de cada atividade a ser executada pelos mecânicos;
- Não sobrecarregar o mecânico apenas com atividades preventivas diárias;
- Fácil acompanhamento das atividades pelo supervisor;

- Gerar indicadores de manutenção preventivo.

4.5 Gestão do estoque de materiais para manutenção preventiva

O setor de manutenção possui a autonomia para fazer solicitações de compra de materiais, peças e máquinas. Para uma melhor otimização de espaço e controle desses materiais, inicialmente é coletado as notas fiscais das compras do setor de manutenção e registradas em planilhas eletrônicas de custos. Posteriormente as mercadorias são realocadas em seus espaços no setor da manutenção e contabilizadas por meio de uma planilha eletrônica para monitoramento de estoque de manutenção preventivo. Mudanças significativas e com pequeno investimento foram feitas para melhor gerenciamento do estoque de manutenção como, a elaboração de espaços físicos para colocar os materiais comprados e a elaboração de planilhas eletrônicas.

A Figura 13 mostra a planilha de estoque das peças preventiva do setor de empilhadeiras da empresa. Vale ressaltar que as células em vermelho nas planilhas de estoque preventivo têm a função de sinalizar quando os itens de manutenção estão em estoque mínimo, menor ou igual a uma peça.

Figura 13 – Estoque de peças preventivas das empilhadeiras

Estoque das Empilhadeiras					
Nome	Cigam	Referência	Unidade	Nº itens	
FILTRO DE AR EMPILHADEIRAS HYSTER/YALE VX	04.02.00.0861	P603712	PC	6	
FILTRO HIDRÁULICO	04.02.00.3736	P551551	PC	2	
FILTRO DA TRANSMISSÃO	04.02.00.3737	4020588	PC	3	
FILTRO DO ÓLEO TECFIL TM5	04.02.00.3738	246181	PC	2	
FILTRO DE ÓLEO TECFIL PSL 171	04.02.00.3739	PSL 171	PC	2	
FILTRO DE ÓLEO HIDRÁULICO	04.02.00.3740	1707194	PC	10	
RODOGÁS RECONDICIONADO	04.02.00.0314		PC	4	
ÓLEO MOTOR IPIRANGA 10W40 1L	04.02.00.4040	10W40	L	19	
ÓLEO MOTOR MOBIL SUPER MIL 20W50 1L	04.02.00.3577	20W50	L	24	
LUBRIFICANTE DE CORRENTES SUPER MOTO CHAIN LUBE	04.02.00.1703		PC	30	
DESENGRIPANTE	04.02.00.0952		PC	37	
CABO DE IGNIÇÃO BOSCH	04.02.00.3852		PC	2	
CARÇAÇA FILTRO DE AR	04.02.00.3873		PC	3	
ALTERNADOR EMPILHADEIRA	04.02.00.3735		PC	1	
VELA NGK BPMR7A	04.02.00.1249		PC	1	
PNEU 650x10 T900	04.02.00.1985		PC	0	PC Peça
PNEU DIANTEIRO 28x9x15	04.02.00.2759		PC	2	L Litros

Fonte: Autor (2019).

O estoque preventivo das empilhadeiras é um dos que mais exige monitoramento em virtude da sua alta rotatividade. Uma das mudanças para o setor de manutenção foi a elaboração

de um espaço destinado para alocar esses itens e o controle do número de itens por meio da planilha eletrônica.

A Figura 14 descreve como é a disposição da planilha do estoque de peças preventivas dos compressores.

Figura 14 - Estoque de peças dos compressores

Estoque dos Compressores							
Nome	Cigam	Referência	Unidade	Nº itens			
Graxa Marfak 20KG	04.02.00.0004		BD	1			
Filtro oleo	04.02.00.2251	007.0023-1/AT	PC	4			
Óleo mineral 4000 SCHULZ 20L	04.02.00.1889		GL	2			
Elemento filtrante 1º (AR)	03.04.00.0063	007.0170-0/AT	PC	2			
Elemento filtrante 2º (AR)	03.04.00.0065	007.0171-0/AT	PC	2			
Pré-filtro	04.02.00.4032	007.0271-0	PC	2			
Pós-filtro	04.02.00.3951	007.0272-0	PC	1			
Elemento separador ar/oleo	04.02.00.1886	021.0148-0	PC	3			
Purgador	04.02.00.2415	007.0384-0	PC	2			
					Legenda		
					BD	Balde	
					PC	Peça	
					GL	Galão	

Fonte: Autor (2019).

