

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS**  
**ENGENHARIA MECÂNICA**  
**BRUNO DE ABREU BONIFÁCIO**

N. CLASS.....
CUTTER.....
ANO/EDIÇÃO.....

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**

**Varginha**  
**2013**

**FEPESMIG**

**BRUNO DE ABREU BONIFÁCIO**

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**

Projeto de Pesquisa apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do centro Universitário do Sul de Minas Gerais - UNIS como pré-requisito para obtenção de grau de bacharel, sob orientação do Prof. Esp. Erik Silva.

**Varginha**

**2013**

**BRUNO DE ABREU BONIFÁCIO**

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do centro Universitário do Sul de Minas Gerais – UNIS, como pré-requisito para obtenção de grau de bacharel, pela Banca Examinadora composta pelos membros:

**Aprovado em     /     /**

---

**Prof. Me. Luiz Carlos Vieira Guedes**

---

**Prof. Esp. Rullyan Vieira Marques**

---

**Prof. Esp. Luciene de Oliveira Prósperi**

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

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente á Deus, por estar ao meu lado todos os dias, á minha mãe e ao meu irmão, que me deram muita força e insentivo no decorrer deste curso e em tudo na minha vida, aos professores que me orientaram Rullyan Vieira Marques e Erik Silva 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, á minha futura esposa Amanda Marques.

"Transportai um punhado de terra todos os dias  
e fareis uma montanha." Confúcio

## RESUMO

Manutenção como o próprio nome indica, manter o que se tem, isso nos remete á um ponto chave em relação a competitividade, visto que mantendo o funcionamento adequado dos maquinários de uma área fábriI e de acordo com a capacidade de produção, pode-se atender a todos os clientes em tempo abil. O objetivo deste trabalho é apresentar os principais tópicos do qual é composto o planejamento e controle da manutenção, 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 e um enfoque de como determinar a necessidade da implantação de um plano preventivo.

Palavras - chave: PCM. Estrutura da manutenção. Plano preventivo.

## ***ABSTRACT***

*Maintenance as its names indicates, mater what you have, it will takes us a key point in relation to competitiveness, whereas maintaining the proper functioning of the manchines and a manufacturing area according to capacity, can serve all customers abil time. The objective of this paper is to present the main topics which comprises the planning and control of maintenance, including methods of maintenance strategy that us to approach their services and verification of their results, the main types of maintenance practiced in companies, possible ways to structure end maintenance a focus on how to determine the need to implement a preventive plan.*

*Keywords: PCM. Structure of maintenance. Preventive plan.*



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2 GESTÃO ESTRATÉGICA DA MANUTENÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1 Manutenção estratégica</b> .....	<b>10</b>
2.1.1 Benchmarking .....	10
2.1.2 Melhores práticas .....	11
2.1.3 Paradigma moderno .....	11
2.1.4 Competitividade .....	12
2.1.5 Redução da demanda de serviços .....	12
<b>3 TIPOS DE MANUTENÇÕES</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1 Manutenção Corretiva</b> .....	<b>14</b>
3.1.1 Manutenção Corretiva não planejada .....	14
3.1.2 Manutenção Corretiva planejada .....	14
<b>3.2 Manutenção Preventiva</b> .....	<b>15</b>
<b>3.3 Manutenção Preditiva</b> .....	<b>17</b>
<b>3.4 Manutenção Detectiva</b> .....	<b>17</b>
<b>3.5 Engenharia de Manutenção</b> .....	<b>17</b>
<b>4 PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO</b> .....	<b>19</b>
<b>4.1 Custo</b> .....	<b>19</b>
4.1.1 Classificação dos custos .....	19
4.1.2 Custo de manutenção por faturamento .....	20
<b>4.2 Estrutura de manutenção</b> .....	<b>20</b>
4.2.1 Estruturas de Manutenção .....	20
<b>4.3 Estrutura do sistema de controle</b> .....	<b>23</b>
<b>4.4 Manutenibilidade</b> .....	<b>24</b>
<b>4.5 Codificação do equipamento</b> .....	<b>24</b>
<b>4.6 Tagueamento</b> .....	<b>24</b>
<b>4.7 Ordem de serviço</b> .....	<b>25</b>
<b>4.8 Sistemas informatizados</b> .....	<b>25</b>
<b>5 DISPONIBILIDADE COMO FERRAMENTA DA MANUTENÇÃO</b> .....	<b>26</b>
<b>5.1 Disponibilidade</b> .....	<b>26</b>
<b>6 ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>28</b>
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>32</b>

