

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA
JULIO CESAR DA SILVA

**A IMPORTANCIA DA IMPLANTAÇÃO DO PCM (PLANEJAMENTO E
CONTROLE DE MANUTENÇÃO) DURANTE A REALIZAÇÃO DE
MANUTENÇÕES**

Varginha
2018

JULIO CESAR DA SILVA

**A IMPORTANCIA DA IMPLANTAÇÃO DO PCM (PLANEJAMENTO E
CONTROLE DE MANUTENÇÃO) DURANTE A REALIZAÇÃO DE
MANUTENÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para a obtenção do grau de Engenheiro Mecânico, sob a orientação do Me. Alexandre de Oliveira Lopes.

Varginha

2018

JULIO CESAR DA SILVA

**A IMPORTANCIA DA IMPLANTAÇÃO DO PCM (PLANEJAMENTO E
CONTROLE DE MANUTENÇÃO) DURANTE A REALIZAÇÃO DE
MANUTENÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para a obtenção do grau de Engenheiro Mecânico.

Aprovado em / /

Professor (a)

Professor (a)

Professor (a)

OBS.:

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pela sabedoria e força dadas durante todo o período de graduação, a minha esposa e aos meus filhos pelo apoio moral, paciência e incentivo nesta etapa de minha vida.

Agradeço primeiramente a Deus, por estar ao meu lado todos os dias, a minha mãe, ao meu pai e ao meus irmãos, que me deram muita força e incentivo no decorrer deste curso e em tudo na minha vida, e faço um agradecimento mais que especial, a mulher que faz dos meus dias um melhor que o outro, e que me faz querer cada vez mais estar ao seu lado.

“Transportai um punhado de terra todos os dias e fareis uma montanha.”

- Confúcio

RESUMO

A adequação do setor de manutenção de forma sistemática e padronizada garante uma ação diante do problema formas de resolução do mais rápido, eficiente e com o custo da manutenção corretiva de forma geral mais baixo do que o modelo tradicional. O grande custo causado por esse tipo de manutenção e a qualidade desse trabalho realizado muitas das vezes não são satisfatórios ocasionando as perdas citadas causando uma situação indesejada pelo setor de manutenção, afetando diretamente os indicadores e resultados durante os fechamentos mensais ou por equipamento de tempo de parada de máquina. O trabalho tem como objetivo analisar e otimizar o custo de manutenção corretiva e melhorar a qualidade do trabalho realizado a partir de um sistema e padronização (PCM- Planejamento e Controle de Manutenção). O trabalho será construído através de pesquisa bibliográfica onde as informações serão coletadas em livros, apostilas e guias acadêmicos. O foco é apresentar os principais tópicos do qual é composto o PCM, dentre eles os métodos de estratégia que a manutenção utiliza para abordagem de seus serviços e verificação dos seus resultados, os principais tipos de manutenções praticadas nas empresas, as possíveis formas de estrutura da manutenção, um enfoque de como determinar a necessidade da implantação de um plano preventivo.

Palavras-chave: Controle. Planejamento. Manutenção Corretiva.

ABSTRAT

The adequacy of the maintenance sector in a systematic and standardized way ensures an action before the problem forms of resolution of the fastest, most efficient and with the cost of corrective maintenance generally lower than the traditional model. The great cost caused by this kind of maintenance and the quality of this work performed many times are not satisfactory causing the mentioned losses causing an undesirable situation by the maintenance sector, directly affecting the indicators and results during the monthly closings or by equipment of time of machine stop. The objective of this work is to analyze and optimize the cost of corrective maintenance and improve the quality of the work performed from a system and standardization (PCM - Maintenance Planning and Control). The work will be constructed through bibliographical research where the information will be collected in books, handbooks and academic guides. The focus is to present the main topics of PCM, among them the methods of strategy that the maintenance uses to approach its services and verification of its results, the main types of maintenance practiced in the companies, the possible forms of structure of the maintenance, a focus on how to determine the need to implement a preventive plan.

Keywords: *Control. Planning. Corrective maintenance.*

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CCQ	Círculo de Controle de Qualidade
HD	Horas Disponíveis
HIM	Horas de Indisponibilidade de Manutenção
HP	Horse Power
KW	Kilo Watt
MTBF	Mean Time Between Failures
MTTR	Mean Time To Repair
NBR	Norma Brasileira
NC	Números de Intervenções Corretivas
OM	Ordem de Manutenção
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
PDCA	Plan, Do, Check e Action
SS	Solicitação de Serviço
SDCA	Standard, Do, Check e Act
TMEF	Tempo Médio Entre Falhas
TMEM	Tempo Médio Entre Manutenções
TMP	Tempo Médio de Paralisações
TMPR	Tempo Médio para Reparo
V	Volt

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Indicadores de manutenção.	10
Figura 2. Gestão estratégica.	15
Figura 3. Plano de manutenção/ciclo da informação.....	21
Figura 4. Estrutura convencional ou em linha.....	26
Figura 5. Estrutura matricial.....	27
Figura 6. Estrutura de times de manutenção.	27
Figura 7. Exemplo de ordem de serviço.....	30
Figura 8. Metodologia de Manutenção.....	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. relação dos principais gastos de manutenção.	25
Quadro 2. Processos de sistema de controle.....	28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	INDICADORES DE MANUTENÇÃO	10
3	GESTÃO ESTRATÉGICA DA MANUTENÇÃO	14
3.1	Manutenção estratégica	15
3.1.1	Melhores práticas.....	15
3.1.2	Paradigma moderno.....	16
3.1.3	Competitividade	16
3.1.4	Redução da demanda de serviços	17
4	TIPOS DE MANUTENÇÃO	19
4.1	Manutenção Corretiva.....	19
4.1.1	Manutenção Corretiva não planejada	20
4.1.2	Manutenção Corretiva planejada	20
4.2	Manutenção Preventiva	20
4.3	Manutenção Preditiva.....	21
4.4	Manutenção Detectiva	22
4.5	Engenharia de Manutenção	22
5	PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO.....	24
5.1	Custo.....	24
5.1.1	Classificação dos custos	24
5.1.2	Custo de manutenção por faturamento	25
5.2	Estrutura de manutenção	25
5.2.1	Estruturas de manutenção	25
5.3	Estrutura do sistema de controle	28
5.4	Manutenibilidade	28
5.5	Tagueamento	29
5.6	Codificação de equipamento	29
5.7	Ordem de serviço.....	29
5.8	Sistemas informatizados	30
6	DISPONIBILIDADE COMO FERRAMENTA DA MANUTENÇÃO.....	31
6.1	Disponibilidade.....	31
7	METODOLOGIA	33
8	CONCLUSÃO	34
	REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

Manutenção, sua definição vem do latim *manus ten*, que significa manter o que se tem. A alta competitividade existente no mercado, faz com que as empresas procurem sempre se sobre sair, uma em relação a outro, isto nos remete a manter a produção com o menor custo tendo o menor tempo de indisponibilidade, mantendo as características funcionais da máquina. A partir das primeiras práticas de planejamento de serviços e atividades, com Taylor e Fayol e com o firmamento da manutenção como necessidade absoluta durante a Segunda Guerra Mundial, ocorre o desenvolvimento de técnicas e ações de planejamento, o que no enfoque militar, significa conservar os homens e seus materiais em um nível constante de operação. Esta evolução do planejamento voltado a manutenção, vem sofrendo evoluções constantes, com a inserção de equipamentos tecnológicos auxiliando o mantenedor nos diferentes tipos de manutenções, e facilitando as atividades de controle da manutenção com os sistemas informatizados. Este trabalho objetiva apresentar um entendimento do que é o planejamento e controle de manutenção, onde serão abordadas as principais atividades e um estudo abordando a necessidade ou não de se implantar um plano preventivo em determinado equipamento.