A empresa possui um total de sete (7) compressores distribuídos pela fábrica. Por se tratar de um número expressivo de máquinas, cabe ao setor de manutenção ter o controle e monitoramento do estoque de peças, visto que são peças que dependem de um fornecedor em específico. Em virtude disso, é necessário apresentar um estoque mínimo de peças para a realização das manutenções de acordo com plano de manutenção.

Já a planilha de estoque de peças preventiva das paletesiras está disposta de acordo com a Figura 15.

Figura 15 - Estoque de peças das paletesiras

Estoque das Paletesiras							
Nome	Cigam	Referência	Unidade	Nº itens			
CARENAGEM PLASTICA PALETRANS	04.02.00.2310	426009	PC	2			
FECHAMENTO CARENAGEM PX	04.00.00.1571		PC	4			
JOGO DE ESCOVA MOTOR TRACÇÃO	04.02.00.2722	404142	PC	2			
RODAS CHASSI	04.00.00.1555	52 UFS	PC	8			
RODA DE PALETEIRA	04.00.00.1556	79x20	PC	6			
RODA	04.00.00.1557	200-50	PC	17			
RODÍZIO FIXO	04.02.00.3079	FML 82 UFS	PC	18			
RODIZIO GIRATÓRIO GML 82 UFS	04.02.00.2678	GML 82 UFS	PC	1			
SUPORTE RODA FIXA	04.02.00.2679		PC	8			
RODIZIO GIRATORIO 4" VONDER	04.02.00.3617		PC	6			
PROTECAO DAS RODAS PALET. ELETRICA	04.02.00.0987	40421	PC	3			
					Legenda		
					PC	Peça	

Fonte: Autor (2019).

Assim como as empilhadeiras, o estoque das paleteiras apresenta uma significativa rotatividade em virtude do número de máquinas presentes na empresa. O monitoramento do estoque é feito a cada semana para não haver problemas de falta de itens.

Em sequência, a planilha de estoque preventiva das prensas está descrita na Figura 16.

Figura 16 - Estoque de peças das prensas hidráulicas

Estoque das Prensas					
Nome	MF	Cigam	Referência	Unidade	Nº itens
Elemento filtrante	652	04.02.00.3878	PSH486	PC	1
Elemento filtrante	654	04.02.00.3879	927.736	PC	1
Elemento filtrante	300	04.02.00.3880	HR18	PC	1
Filtro de ar	887/1130	04.02.00.3807	INPECA SAC 8538	PC	0
Filtro de óleo		04.02.00.3809	STAUFF SF 6707-MG	PC	0
Filtro de ar	299	04.02.00.4083	Tecfil AP2710	PC	1
Graxa Marfak 20KG	Uso geral	04.02.00.0004		BD	1

Legenda	
PC	Peça
BD	Balde

Fonte: Autor (2019).

Diferentemente como o estoque das máquinas anteriores, as prensas apresentam características de estoque mínimo, pois trata de itens que são trocados uma vez ao ano. Os itens que não possuem estoque na planilha das prensas, é devido a utilização dos filtros em manutenções anteriores.

Finalizando o estoque preventivo, a Figura 17 mostra o estoque de peças da máquina de corte a laser.

Figura 17 - Estoque de peças da máquina corte laser

Estoque da LASER					
Nome	Cigam	Referência	Unidade	Nº itens	
Filtro polyglass	04.02.00.3676	10.033.242	PC	2	
Elemento filtrante C33-262 5MY	04.02.00.3976	7.509.414	PC	2	
Elemento filtrante ultrafino V38/185	04.02.00.3681	501.743	PC	2	
Elemento filtrante A38/185 filtro carvão ativado	04.02.00.3677	7.509.412	PC	2	
Filtro SFA-02-PT	04.02.00.3973	507.170	PC	1	
Filtro da bomba de vácuo becker	04.02.00.0655	502.456	PC	0	
Service parts A	04.02.00.3974	10.059.545	PC	1	
Elemento filtrante de pasta celuloica 50UM R50-BB	04.02.00.3678	10.005.004	PC	1	
Cartucho de resina patrone MB	04.02.00.3679	10.016.379	PC	0	
Filtro 60 mikrons	04.02.00.3975	10.026.830	PC	1	
Lubrificante p/ correntes Mobil chain lube	04.02.00.1703		PC	6	
Mobiltac 375	04.02.00.1704		LT	1	
Oleo motorex FETT 190EP 2L	04.02.00.3967	1971661	L	2	
Chainlube 622 Motorex	04.02.00.3968	1972790	KG	1	
Leybonol LVO 120-oleo para bomba de vácuo	04.02.00.3970		L	1	
Cerlikon GS32	04.02.00.3971		LT	2	
Molykote DX Paste	04.02.00.3972		LT	1	

Legenda	
PC	Peça
LT	Lata
L	Litros
KG	Kilograma

Fonte: Autor (2019).