## 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 á 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, oque 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 atividade e um estudo abordando a necessidade ou não de se implantar um plano preventivo em determinado equipamento.



## 2 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, p. 9).

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).

### 2.1 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 habil, 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, p. 11).

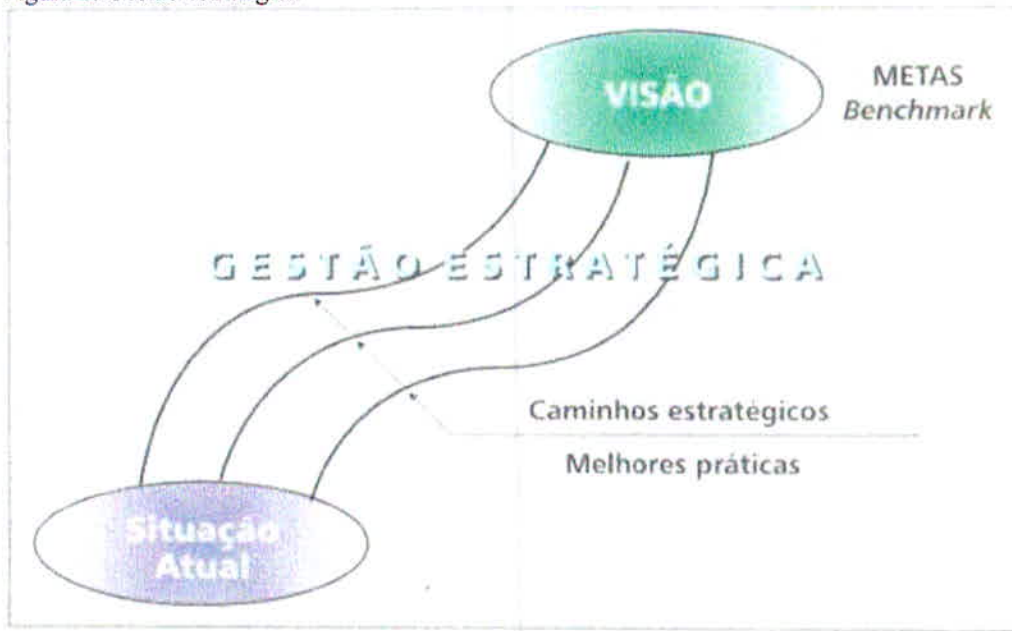
#### 2.1.1 Benchmarking

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. p.12).

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.

Figura 1. Gestão estratégica



Fonte: (KARDEC E NASCIF, 2009, p. 12).

### 2.1.2 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, p. 15).

- 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.

### 2.1.3 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, p. 17).

- a) Paradigma do passado: “ O (a) profissional de manutenção sente-se bem quando executa um bom reparo”;( Kardec e Nascif, 2009. P. 17)
- b) Paradigma moderno: “ O (a) profissional de manutenção sente- se bem quando ele consegue evitar todas as falhas não previstas”.(KARDEC E NASCIF, 2009. P .18)

#### 2.1.4 Competitividade

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

Figura 2. Equação da competitividade

The diagram shows the equation for competitiveness. At the top, the word 'COMPETITIVIDADE' is written in large, bold, blue, 3D-style letters. Below it, the equation is presented as: 'PRODUTIVIDADE = FATURAMENTO / CUSTOS'. The word 'PRODUTIVIDADE' is on the left, followed by an equals sign. 'FATURAMENTO' is written above a horizontal dashed line, and 'CUSTOS' is written below the line.