Um dos impactos financeiros de grande potencial dentro de uma empresa são as quebras inesperadas em máquinas e equipamentos ocasionando prejuízos com tempo de produção, mão de obra inoperante, fretes especiais, depreciação do equipamento. Apresentarei uma discussão de como o engenheiro mecânico atual deverá se relacionar com a manutenção corretiva de forma sistemática e padronizada a partir da implantação do PCM (Planejamento e Controle da Manutenção). O grande custo causado por problemas de manutenção e a qualidade desse trabalho realizado muitas das vezes não são satisfatórios ocasionando as perdas citadas causando uma situação indesejada pelo setor de manutenção, afetando diretamente os indicadores e resultados durante os fechamentos mensais ou por equipamento de tempo de parada de máquina. Como reduzir o custo da manutenção (Corretiva, preventiva e preditiva) e melhorar a qualidade do serviço prestado de maneira sistemática e padronizada (PCM)? A utilização do PCM (Planejamento e Controle da Manutenção) otimizará o trabalho e a qualidade do serviço prestado, atentando para o cumprimento das normas (ABNT) e as ações de segurança que cada máquina ou equipamento possui particularmente, utilizando uma atenção especial do engenheiro responsável proporcionando assim uma interação entre todos os níveis dentro do setor de manutenção.

2 INDICADORES DE MANUTENÇÃO

Segundo Teles (2017) O controle da manutenção é feito através da criação e da gestão de indicadores, que servirão como base para a tomada de decisões e desenho de estratégias. Sem os indicadores da manutenção, fica impossível saber se as decisões tomadas são certas ou erradas, assim como em qualquer outra área de atuação. Se caracteriza pela maneira com a qual ocorre a intervenção de um mantenedor ao equipamento, elas se dividem em vários tipos, como se segue a baixo (KARDEC e NASCIF, 2009).

Figura 1. Indicadores de manutenção.



Fonte: O autor.

a) Benchmarking

É o processo de melhoria da performance pela contínua identificação, compreensão e adaptação de práticas e processos excelentes encontrados dentro e fora das organizações. Consiste basicamente na comparação de resultados entre empresas e setores, sendo da mesma área de atuação, ou não (TELES, 2017).

É um método de identificação, conhecimento e adaptação de práticas e processos excelentes de organizações, pautado em análise e comparação de empresas do mesmo seguimento de negócio (KARDEC e NASCIF, 2009). Este método possibilita:

- a) Conhecer as melhores marcas das empresas, com a finalidade de definir metas de curto, médio e longo prazo;
- b) Conhecer as marcas atingidas na sua empresa e apontar as diferenças competitivas;
- c) Conhecer o caminho das melhores práticas.

b) Distribuição de Atividades por Tipo de Manutenção

Esse indicador revela qual o percentual da aplicação de cada tipo de manutenção está sendo desenvolvido. Nos países de primeiro mundo, considera-se que a manutenção corretiva não planejada deve ficar restrita a, no máximo, 20% enquanto os percentuais de preditiva, inspeções e engenharia de manutenção crescem (TELES, 2017).

O autor ainda completa que:

De um modo geral, tanto no Brasil quanto nos Estados Unidos a manutenção preventiva oscila entre 30 e 40% na média. Evidentemente o tipo de instalação ou equipamento pode determinar variações para mais ou menos nesses valores (TELES, 2017, p.4).

c) Backlog

Segundo Teles (2017), o Backlog ou simplesmente a carga futura de trabalho, indica quantos homens hora ou quantos dias, para aquela determinada força de trabalho, serão necessários para executar todos os serviços solicitados.

d) Cumprimento da Programação

Outro aspecto importante ligado ao planejamento e coordenação dos serviços é a relação serviços programados – serviços executados. Além de medir como está andando o planejamento indica, mesmo que indiretamente, a confiabilidade da instalação. O objetivo é que o cumprimento da programação seja de 100% (TELES, 2017).

e) Tempo Médio Entre Falhas (MTBF)

Teles (2017) diz que o cumprimento da programação é um dos indicadores mais importantes para o setor de manutenção. Através dele podemos enxergar globalmente como a manutenção está sendo administrada de um modo geral.

E completa:

Esse indicador consiste basicamente em medir o tempo médio entre uma falha e outra. A forma mais eficiente de administrar esse indicador é aplica-lo a cada equipamento, dessa forma, as ações podem ser aplicadas de forma individual, facilitando as ações (TELES, 2017 p.10).

f) Tempo Médio para Reparo (MTTR)

Esse indicador é usado principalmente para analisar a eficiência dos trabalhos das equipes de manutenção corretiva. Podemos medir de forma prática quanto tempo as equipes dedicam para a solução de problemas corriqueiros e repetitivos, com a finalidade de encontrar uma causa raiz do problema e assim, traçar uma estratégia para solução (TELES, 2017).

g) Disponibilidade

Conforme diz Teles (2017) o cálculo de disponibilidade de um equipamento ou instalação tem muito a dizer sobre os seus processos de manutenção e operação. Uma vez que tenhamos os valores do MTBF e do MTTR, podemos calcular a disponibilidade que é dada pela seguinte relação:

$$\% \text{ disponibilidade} = \frac{TMEF}{TMEF \times TMPR} \quad \text{eq. (1)}$$

h) Retrabalho

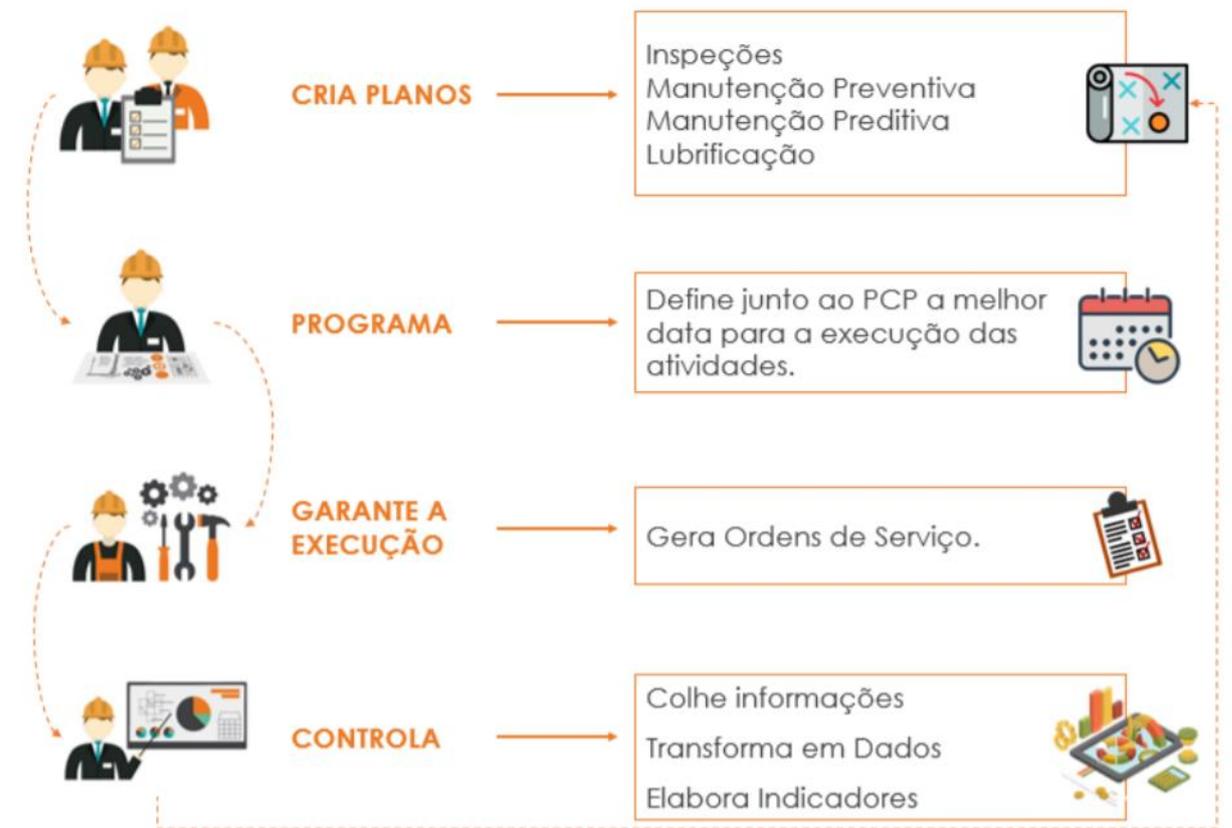
Retrabalhos são repetições ocasionadas por problemas ligados às seguintes falhas: Mão de Obra; Material; Problemas de Projeto; Problemas de Operação (TELES 2017).