O estoque preventivo da máquina de corte laser também trabalha com a característica de estoque mínimo, pois são peças de custo elevado que são trocados em manutenções anuais da máquina. Os itens sem peça de reposição, serão adquiridos ainda este ano para a manutenção anual da máquina que está programada para janeiro do ano que vem.

4.6 Indicadores de realização de manutenção preventiva

A efetividade da sistemática de implementação da manutenção preventiva começou a ocorrer a partir da elaboração dos planos de manutenção e a organização do calendário das manutenções preventivas. Para realizar o controle das atividades preventivas, foi elaborado um indicador no qual mostra se as tarefas estão sendo cumpridas pelos executantes de manutenção, como por exemplo a Figura 18 mostra o indicador de manutenção preventiva do mês de outubro.

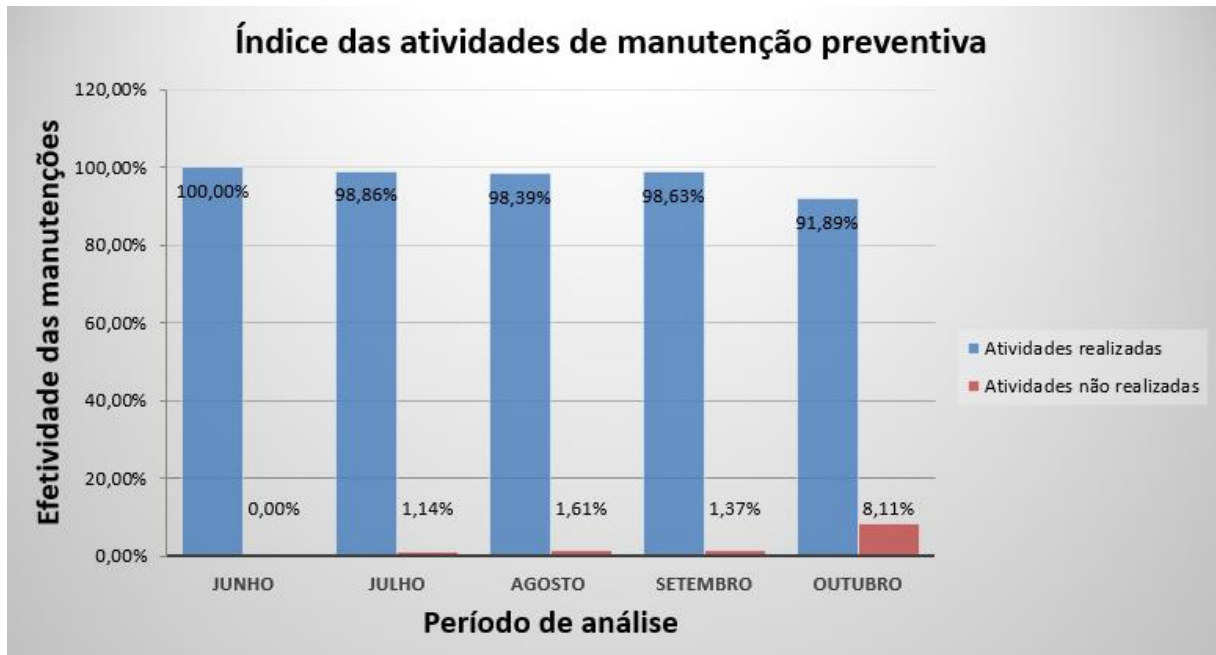
Figura 18 - Indicador de manutenção preventiva do mês de outubro.

Tipo	(Tudo)		
SEMANA	(Tudo)		
Contagem de Encerrado	Rótulos de Coluna		
Rótulos de Linha	Não	Sim	Total Geral
MANTENEDOR 03		14	14
MANTENEDOR 06		14	14
MANTENEDOR 05		16	16
MANTENEDOR 04		3	3
MANTENEDOR 07		7	7
MANTENEDOR 02	6	11	17
MANTENEDOR 01		2	2
Total Geral	6	67	73
Percentual	8,22%	91,78%	

Fonte: Autor (2019).