Fonte: (KARDEC E NASCIF, 2009,p 19).

Segundo Kardec e Nascif, (2009, p. 19),

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.

#### 2.1.5 Redução da demanda de serviços

Segundo Kardec e Nascif, (2009, p. 24) “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; (Kardec e Nascif, 2009. P.24)
- b) Qualidade da operação: Esta falta de qualidade pode provocar falhas prematuras, por questões de operação incorreta; (Kardec e Nascif, 2009. P.25)
- c) Problemas crônicos: Estes problemas são decorrentes da qualidade não adequada do projeto da instalação e do próprio equipamento;(Kardec e Nascif, 2009. P.25)
- d) Problemas tecnológicos: É exatamente a mesma situação que ocorre com os problemas crônicos, apenas a solução não é de todo conhecida, oque exigirá uma ação mais aprofundada da engenharia, com modernização ou melhorias dos equipamentos/ sistemas;(Kardec e Nascif, 2009. P.25)
- 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 acesso de falhas.(Kardec e Nascif, 2009. P.25)

### 3 TIPOS DE MANUTENÇÕES

Se caracteriza pela maneira com a qual ocorre a intervenção de um mantenedor ao equipamento, elas se dividem em seis tipos, como se segue á baixo (KARDEC E NASCIF, 2009, p. 37).

#### 3.1 Manutenção Corretiva

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, 1994, p.7).

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 á manutenção corretiva:

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

Desse modo, a ação principal na manutenção corretiva é corrigir ou restaurar as condições de funcionamento do equipamento ou sistema.(KARDEC, NASCIF, 2009).

Segundo Kardec e Nascif, (2009), manutenção corretiva pode ser dividida em duas classes:

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

##### 3.1.1 Manutenção Manutenção Corretiva não planejada

Caracteriza-se pela atuação da manutenção em fato ja 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, 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).

##### 3.1.2 Manutenção Corretiva planejada

Segundo Kardec e Nascif, (2009, p. 41),

Manutenção corretiva planejada é a correção do desempenho menor do que o esperado ou correção da falha por decisão gerencial.



Normalmente a 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.

### 3.2 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, 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, 1994, p.7).



Figura 3 - Modelo de ordem de serviço preventivo

ORDEM DE SERVIÇO	Data Execução	Equipamento	
0004687	22/09/2013	PNC-1080 PAINEL DOS INVERSORES MISTURADOR	
INFORMAÇÕES GERAIS		PADRÕES DE EXECUÇÃO	
SOLICITANTE.....: BRUNO DE ABREU BONIFACIO		PRAZO DE ENTREGA.....: 22/09/2013	
SETOR EXECUTANTE...: 002 - ELÉTRICA		TEMPO DE EXECUÇÃO.....: 02:00	
TIPO DE MANUTENÇÃO: MP - MANUTENÇÃO PREVENTIVA		TEMPO DE INTERFERÊNCIA: 02:00 100, %	
CENTRO DE CUSTO....:			
LOCALIZAÇÃO.....:			
SERVIÇO SOLICITADO: Executar Plano: 0066 - MANUTENÇÃO PREVENTIVA NO PAINEL ELÉTRICO			
OBSERVAÇÕES:			
DESCRIÇÃO	SERVIÇO	MATERIAL	Quantidade PREV.   H.L.A.
001-PROCEDIMENTO DE SEGURANÇA	PROCEDIMENTO DE SEGURANÇA	-	
001.001-DEENERGIZAR		-	
001.002-TRAVAR		-	
001.003-ETIQUETAR		-	
001.004-VERIFICAR TRAVAMENTO		-	
002-INSPECIONAR	INSPEÇÃO / TROCA	-	
002.001-INSPECIONAR FIAÇÃO QUANTO A OXIDAÇÃO, QUEBRA, QUEIMA, SOLTA		-	
002.002-INSPECIONAR PROTEÇÃO DAS FIAÇÕES E FIXAR AS QUE ESTIVEREM SOLTAS		-	
002.003-INSPECIONAR FUSÍVEIS E SUAS FASES		-	
002.004-INSPECIONAR CONTATOS DOS CONTADORES DE POTÊNCIA (SE HOUVER)		-	
002.005-INSPECIONAR MOTOVENTILADOR DO PAINEL (TROCAR SE NECESSÁRIO)	INSPEÇÃO / TROCA	90816 - MICRO-VENTIL. VENTISILVA E-11 115-230V PLÁSTICO NYCD	1
002.006-CONFERIR FIXAÇÃO DAS CONEXÕES DIVERSAS (REAPERTO)	REAPERTO DE CONEXÕES	-	
003-LIMPEZA	LIMPEZA DO PAINEL ELÉTRICO	-	
003.001-LIMPAR COMPONENTES		94253 - SOLVENTE UNISOL-2 BALDE 20 L	2
003.002-LIMPAR/TROCAR FILTRO DE AR DO PAINEL (SE APLICÁVEL)	TROCA DOS FILTROS	94457 - ELEM. FILTR. MANTA POLIEST. 10 x 1000 MMAEROGLAS EU3-241	0,1
003.003-FAZER LIMPEZA EXTERNA DO PAINEL		-	
004-TESTE	TESTE	-	
004.001-EFETUAR TESTES MECÂNICOS DOS CONTADORES		-	
004.002-FAZER TESTES DE FUNCIONAMENTO		-	
EXECUTANTE	INÍCIO DO SERVIÇO	FIM DO SERVIÇO	
RESPONSÁVEL	SUP. MANUTENÇÃO	RECIBO PELA PRODUÇÃO	