O acompanhamento dos retrabalhos permite rastrear sua causa e corrigi-la. Levantamentos levados a efeito no Brasil dão conta que a maior causa dos retrabalhos está relacionada a problemas de mão de obra, o que reforça a necessidade de se investir no treinamento e capacitação (TELES, 2017, p.15).

i) Confiabilidade

A melhoria da confiabilidade passa por uma série de ações que envolvem o projeto, especificação, compra, manutenção, fornecedor ou fabricante etc. No entanto, abordaremos somente as ações que, oriundas da manutenção, promovam a melhoria da confiabilidade de equipamentos e instalações (TELES 2017).

Figura 2. fluxo de trabalho em um ambiente de Planejamento e Controle de Manutenção.



Fonte: TELES (2017).

3 GESTÃO ESTRATÉGICA DA MANUTENÇÃO

É de fundamental importância agir e pensar estrategicamente, para integração eficaz das atividades de manutenção no processo produtivo, centrada rumo à excelência empresarial. Essa nova cultura da manutenção é inserida neste cenário, visto que a alta competitividade e economia globalizada, sucedem mudanças em alta velocidade e a manutenção, precisa ser um agente proativo, pela sua importância na organização (KARDEC e NASCIF, 2009).

Ao invés de se falar “mudança de cultura”, que é um processo lento não condizente com as necessidades atuais, é preciso que a gestão implemente uma “cultura de mudança”, onde o inconformismo com a perpetuação de paradigmas e de práticas seja uma constante (KARDEC e NASCIF, 2009, p. 10)

De acordo com Viana (2002), a determinação para que a estratégia de manutenção, a serem aplicadas no processo produtivo, e seus processos, e a base política da manutenção. Claro que o termo política da manutenção envolve um leque maior na forma de intervir nas máquinas. Para Filho (2008), de modo geral a melhor maneira de resolver os problemas da manutenção de uma empresa é uma combinação de ações estratégicas, e as despesas sejam apenas necessárias: “Contudo ter ações estratégicas onde o risco seja o menor possível”.

As atividades de manutenção resultam de ações estratégicas executadas no dia a dia para prevenir ou corrigir eventuais problemas ou falhas detectadas pelos operadores da produção ou pelas equipes de manutenção. No Gerenciamento da rotina de trabalho da Manutenção poderia ser definido como as ações e verificações diárias conduzidas para que cada pessoa possa assumir as responsabilidades no cumprimento das obrigações (XENOS, 2014).

Os pilares para melhoria do Gerenciamento da rotina são, segundo Xenos (2014):

- a) 5s: Promoção de um ambiente de trabalho agradável e eficiente;
- b) Padronização: Estabelecimento, manutenção e melhoria do sistema de padrões;
- c) Monitoração dos resultados: Por meio da comparação dos itens de controle com as metas;
- d) Crescimento do ser humano: Por meio dos CCQ's e sistema de sugestões;
- e) Ação corretiva: Sobre os desvios dos itens de controle de comparados com as metas;
- f) Melhoramento contínuo: Por meio de giro do SDCA (para manter) e PDCA (para melhora) e do desenvolvimento de novos processos.

Segundo Branco Filho (2008), a Gerência de manutenção é uma parte integrante da empresa e tem como finalidade gerir a manutenção no sentido mais amplo possível da palavra.

Conforme vernáculo “Gerenciar” é ato de gerir, e “gerir” é o ato de dirigir, de administrar, de governar, (Aurélio 1999). Para Filho (2008), “Gerencia de Manutenção” é um conjunto de atos, normas e instruções de procedimentos pertinentes a um sistema de manutenção, que dá o objetivo para a equipe de manutenção como um todo, e para a organização a que ela serve.

3.1 Manutenção estratégica

A manutenção estratégica deve estar focada nos resultados empresariais da organização. Não sendo mais apenas eficiente, mais sim eficaz; ou seja, não apenas reparar os equipamentos em tempo hábil, mas principalmente, manter o equipamento disponível para a produção, diminuindo a probabilidade de uma parada inesperada, aumentando a confiabilidade nos serviços e equipamentos. (KARDEC e NASCIF, 2009).

Figura 3. Gestão estratégica.



Fonte: O autor.

3.1.1 Melhores práticas

Para se atingir as metas planejadas, é necessária a implementação, em toda a organização de um plano de ação suportado pelas melhores práticas, comumente conhecida também como caminhos estratégicos. A questão fundamental não é, apenas quais são as melhores práticas, mas ter a capacidade de liderar a sua implementação numa velocidade rápida e eficaz, abaixo segue, uma relação das melhores práticas de gestão da manutenção (KARDEC e NASCIF, 2009).

- a) Os gerentes e supervisores, nos diversos níveis, devem liderar o processo de sensibilização, treinamento, implantação e auditoria das melhores práticas de – saúde, meio ambiente e segurança;
- b) A gestão deve ser baseada em itens de controle empresariais: disponibilidade, confiabilidade, custos, meio ambiente, qualidade, segurança e outros específicos, com análise crítica periódica;
- c) Gestão integrada do orçamento (manutenção e operação);
- d) Análise crítica e priorização das intervenções com base na disponibilidade, confiabilidade operacional e resultado empresarial;
- e) Utilização de pessoal qualificado e certificado;
- f) Procedimentos escritos para os principais trabalhos.

3.1.2 Paradigma moderno

A manutenção deve ser organizada de tal maneira que o equipamento ou sistema pare de produzir somente de forma planejada. O gerenciamento estratégico da atividade de manutenção consiste em ter a equipe atuando para evitar que ocorram falhas, e não manter esta equipe atuando, apenas, na correção rápida destas falhas (KARDEC e NASCIF, 2009).

- a) Paradigma do passado: “O (a) profissional de manutenção sente-se bem quando executa um bom reparo” (KARDEC e NASCIF, 2009).
- b) Paradigma moderno: “O (a) profissional de manutenção sente-se bem quando ele consegue evitar todas as falhas não previstas” (KARDEC e NASCIF, 2009).