Esse monitoramento começou a ser feito a partir de junho no qual todas as máquinas que possuem um plano de manutenção preventivo cadastrado no sistema, passam por esse controle. A Figura 19 mostra como está o andamento das atividades preventivas desde o período de sua efetivação.

Figura 19 - Índice das atividades de manutenção preventiva



Fonte: Autor (2019).

É possível verificar que desde a inicialização da gestão da manutenção preventiva, as ordens de serviço geradas estão sendo realizadas pelos mantenedores do setor. Mesmo que uma ordem preventiva não seja executada no período designado para a manutenção, ela não deixa de ser realizada, fica o registro para que seja feita uma reprogramação da atividade.

5 CONCLUSÃO

Com o propósito de encontrar uma estratégia viável para uma melhor gestão da manutenção industrial, na qual garanta uma melhor qualidade e produtividade das máquinas e equipamentos, redução de paradas imprevistas por falha, aumentar a vida útil das peças e equipamentos, a manutenção preventiva foi o tipo de manutenção a ser implantado com base no referencial teórico estudado.

Foi feito um estudo da revisão literária afim de ter conhecimento técnico a respeito dos tipos de manutenção. Isso possibilitou uma análise das características de cada tipo de manutenção, no qual a mais indicada para ser implementada foi a manutenção preventiva. Além do estudo referente aos tipos de manutenção, foi feita uma leitura em manuais e catálogos das máquinas que possibilitou conhecer como a máquina opera, sua demanda, as recomendações de manutenção.

O próximo passo foi a identificação das máquinas críticas presentes, onde foi separado em dois requisitos, custo de manutenção e número de ordens de serviço corretivas. O custo de manutenção está também relacionado não só apenas a peças da máquina, mas também ao período que essa máquina ao falhar acaba por atrasar a produção. Pode-se dizer que foi possível identificar essas máquinas críticas para dar sequência no desenvolvimento da sistemática e no desenvolvimento dos planos de manutenção.

A sistemática de implementação foi desenvolvida com o setor de manutenção para melhor gestão das atividades, através de planilhas eletrônicas, onde foi possível alocar todas as atividades de manutenção preventiva prevista para o seu período. Foram criados os cinco planos de manutenção preventiva das máquinas críticas, documentos aprovados pelo supervisor de manutenção que trouxeram um maior nível de detalhamento das atividades a serem realizados pelos mantenedores. Além disso, as reuniões informais com os gestores das máquinas para comunicar da necessidade de manutenção está se consolidando, isso depende de como está a produção.

O monitoramento e controle da sistemática de manutenção preventiva está sendo aplicado com êxito através de reuniões semanais e indicadores de atividades. As tarefas estão sendo executadas pelos colaboradores, caso não seja possível realizar a atividade, é justificado e remarcada uma nova data para a atividade.

Adotar implementação de um sistema de gestão da manutenção preventiva, portanto, é uma estratégia benéfica que ocorre gradativamente, pois ela tem o objetivo de reduzir o custo e otimizar o tempo de manutenção, planejar as paradas das máquinas e o custo da manutenção.

É possível afirmar que o processo implantado é uma melhoria contínua para setor de manutenção que afeta diretamente demais níveis estratégicos de uma empresa, portanto a manutenção preventiva é uma estratégia viável e que está contribuindo para melhor desempenho das máquinas e otimização do tempo.

6 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Para quem deseja realizar trabalhos voltados na área da manutenção industrial fica a sugestão para a realização de possíveis trabalhos futuros:

- Implementar planos de manutenção para outros tipos de máquinas;
- Verificar a possibilidade de realizar um outro tipo de gestão;
- Adotar outra estratégia de manutenção.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, P. S. D. **Manutenção Mecânica Industrial. Conceitos Básicos e Tecnologia Aplicada**. 1ª. ed. São Paulo: Editora Saraiva, v. 1, 2016.

ALMEIDA, P. S. D. **Manutenção Mecânica Industrial. Princípios Técnicos e Operações**. 1ª. ed. São Paulo: Editora Saraiva, v. 1, 2016.

AZEVEDO, A. L. D. Os Primórdios do Controle Numérico. **Mundocnc**, 2008. ISSN ISSN. Disponível em: <<https://www.mundocnc.com.br/historico.php>>. Acesso em: 20 Junho 2019.

BYSTRONIC. Sistema Corte Laser. **Bystronic do Brasil LTDA**, 2019. Disponível em: <<https://www.bystronic.com.br/pt/Produtos/Sistemas-de-corte-a-laser/>>. Acesso em: 19 Jun 2019.