IMPRESSÃO :18/09/2013

Fonte: o autor.

No modelo (figura 3), é exemplificada uma ordem de serviço procedimentada onde se tem a descrição do serviço a ser realizado, a relação de materiais junto com a quantidade necessária de cada sobressalente; constam também número da ordem de serviço, que serve como protocolo caso necessite rastreamento, setor executante que define qual qualificação deve ter o mantenedor para realizar os procedimentos, além dos campos obrigatórios de preenchimento, do executante.

### 3.3 Manutenção Preditiva

São tarefas de manutenção preventiva que baseia-se 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, p. 11 - 12).

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, 1994, p.7).

Segundo Kardec e Nascif, (2009, 45), “ 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.”

### 3.4 Manutenção Detectiva

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, NASCIF, 2009, p. 47).

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.

“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, NASCIF, 2009, p. 48).

### 3.5 Engenharia de Manutenção



É a segunda quebra de paradigma na manutenção. Praticar a engenharia de manutenção significa uma mudança cultural. (KARDEC, NASCIF, 2009, p. 47).

Suporte técnico da manutenção dedicada a consolidar a rotina e implantar melhorias no setor (KARDEC, NASCIF, 2009. P. 50).

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.

## 4 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, NASCIF, 2009, p. 61).

Em decorrência do grande aumento de competitividade entre as empresas, ocorre a busca por um diferencial, e esta singularidade muitas vezes esta 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.

### 4.1 Custo

Antigamente, quando se falava em custos de manutenção a maioria dos gerentes achava que:

- Não havia meios de controlar os custos de manutenção.
  - A manutenção, em si, tinha um custo muito alto.
  - Os custos de manutenção oneravam, e muito, o produto final.
- (KARDEC, NASCIF, 2009. P. 47).

#### 4.1.1 Classificação dos custos

- a) Custos diretos: São aqueles necessários para manter os equipamentos em operação. Dentre os principais estão incluso 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, sem que o reserva, quando houver, esteja disponível impossibilitando a produção.
    - 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, NASCIF, 2009. P. 67).