3.1.3 Competitividade

Segundo Kardec e Nascif, (2009). “Para se otimizar o faturamento é preciso, na linguagem da manutenção, otimizar a confiabilidade e a disponibilidade. Isto pode ser traduzido no aumento da campanha das unidades produtivas, na minimização dos prazos de parada dos sistemas, na minimização do tempo médio para reparo (TMPR), nas perdas de produção tendendo a zero e na maximização do tempo médio entre falhas (TMEF).

Para se otimizar o custo é preciso adotar as melhores práticas de manutenção, com destaque para a engenharia de manutenção aplicada aos novos projetos, na busca da alta performance, e nas instalações existentes, na busca da causa fundamental da falha, na qualidade dos serviços que se traduz na redução do retrabalho, na qualidade dos materiais e sobressalentes e na utilização de técnicas modernas para avaliação e diagnósticos.”

A competitividade depende, fundamentalmente, da maior produtividade de uma organização em relação aos seus concorrentes (KARDEC e NASCIF, 2009, p. 18).

A competitividade pode ser definida por uma equação:

$$PRODUTIVIDADE = \frac{FATURAMENTO}{CUSTOS} \quad \text{eq. (2)}$$

3.1.4 Redução da demanda de serviços

Segundo Kardec e Nascif, (2009), “O aumento da disponibilidade, da confiabilidade, da qualidade do atendimento, da segurança e da redução de custos passa, necessariamente, pela redução da demanda de serviços, que tem as seguintes causas básicas:”

- a) **Qualidade da manutenção:** A falta de qualidade da manutenção é a principal responsável por retrabalhos e quebras prematuras dos equipamentos;
- b) **Qualidade da operação:** Esta falta de qualidade pode provocar falhas prematuras, por questões de operação incorreta;
- c) **Problemas crônicos:** Estes problemas são decorrentes da qualidade não adequada do projeto da instalação e do próprio equipamento;
- d) **Problemas tecnológicos:** É exatamente a mesma situação que ocorre com os problemas crônicos, apenas a solução não é de todo conhecida, o que exigirá uma ação mais aprofundada da engenharia, com modernização ou melhorias dos equipamentos/ sistemas

e) **Serviços desnecessários:** Normalmente ocorre devido a uma filosofia errada de aplicar uma manutenção preventiva exagerada, sem considerar a relação custo x benefício e também por uma natural insegurança, pelo excesso de falhas.

4 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Para Xenos (2014), a manutenção é definida com resultados de ações técnicas, destinadas a manter ou relocar um item na qual possa desempenhar sua função. As atividades de manutenção existem para evitar a degradação dos equipamentos e das instalações, causado pelo seu desgaste natural e pelo uso.

O término da capacidade de um equipamento de desempenhar a sua função requerida dentro de uma programação não determinada, pode acarretar em grandes perdas de produção (HERBERT VIANA, 2002).

Segundo Branco Filho (2008) a manutenção existe porque serviços de reparo devem ser prestados. Estes serviços devem ser prestados de uma forma eficiente, produtiva, eficaz e ordenada.

Ordenada para que saiba o que se deve fazer. Ordenada para que saiba o que deve esperar. Ordenada para que a equipe de operação saiba o que esperar das máquinas, saiba quando as máquinas deverão parar para a manutenção e quando retornarão disponíveis para operação, e como retornarão. Isto só é possível com equipe capacitada e treinada com ferramental adequado, planejada controlada e participativa (BRANCO FILHO, 2008).

Segundo Kardec; Nascif (2013, p. 51 e 52) “Existe uma grande variedade de denominações das formas de atuação da manutenção.”, onde essa variação está diretamente ligada à maneira que ocorre as intervenções. Os diversos tipos de manutenção podem ser considerados como políticas ou estratégias de manutenção, desde que a sua aplicação seja o resultado de uma definição gerencial ou política global da instalação, baseada em dados técnicos-econômicos.”.

4.1 Manutenção Corretiva

É a manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5462/ 1994). Ao atuar em um equipamento que apresenta um defeito ou um desempenho diferente do esperado estamos fazendo manutenção corretiva. Convém observar que existem duas condições específicas que levam à manutenção corretiva: (KARDEC e NASCIF, 2009).

- a) Desempenho deficiente apontado pelo acompanhamento das variáveis operacionais.
- b) Ocorrência de falhas.

Desse modo, a ação principal na manutenção corretiva é corrigir ou restaurar as condições de funcionamento do equipamento ou sistema. Segundo Kardec e Nascif, (2009), manutenção corretiva pode ser dividida em duas classes:

- a) Manutenção corretiva não planejada;
- b) corretiva planejada.

4.1.1 Manutenção Corretiva não planejada

Caracteriza-se pela atuação da manutenção em fato já ocorrido, seja este uma falha ou um desempenho menor do que o esperado. Não há tempo para a preparação do serviço. Normalmente, a manutenção corretiva não planejada implica altos custos, pois a quebra inesperada pode acarretar perdas de produção, perda da qualidade do produto e elevados custos indireto de manutenção (KARDEC e NASCIF, 2009).

Manutenção que não é feita de acordo com um programa preestabelecido, mas depois da recepção de uma informação relacionada ao estado de um item. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5462/ 1994. p.7).

4.1.2 Manutenção Corretiva planejada

Segundo Kardec e Nascif, (2009), “Manutenção corretiva planejada é a correção do desempenho menor do que o esperado ou correção da falha por decisão gerencial. Normalmente essa decisão gerencial se baseia na modificação dos parâmetros de condição observados pela manutenção preditiva. Um trabalho planejado é sempre mais barato, mais rápido e mais seguro do que um trabalho não planejado.”

4.2 Manutenção Preventiva

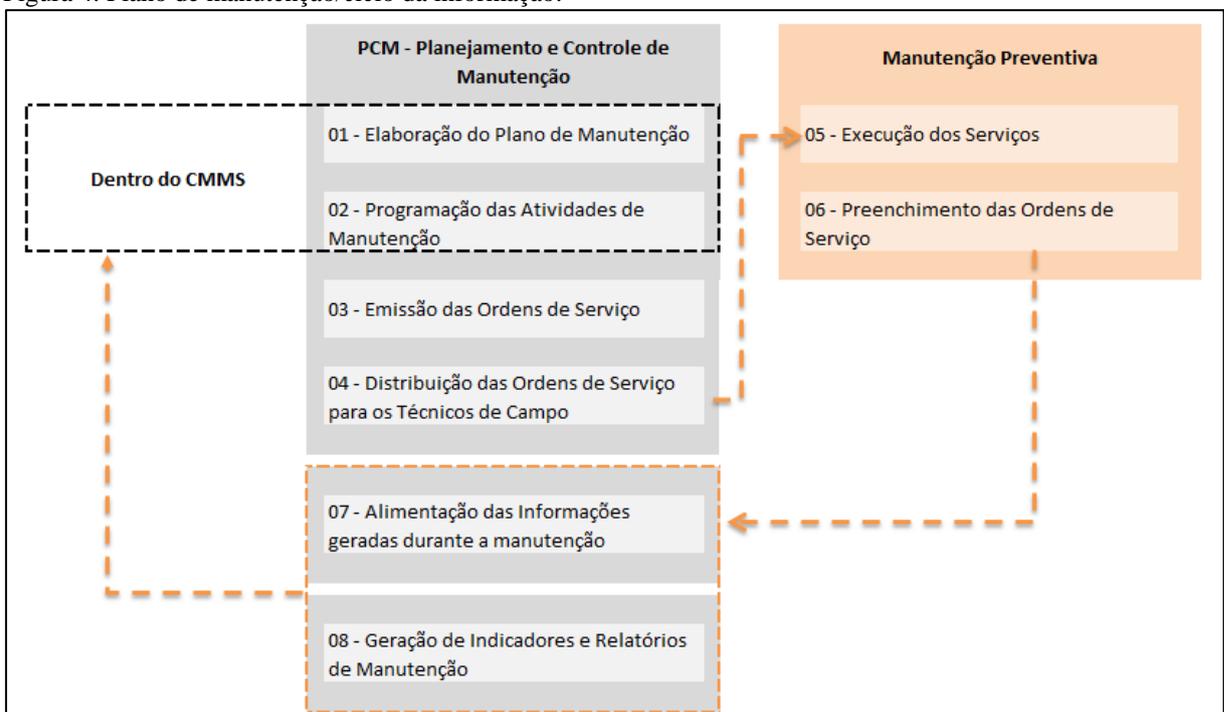
Segundo Kardec e Nascif, (2009), “Manutenção preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo.”

Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha, ou a degradação do funcionamento de um item (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5462/ 1994. p.7).

Segundo Viana, Herbert, (2006), “São serviços efetuados em intervalos predeterminados ou de acordo com critérios prescritos, destinados a reduzir a probabilidade de falha, desta forma proporcionando uma “tranquilidade” operacional necessária para o bom andamento das atividades produtivas.”

O controle das peças de reposição é um problema que atinge todos os tipos de indústrias. Uma das metas a que se propõe o órgão de manutenção preventiva é a diminuição sensível desses estoques, com a organização de prazos para a reposição dessas peças tornando-se desnecessário um maior investimento para esse setor (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5462/ 1994. p.7).

Figura 4. Plano de manutenção/ciclo da informação.



Fonte: TELES (2017).

4.3 Manutenção Preditiva

São tarefas de manutenção preventiva que se baseia em acompanhar a máquina ou as peças, por monitoramento, por medições ou por controle estatístico e tentam prever a proximidade da ocorrência da falha. O objetivo desta manutenção é determinar o tempo correto da intervenção mantenedora, utilizando o componente até o máximo de sua vida útil (VIANA, HERBERT, 2006).

Manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e

diminuir a manutenção corretiva (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5462/ 1994, p.7).

Segundo Kardec e Nascif, (2009), “A manutenção preditiva é a primeira grande quebra de paradigma na manutenção e tanto mais se intensifica quanto mais o conhecimento tecnológico desenvolve equipamentos que permitem a avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais em funcionamento.”

4.4 Manutenção Detectiva

Para garantia de uma maior confiabilidade é fundamental a identificação de falhas ocultas. Em sistemas complexos estas ações devem ser efetuadas pelo pessoal da manutenção, com treinamento e habilitação para tal, assessorado pelo pessoal de manutenção. A utilização de computadores em instrumentação e controle de processos é cada vez maior nas plantas industriais.

Manutenção detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção, comando e controle, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção (KARDEC e NASCIF, 2009, p. 47).

Para garantia de uma maior segurança de um processo quando esse sai de sua faixa de operação segura, sistema de shut-down ou sistema de trip garantem a confiabilidade do funcionamento de máquinas e equipamentos da área fabril (KARDEC e NASCIF, 2009).

4.5 Engenharia de Manutenção

É a segunda quebra de paradigma na manutenção. Praticar a engenharia de manutenção significa uma mudança cultural, um suporte técnico da manutenção dedicada a consolidar a rotina e implantar melhorias no setor (KARDEC e NASCIF, 2009).

Dentre as principais atribuições, estão:

- a) Aumentar a confiabilidade;
- b) Aumentar a disponibilidade;
- c) Melhorar a manutenibilidade;
- d) Aumentar a segurança;
- e) Eliminar problemas crônicos;
- f) Solucionar problemas tecnológicos;

- g) Gerir materiais e sobressalentes;
- h) Participar de novos projetos na área fabril;
- i) Fazer análise de falhas e estudos;
- j) Zelar pela documentação técnica.

Figura 5. Realização de manutenção.



Fonte: TELES (2017).

5 PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO

A organização da manutenção, era conceituada, em planejamento e administração dos recursos, no entanto esta conceituação se tornou mais ampla, onde a organização da manutenção de qualquer empresa deve estar voltada para a gerência e a solução dos problemas na produção, para que a empresa seja competitiva no mercado. Baseado no que se foi definido a cima, verifica-se uma mudança no perfil estrutural da empresa, traduzido por modificações na relação de empregados de cada área bem como no perfil funcional.

A grande inclusão de processos automatizados nas indústrias, vem gerando uma redução considerável de operadores. Isto gerou uma tendência de aumento de mantenedores, além da sua maior especialização (KARDEC e NASCIF, 2009). Em decorrência do grande aumento de competitividade entre as empresas, ocorre a busca por um diferencial, e esta singularidade muitas vezes está em antecipar uma ação, em si planejar para que as atividades não fujam do controle e possam ser realizadas ao menor custo, sem que ocorram imprevistos.

5.1 Custo

Antigamente, quando se falava em custos de manutenção a maioria dos gerentes achava que não havia meios de controlar os custos de manutenção, que a manutenção, em si, tinha um custo muito alto e que os custos de manutenção oneravam, e muito, o produto final (KARDEC e NASCIF, 2009).

5.1.1 Classificação dos custos

- a) **Custos diretos:** São aqueles necessários para manter os equipamentos em operação. Dentre os principais estão inclusos neste custo manutenções preventivas, inspeções regulares e lubrificação;
- b) **Custos de perda de produção:** São custos gerados a partir de perdas de produção, são causados por: falha do equipamento que compõe um sistema, falha do equipamento, onde a causa determinante tenha sido gerada por ação imprópria da manutenção;
- c) **Custos indiretos:** são aqueles relacionados com a estrutura gerencial e de apoio administrativo, custos com análise e estudos de melhoria, engenharia de manutenção, supervisão e utilidades dentre outros (KARDEC e NASCIF, 2009).

5.1.2 Custo de manutenção por faturamento

Até o início da década de 90 os gastos de manutenção eram formatados de gastos com o pessoal, material e contratação de serviços externos; com o advento do conceito de manutenção classe mundial, foram incluídas a depreciação e a perda de faturamento. Segue a baixo uma relação dos principais gastos de manutenção:

Quadro 1. relação dos principais gastos de manutenção.

PESSOAL	Despesas com salários e prêmios, encargos sociais e benefícios concedidos pela empresa e gastos com aperfeiçoamento do efetivo;
MATERIAIS	Custo de reposição dos itens, energia elétrica, consumo de água e capital imobilizado, custos ligados à administração do almoxarifado e setor de compras;
SERVIÇOS EXTERNOS	Contratos com empresas externas para serviços permanentes ou circunstanciais;
DEPRECIACÃO	Custos diretos de reposição ou investimento de equipamentos e ferramentas, custos indiretos de capital imobilizado, e custos administrativos com o setor contábil da empresa;
PERDA DE FATURAMENTO	São os custos da perda de produção e custos com desperdício de matéria-prima.

Fonte: Adaptado de (VIANA, HERBERT, 2006).

5.2 Estrutura de manutenção

A atividade de manutenção pode ser encontrada em todos os lugares, podendo ter pequenas modificações, quando relacionando o porte, o seguimento de produção ou simplesmente características de serviço dentre as empresas.