CIMHSA/TRAVIS. Máquinas CNC. **CIMHSA Máquinas Operatrizes**, 2019. Disponível em: <<https://www.cimhsa.com.br/por/p/product/product/produtos/7/centro-de-usinagem-m-1000.htm>>. Acesso em: 19 Jun 2019.

COSTA, M. D. A. **Gestão Estratégica da Manutenção: Uma Oportunidade para Melhorar o Resultado Operacional**. Dissertação (Dissertação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, p. 24. 2013.

ERZINGER. Cabine de Pintura. **Erzinger**, 2019. Disponível em: <<http://erzinger.com.br/home/produtos-cabinas-de-pintura/>>. Acesso em: 20 Jun 2019.

EVELISE PEREIRA FERREIRA, C. G. E. A. D. M. G. S. A. D. M. L. G. L. V. Gestão estratégica em frigoríficos: aplicação da análise SWOT na etapa de armazenagem e expedição. **Gestão e Produção**, São Carlos, n. 1, p. 1-14, Outubro 2019. ISSN ISSN. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2019000200212&lang=pt#B036>. Acesso em: 20 Jun 2019.

GOMES, C. Site da Info Escola. **Revolução Industrial**, 2006. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/historia/revolucao-industrial/>>. Acesso em: 20 Jun 2019.

HERPICH, C.; FOGLIATTO, F. S. Aplicação de FMECA para Definição de Estratégias de Manutenção e um Sistema de Controle e Instrumentação de Turbogeneradores. **Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial**, Florianópolis, p. 72, Setembro 2013.

LOTTERMANN, A. A. **Elaboração de um Plano de Manutenção para Máquinas de Usinagem de Laboratório de Estudos da FAHOR**. Dissertação (Dissertação em Engenharia Mecânica) - FAHOR. Horizontina , p. 18. 2014.

LUCAS DANIEL DEL ROSSO CALACHE, C. B. P. F. R. L. J. L. C. R. C. Proposta de um modelo de avaliação e de seleção de fornecedores de manutenção industrial utilizando Fuzzy-TOPSIS. **Gestão e Produção**, São Carlos, p. 11, Março 2018. ISSN ISSN. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2019000200218&lang=pt#aff01>. Acesso em: 20 Jun 2019.

MARSON, M. D. A evolução da indústria de máquinas e equipamentos no Brasil: Dedini e Romi, entre 1920 e 1960. **Nova Economia**, Belo Horizonte, p. 686-687, 24 Setembro/Dezembro 2014. ISSN ISSN. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512014000300685#B22>. Acesso em: 20 Junho 2019.

OLIVEIRA, R. G. D. **Estudo para Implantação de um Sistema de Gestão de Manutenção Industrial para uma Indústria de Alimentos**. Dissertação (Dissertação em Engenharia Elétrica) - Universidade São Francisco. Itatiba, p. 15. 2010.

ROMI. Tornos CNC. **ROMI, Maquinas-Ferramenta**, 2019. Disponível em: <<https://www.romi.com/produtos/linha-centur/>>. Acesso em: 20 Jun 2019.

SCHULTZ, G. **Introdução à Gestão de Organizações**. 1ª. ed. Porto Alegre: Editora UFRGS, v. I, 2016.

SILVA, M. L. S. et al. A Importância da Manutenção em Motores Diesel. **Perspectivas** , Rio de Janeiro, v. 8, n. P&D PROVIC, p. 57, Setembro 2018.

SOUZA, R. D. **Análise da Gestão da Manutenção Focando a Manutenção Centrada na Confiabilidade: Estudo de Caso MRS Logística**. Dissertação (Dissertação em Engenharia de Produção. Juiz de Fora, p. 6. 2008.

TECNO PAMPA. Tecnocut. **Tecnopampa Indústria de Máquinas LTDA**, 2019. Disponível em: <<https://www.tecnopampa.com.br/tecnocut>>. Acesso em: 19 Jun 2019.

TELES, J. Tipos e Estratégias de Manutenção de Acordo com a NBR 5462. **Engeteles Engenharia de Manutenção**, 2017. ISSN ISSN. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/tipos-de-manutencao/>>. Acesso em: 26 Abr 2019.

TELES, J. engeteles.com.br. **Engeteles**. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/tipos-de-manutencao/>>. Acesso em: 4 Maio 2019.

VIANA, H. R. G. **Planejamento e Controle da Manutenção**. 6^a. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, v. I, 2014.