#### 4.1.2 Custo de manutenção por faturamento

Até o início da década de 90 os gastos de manutenção eram formados 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:

- a) Pessoal: despesas com salários e prêmios, encargos sociais e benefícios concedidos pela empresa e gastos com aperfeiçoamento do efetivo;
- b) Materiais: custo de reposição dos itens, energia elétrica, consumo de água e capital imobilizado, custos ligados à administração do almoxarifado e setor de compras;
- c) Contratação de serviços externos: contratos com empresas externas para serviços permanentes ou circunstanciais;
- d) Depreciação: custos diretos de reposição ou investimento de equipamentos e ferramentas, custos indiretos de capital imobilizado, e custos administrativos com o setor contábil da empresa;
- e) Perda de faturamento: são os custos da perda de produção e custos com desperdício de matéria-prima. (VIANA, HERBERT, 2006, p. 145- 146).

## 4.2 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.

### 4.2.1 Estruturas de manutenção

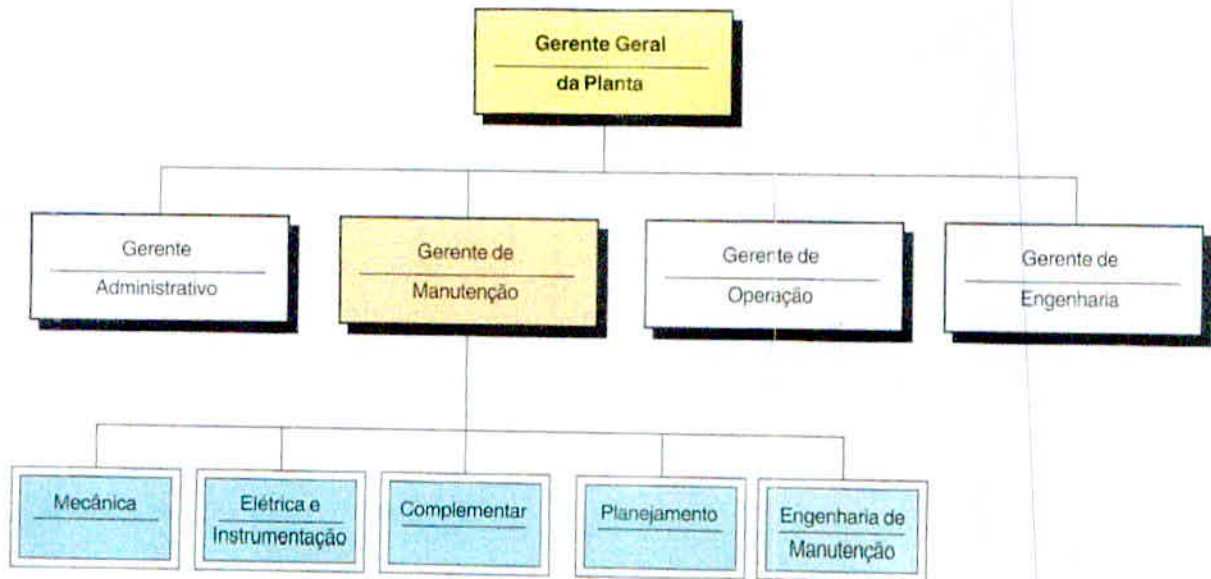
A estruturas da manutenção nas empresas tem aspectos distintos e tem de adequar as atividades que lhes são pertinentes.

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, NASCIF, 2009, p. 74).