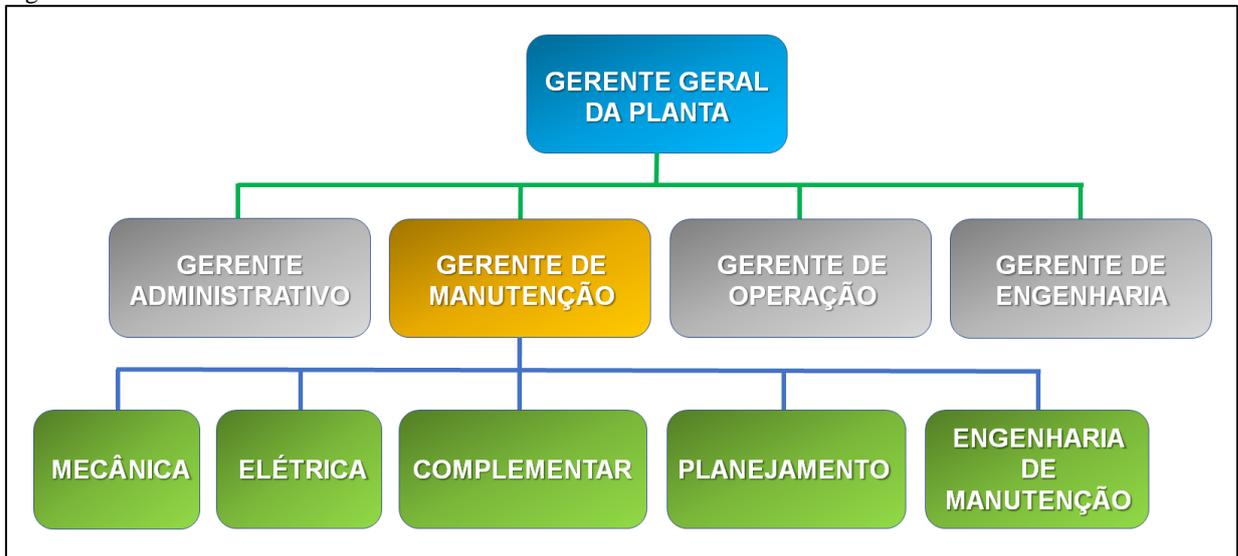
5.2.1 Estruturas de manutenção

A estruturas da manutenção nas empresas tem aspectos distintos e tendem a se adequar as atividades que lhes são pertinentes. As mais comuns são:

a) Estrutura em linha, onde se preserva a identidade da manutenção, sendo trabalhada de forma coesa, com subordinação tanto técnica como hierárquica ao mesmo gerente. Apresenta

as vantagens de garantir o domínio tecnológico e incorporação de novas tecnologias, além de efetivo menor pela possibilidade e facilidade de remanejamento dos recursos (KARDEC e NASCIF, 2009).

Figura 6. Estrutura convencional ou em linha.



Fonte: O autor.

b) Estrutura de times de manutenção, esta pode ser definida em várias versões, em função da característica de cada empresa, porte, etc. Para plantas de médio e grande porte, vem sendo utilizado e tendo bons resultados, é que institui um grupo responsável por uma determinada área ou unidade, composto por supervisores das especialidades da manutenção, inspeção, segurança e operador da unidade. Essa equipe é responsável por realizar a programação dos serviços, a analisar os resultados, supervisionar os serviços, garantir os registros e alimentação do sistema informatizado. Devendo estar vinculada de forma funcional com a manutenção, mas seu local de trabalho é na área, dentro do setor ou unidade.

De modo geral, o que se verifica, hoje em dia, é uma busca por estruturas organizacionais cada vez mais leves. Isso significa:

- a) Eliminar níveis de chefia e supervisão.
- b) Adotar polivalência tanto na área de manutenção quanto na área de operação.
- c) Contratação de serviços por parceria.
- d) Fusão de especialidades como, por exemplo, eletricidade e instrumentação (KARDEC e NASCIF, 2009. p. 77).

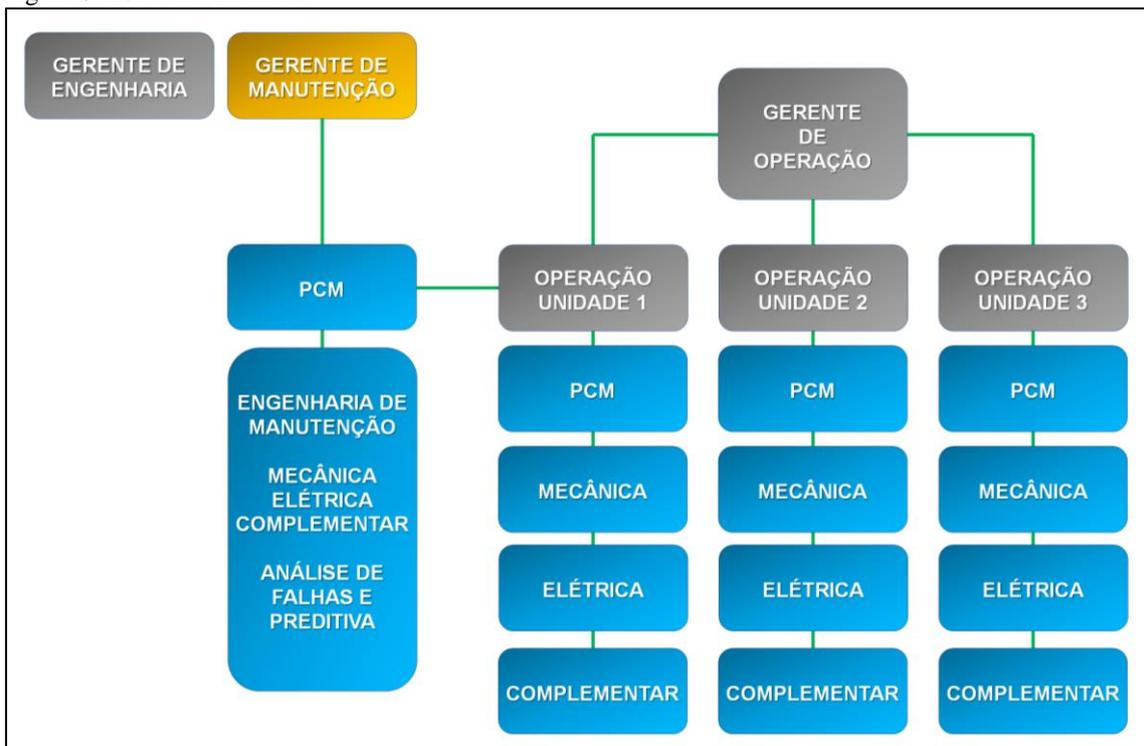
Figura 7. Estrutura de times de manutenção.



Fonte: O autor.

c) Estrutura matricial, esta que apresenta duas linhas de autoridade: Uma vertical- funcional que, normalmente, define o que e quando fazer, e outra horizontal- técnica que define como e com quem executar a intervenção. Ou seja, o grupamento de manutenção da unidade está hierarquicamente ligado a gerência de operação e tecnicamente ligado à gerência de manutenção (KARDEC e NASCIF, 2009).

Figura 8. Estrutura matricial.



Fonte: O autor.

5.3 Estrutura do sistema de controle

Abaixo segue os principais processos:

Quadro 2. Processos de sistema de controle.