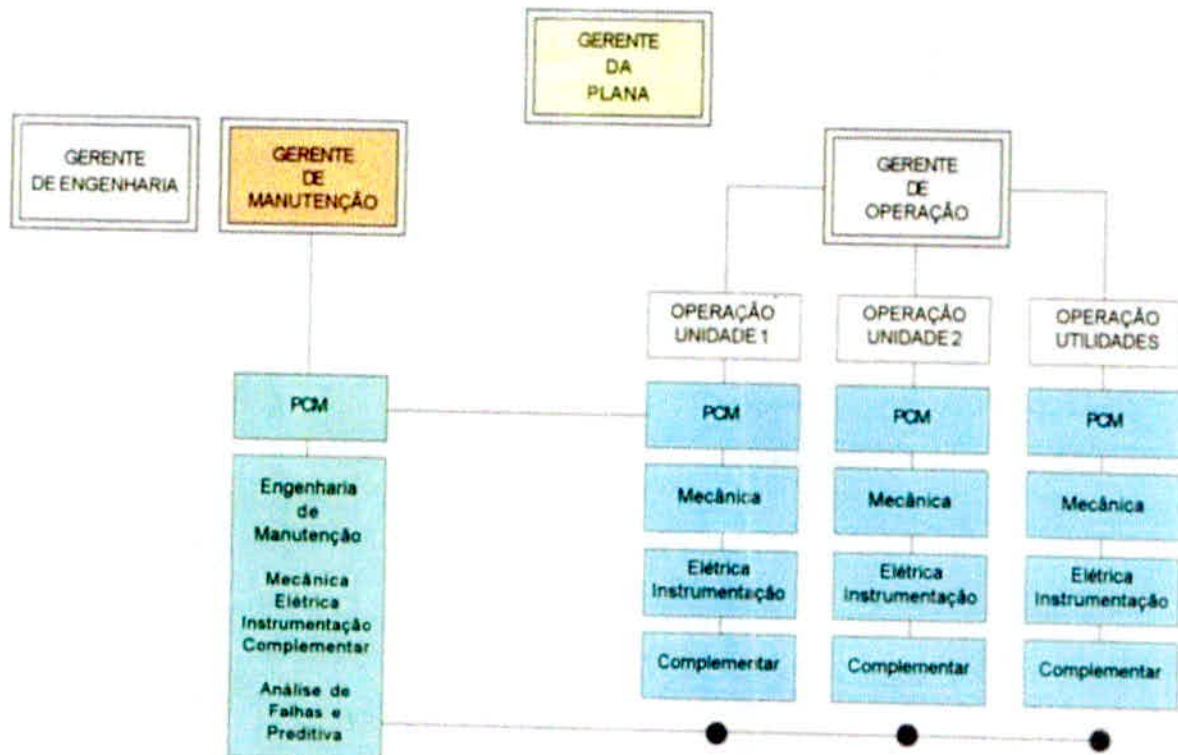
Figura 4 - Estrutura convencional ou em linha



Fonte: (KARDEC E NASCIF, 2009,p. 75).

b) Estrutura matricial, esta apresenta duas linha de autoridade: Uma vertical- funcional que, normalmente, define oque 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 á gerência de manutenção.” (KARDEC, NASCIF, 2009, p. 74).

Figura 5 - Estrutura matricial



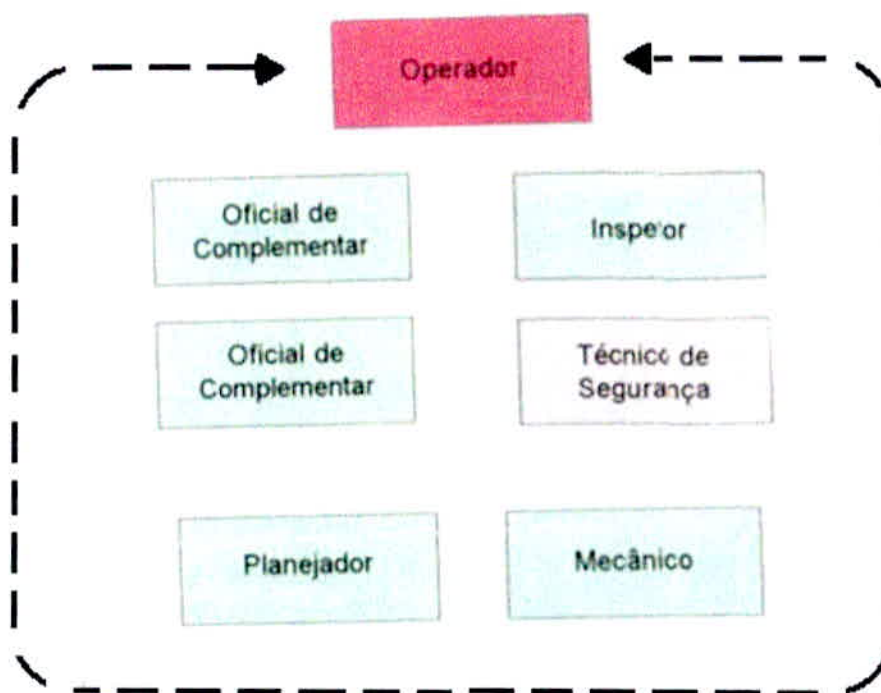
Fonte: (KARDEC E NASCIF, 2009, p. 76).

c) 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:

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

Figura 6. Estrutura de times de manutenção



Fonte: (KARDECE NASCIF, 2009,p. 78).

### 4.3 Estrutura do sistema de controle

Abaixo segue os principais processos:

- a) 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;
- b) Planejamento dos serviços: Esta etapa independe do tamanho e da complexidade do serviço ha ser programado, sendo necessário neste estágio relacionar, materiais, quantidade de mantenedores, horas necessárias para a intervenção, relação procedimentada das atividades quando possível utilizar imagens além da descrição técnica e relação próxima com setor de produção;
- c) Programação 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;
- d) 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;
- e) 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;
- f) Gerenciamento de equipamentos: Consiste em fornecer dados pertinentes á máquina ou equipamento, para o histórico, muitas vezes via sistema;



g) Administração de estoque: Esta informação de compra e recebimento de materiais são fundamentais para que o planejamento administre bem a carteira de serviço.

#### **4.4 Manutenibilidade**

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.

#### **4.5 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 rotero e gerardados 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).

#### **4.6 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.

#### 4.7 Ordem de serviço

A ordem de manutenção (O.S.) 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 O.S.: 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 (S.S.); após esta etapa o responsável pelo recebimento destas S.S. as classifica e repassa as mesmas aos mantenedores de acordo com a sua especialidade como O.S.

Figura 7. Ordem de serviço

<b>ORDEM DE SERVIÇO</b> <b>Nº: 0004689</b>		EQUIPAMENTO.....: MOI-0103 - BLEND MILL 2 LOCALIZAÇÃO.....: MIX001 - MIXING   Sub Localização...: MOINHO DE BLENDAGEM SOLICITANTE.....: 50358-BRUNO DE ABREU BONIFACIO SETOR EXECUTANTE...: 001 - MECÂNICA TIPO DE MANUTENÇÃO: CP - CORRETIVA PROGRAMADA CENTRO DE CUSTO...: 4210 - MIXING/CAMARA FRIA			
DATA/HOR SOLICITAÇÃO	DATA/HORA ATENDIMENTO	DATA/HORA MAQ PAROU			
	22/09/2013 07:00:00				
SOLICITAÇÃO...: EFETUAR TROCA DA UNIÃO ROTATIVA, RESPONSÁVEL PELO RESFRIAMENTO DO CILINDRO TRASEIRO.					
Serviço Realizado...:					
Executante	Data/Hora Inicio	Data/Hora Fim	Material	Quantidade	Obs.:
Visto Manut:			SEGURANÇA: Executar procedimento de travamento, trancar, etiquetar e testar		
Ordem de Serviço emitida automaticamente			Data/Hora Impressão :18/09/2013 13:12:54		

Fonte: o autor.

#### 4.8 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).



## 5 DISPONIBILIDADE COMO FERRAMENTA DA MANUTENÇÃO

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, SEIXAS, 2005, p. 41).

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.[...]”

### 5.1 Disponibilidade

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, p. 112).

Pode ser classificada em:

- a) Disponibilidade inerente: leva em conta apenas o tempo de reparo. Para se chegar na disponibilidade inerente, 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.

$$TMEF = \frac{HD}{NC}$$

Consecutivamente o TMPR (tempo médio para reparo) também mencionado nos textos bibliográficos como MTTR ( mean time to repair), que vem á 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).

$$TMPR = \frac{HIM}{NC}$$

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, NASCIF, 2009, p. 112).

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

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

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

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.

- b) Disponibilidade operacional: No que se refere a este indicador é o que representa a avaliação mais próxima da realidade.

São dados relacionados a 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).

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



## 6 ESTUDO DE CASO

Segue neste capítulo, a apresentação de uma análise crítica com ênfase em como são definidos os equipamentos que devem ter um plano preventivo.