SOLICITAÇÕES DE SERVIÇOS	Processo inicial da ordem de serviço, nas solicitações que normalmente são oriundas da área operacional de produção, vem mencionando o defeito ou problema da parada ou funcionamento não adequado do equipamento.
PLANEJAMENTO DOS SERVIÇOS	Nesta etapa são definidos quais os serviços serão realizados no dia seguinte, em função das prioridades pré-definidas, de acordo com os recursos disponíveis (mão de obra, material) e liberação pela produção.
GERENCIAMENTO DA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS	Os pontos observados nesta etapa contemplam desde acompanhar as causas de bloqueio de um determinado serviço, realizar apontamento com relação aos serviços programados, caso estes não tenham sido executados expor os motivos, acompanhar desvio em relação ao tempo de execução previsto, dentre outros.
REGISTRO DE SERVIÇOS E RECURSOS	Este ponto objetiva informar, quais os recursos foram utilizados e por quem, quantos foram os responsáveis pela execução, horas de intervenção, lista de sobressalente caso tenha ocorrido troca de peça, além é claro da descrição técnica do serviço executado.
GERENCIAMENTO DE EQUIPAMENTOS	Consiste em fornecer dados pertinentes à máquina ou equipamento, para o histórico, muitas vezes via sistema.
ADMINISTRAÇÃO DE ESTOQUE	Esta informação de compra e recebimento de materiais são fundamentais para que o planejamento administre bem a carteira de serviço.

Fonte: O autor.

5.4 Manutenibilidade

É uma característica de máquinas e equipamentos, que permite maior ou menor facilidade de executar procedimentos de manutenção. Para uma melhor manutenibilidade, esta deve estar associada a qualidade do serviço a ser executado, segurança do manutentor, custos

envolvidos, seguindo critérios relacionados a área de suprimentos, como por exemplo padronizando sobressalentes e equipamentos da planta.

5.5 Tagueamento

Esta prática de identificação de máquina, setor e até mesmo peças, é bem difundida entre as empresas, por facilitar a localização, como por exemplo de uma máquina em um determinado setor da área fabril. Esta identificação pode ser feita de várias maneiras, porém a mais comum, é a utilização de pequenas chapas com a marcação pré-definida, para cada espécie de equipamento, contendo também uma numeração, que deve ser utilizada em apenas um único equipamento de toda a fábrica, para que não ocorram conflitos. Esta identificação é indispensável ao se trabalhar com sistemas informatizados.

5.6 Codificação de equipamento

Tem como único objetivo, individualizar o equipamento ou máquina, esta codificação, deve estar fixada através da tag, em um local de fácil visualização, para que se possa identificar a máquina de forma adequada, quando houver a necessidade de gerar uma solicitação de serviço e pela manutenção na quando for atender uma ordem de serviço. Para o planejamento e controle da manutenção, esta codificação é fundamental para criar e vincular planos periódicos aos equipamentos, programar intervenções para os mantenedores através de um roteiro e gerar dados relacionados a máquina conforme histórico de intervenções. Uma sugestão de padrão para este registro é utilizar três letras e quatro número separados por hífen (XXX-0000).

5.7 Ordem de serviço

A ordem de manutenção (OM) é a instrução digitalizada ou manuscrita, do serviço a ser realizado pelo mantenedor. A ordem de serviço pode ser gerada de três formas: manual, via solicitação de serviço e automática pelo sistema. Faz parte do preenchimento desta OS: o nome do solicitante, a numeração da máquina (sua codificação), a data e hora de parada e uma descrição rápida do problema constatado pelo solicitante, estes são dados mínimos para a geração de uma solicitação de serviço (SS); após esta etapa o responsável pelo recebimento

destas SS as classifica e repassam as mesmas aos mantenedores de acordo com a sua especialidade como OS.

Figura 9. Exemplo de ordem de serviço.

Logo da sua empresa				
Situação: Terminada		ORDEM DE SERVIÇO		Número: ORD-00000038
Veículo: P2030		Data: 06/05/2014 09:23		Hodômetro: 200,0
Custo total da ordem: 150,00		Fornecedor: Oficina Interna		Tipo de fornecedor: Oficina interna
SERVIÇOS DA ORDEM				
Serviço de manutenção	Subsistema	Data/Hora de início	Data/Hora final	Custo total do serviço
Troca completa do óleo de cambio	Motor	06/05/2014 09:23	06/05/2014 09:25	150,00
INSTRUÇÕES E OBSERVAÇÕES DOS SERVIÇOS				
Serviço de manutenção		Instrução/Observação		
Troca completa do óleo de cambio		Troca completa do óleo de cambio		
OBSERVAÇÃO				
Ordem de serviço gerada pela solicitação de serviço emergencial				

Fonte: SOFIT (2016).

5.8 Sistemas informatizados

Esta tendência mundial, é aplicada na manutenção com o intuito, de agilizar a operação de programar serviços, realizar rotina entre os diversos tipos de manutenção que inclui periodicidade, facilidade na geração de indicadores.

A importância de um sistema de manutenção recai na necessidade de um controle efetivo das ações mantenedoras, desde os seus cadastros, até sua análise de relatórios (VIANA, HERBERT, 2006. p. 162).

6 DISPONIBILIDADE COMO FERRAMENTA DA MANUTENÇÃO

Segundo Viana, Herbert, (2006), “Os índices de manutenção devem retratar aspectos importantes no processo da planta. Para algumas empresas um determinado indicador se aplica satisfatoriamente, para outra não, e isto é uma questão de análise.”

Os indicadores de manutenção são desenvolvidos e utilizados pelos gerentes visando atingir as metas operacionais definidas pelas empresas. Devem indicar onde e quais melhoramentos podem ser conduzidos de modo a otimizar os processos, assim como destacar as áreas onde o desempenho é satisfatório (KARDEC, FORES e SEIXAS, 2005. p. 41).

6.1 Disponibilidade

É a capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado (KARDEC, NASCIF, 2009). Pode ser classificada em:

- a) Disponibilidade inerente: leva em conta apenas o tempo de reparo, e para se chegar nessa disponibilidade, devemos antes calcular o TMEF (tempo médio entre falhas) comumente conhecido também por MTBF (mean time between failures), onde nele são abordados as horas disponíveis do equipamento para operação descrito na equação por HD e o número de intervenções corretivas no equipamento em questão no mesmo período caracterizado por NC.

$$TMEF = \frac{HD}{NC} \quad \text{eq. (3)}$$

Consecutivamente o TMPR (tempo médio para reparo) também mencionado nos textos bibliográficos como MTTR (mean time to repair), que vem a ser a divisão entre a soma das horas de indisponibilidade para operação devido á manutenções (HIM), sobre o número de intervenções corretivas neste período (NC).

$$TMPR = \frac{HIM}{NC} \quad \text{eq. (4)}$$

A equação abaixo descreve a relação do tempo médio entre falhas sobre o tempo médio entre falhas mais o tempo médio para reparos vezes cem, chegando a um valor percentual que correlaciona o tempo de logística, tempo de espera de sobressalentes, deslocamentos, etc (KARDEC e NASCIF, 2009).

$$\text{Disponibilidade Inerente (\%)} = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \times 100 \quad \text{eq. (5)}$$

b) Disponibilidade técnica: Neste indicador não são considerados os tempos adicionais de logísticas, esperas, atrasos, etc.

$$\text{Disponibilidade técnica (\%)} = \frac{TMEM}{TMEM + TMPR \text{ (ativo)}} \times 100 \quad \text{eq. (6)}$$

Nesta análise são inclusas as manutenções corretivas e preventivas através do tempo médio para reparo ativo (TMPR ativo). Para o cálculo deste indicador são utilizados o TMEM (tempo médio entre manutenções) sobre o somatório do tempo médio entre manutenções e o TMPR ativo (tempo médio para reparo ativo) que leva em consideração, para sua base de cálculo as intervenções oriundas tanto das manutenções corretivas quanto as manutenções preventivas.

c) Disponibilidade operacional: No que se refere a este indicador é o que representa a avaliação mais próxima da realidade. São dados relacionados à este quantificador de disponibilidade o tempo médio entre manutenções (TMEM) ou simplesmente o tempo total de operação e o TMP (tempo médio de paralisações) encontrado muitas vezes citados nas bibliografias como MDT (mean down time).

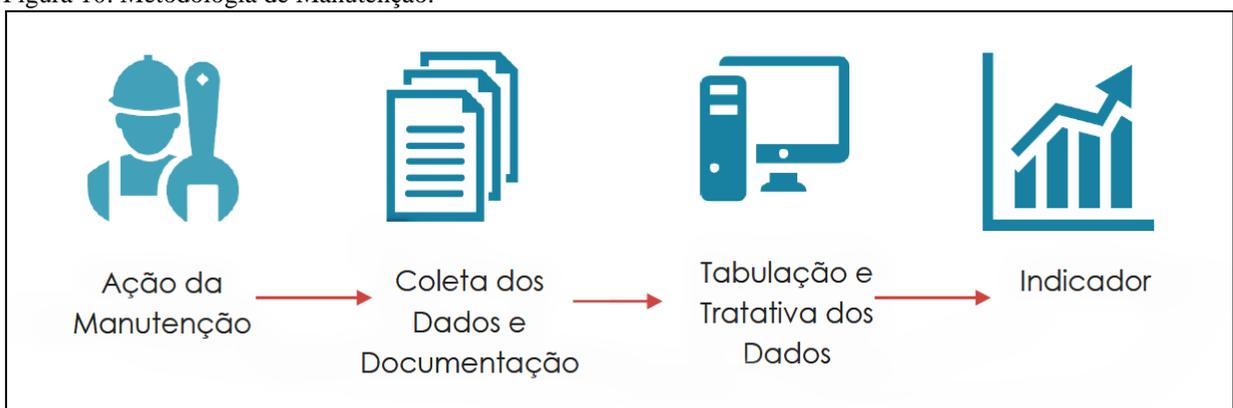
$$\text{Disponibilidade operacional (\%)} = \frac{TMEM}{TMEM + TMp} \times 100 \quad \text{eq. (7)}$$

7 METODOLOGIA

O processo utilizado para a realização deste estudo fundamentou-se em um estudo de caso, que foi desenvolvido e observado a realização de atividades de planejamento, controle e manutenção em equipamentos de uma empresa da cidade. Os modelos que compõem este estudo podem ser caracterizados como descritivo e explicativo. Descritivo por caracterizar os equipamentos utilizados na automação, assim como o planejamento e controle da manutenção dos mesmos, e explicativo por esclarecer todas as etapas e ferramentas utilizadas no planejamento e controle da manutenção dos equipamentos do sistema de automação de poços de petróleo.

De acordo com o modelo conceitual (objeto ou meios), foi utilizada, no estudo, a pesquisa de campo, por se tratar no local onde as atividades foram acompanhadas e analisadas. É documental, devido à utilização de dados extraídos de documentos de propriedade da empresa onde foi realizado o estudo. Neste estudo, a abordagem ou tratamento da pesquisa foi concebido de forma quantitativa, por mensurar dados que representam paradas de equipamentos/dispositivos do sistema de automação num determinado período; e qualitativa por acompanhar a aplicação das etapas de PCM, assim como das atividades de manutenção corretivas e, posteriormente, realizar uma análise dos dados referente a estas ocorrências.

Figura 10. Metodologia de Manutenção.



Fonte: TELES (2017).

8 CONCLUSÃO

Com isso se conclui que, o plano preventivo quando instaurado com procedimentos adequados e com a periodicidade adequada, pode ser o fator essencial para melhorar as características funcionais da máquina, aumentar a disponibilidade operacional, gerando uma maior confiabilidade. São fatores essenciais, a determinação de que uma máquina deve ou não receber o plano preventivo, entre suas práticas de manutenção.

A partir da premência de que a manutenção deve existir para que não ocorra manutenção; vemos que o trabalho da manutenção está sendo enobrecido onde, cada vez mais, os mantenedores precisam estar qualificados e equipados para evitar falhas e não para corrigi-las, gerando maior disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos de uma fábrica, onde tudo isso nos leva a uma redução de custos, de tempo ocioso dos colaboradores e consecutivamente a uma maior demanda de produção.

Diante desse cenário, a estrutura do planejamento e controle da manutenção tem um papel de vital importância: fazer com que a manutenção trabalhe de forma planejada, para que os recursos sejam aplicados de forma correta, no momento adequado garantindo assim a disponibilidade e maior confiabilidade dos equipamentos gerando consequentemente uma maior produtividade.

Os equipamentos e instrumentos referentes ao sistema de automação, mesmo sendo modernos, apresentam um grande número de falhas ou defeitos que culminam em paradas de equipamentos e na falta de fornecimento de informações necessárias ao status dos equipamentos, que promoveriam um diagnóstico mais ágil, interferindo diretamente na disponibilidade, confiabilidade e qualidade de produção. Este panorama ocasiona inúmeros descontroles em vários setores como: operação, planejamento e controle da manutenção (PCM), manutenção, administrativo e, consequentemente, em todo o plano de negócio da empresa. Com intuito de minimizar os impactos causados por todo este cenário, o estudo de caso teve como objetivo propor a implantação de ferramentas compatíveis para a promoção de maior disponibilidade do sistema de automação.

REFERÊNCIAS

- 5462, NBR. **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1993.
- BRANCO FILHO, Gil. **Planejamento e Controle de Manutenção: Curso de PCM**. São Paulo: Apostila de Treinamento da ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção) 2005.
- BRANCO FILHO, Gil. **A Organização, o planejamento e o controle da manutenção**. Ciência Moderna, 2008. 120, 16, 03, 42, 43, 35, 5 p.
- KARDEC, Allan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 4. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.
- KARDEC, Alan; Flores F., Joubert; SEIXAS, Eduardo. **Gestão Estratégica e Indicadores de Desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark: ABRAMAN, 2002.
- KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica**. 3 ed. ver. e ampl. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2009.
- NBR 5462:1994. **Confiabilidade e manutenibilidade**. Disponível em <<http://pt.scribd.com/doc/144104431/ABNT-NBR-5462-Sobre-Mantenabilidade#scribd>>. Acesso em: 17 jun. 2018.
- SOFIT. Ordem de Serviço: 4 maneiras de utilizar para aumentar a eficiência da frota. 2016. Disponível em: <<https://www.sofit4.com.br/blog/ordem-de-servico/>>. Acesso em: 05 mai. 2018.
- TELES, Jhonata. **Guia prático para implantação indicadores de manutenção**. Brasília-DF: ENGETELES – Engenharia de Manutenção Consultoria e Treinamentos. 9 p. 2017.
- TELES, Jhonata. **Planejamento e controle da manutenção na indústria 4.0**. Brasília-DF: ENGETELES – Engenharia de Manutenção Consultoria e Treinamentos. 69 p. 2017.
- TELES, Jhonata. **Plano de Manutenção Preventiva: Como Elaborar**. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/plano-de-manutencao-preventiva/>>. Acesso em: 05 mai. 2018.
- VIANA, Herbert Garcia. **PCM, Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark ed, 2002. 17,163 p.

XENOS, Harilaus Georgius D'Philippos. **Gerenciando a manutenção produtiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade.** 2. ed. Minas Gerais: Falconi, 2014.

XENOS, Harilaus Georgius. **Gerenciamento a manutenção produtiva.** Nova Lima: Falconi editora, 2014. 20, 36, 61.