Nesta análise são consideradas, todas as variáveis pertinentes ao funcionamento deste equipamento ou máquina para a manutenção, como por exemplo: criticidade, relação custo benefício durante esta intervenção, dificuldade de locomoção da máquina, se é possível manter outro equipamento como set up do mesmo, se este set up é de fácil execução em relação a preventiva, deve ser analisado se a falta de preventiva nesta máquina pode causar problemas mais sérios nas outras máquinas que compõe o sistema.

Neste ponto o foco é avaliar a hora técnica do mantenedor, os sobressalentes e a hora de indisponibilidade de máquina e avaliar se irão suprir o valor desta máquina, caso isto ocorra todas as variáveis citadas acima, devem ser analisadas.

Segue abaixo, dois exemplos práticos de análise crítica, para verificação da inclusão ou não de plano preventivo nas praticas adotadas para equipamentos.

a) Um motoredutor utilizado na tração de esteira tem a seguinte configuração:

Código de denominação: motorredutor de engrenagens helicoidais

Designação de catalogo: RX67DRS71M4

Potência do motor A [KW]: 0,550

Tensão motor [V]: 220/ 440

Número de polos: 4

Rotação entrada/saída [r/min]: 1690

Custo médio: R\$ 1.672,02

Este motoredutor de pequeno porte, de custo relativamente baixo, nos remete a uma análise, visto que este motoredutor de fácil acesso comercial, pode ser inserido no estoque de almoxarifado de manutenção como sobressalente, gerando assim um pequeno tempo de indisponibilidade de máquina em suas intervenções; intervenções estas que podem ser de lubrificação e manutenção do nível de óleo indicado pelo fabricante e set up para a troca periódica com posterior envio para reforma.

b) Um motor utilizado para acionamento dos rotores de um banbory na fabricação de borracha:

Motor de corrente contínua

Modelo: 5CD623MA004A003

Potência do motor A [HP]: 750

Tensão motor [V]: 500

Rotação [r/min]: 1150/1250

Custo médio: R\$ 250.000,00

Este motor de grande porte, de custo alto, aplicado em um sistema crítico da produção ou seja um sistema que em hipótese alguma pode sofrer parada não programada. Deve conter em suas práticas de manutenção um procedimento periódico com trocas de sobressalentes conforme deve ocorrer na preventiva, pela criticidade, devem ser incorporado ao plano do equipamento inspeções preditivas possivelmente com monitoramento contínuo, manutenções detectivas e práticas de engenharia de manutenção mantendo um acompanhamento permanente e confiável.

Segue abaixo, conforme análise crítica descrita acima, o estudo de caso realizado em um equipamento utilizado no resfriamento de borracha, denominado internamente na área industrial como Batch off.

Este equipamento composto por 2 (duas) aberturas permanentes (entrada/ saída) e 27 (vinte e sete) acessos denominados porta de visita para inspeções e intervenções da manutenção, que permanecem fechado durante todo o funcionamento, onde 8 (oito) destas portas estão na parte inferior, já as demais compõe a parte superior da máquina. É componente deste equipamento dois trocadores de calor associado cada qual, a um ventilador, utilizado para resfriamento da borracha, através de convecção e para transporte das tiras de borracha, são utilizadas 7 (sete) esteiras, sendo 3 (três) de lona e 4 (quatro) aço inox, estas quatro últimas serão o foco do estudo, após sucessivas intervenções da manutenção neste equipamento, por rompimento dos elos e tirantes ocasionadas por desgaste, acúmulo de borracha nos rolos de tração causando tencionamento excessivo, levando a esteira ao ponto de estrição ou até mesmo rompimento.

Este rompimento, ocasiona parada de máquina tendo como MTTR 240 minutos, neste tipo de intervenção onde é necessário apenas a troca da seção onde ocorreu o rompimento da esteira, tem a necessidade de dois mantenedores; antes da implantação do plano preventivo, começar a ser trabalhado com a devida periodicidade, estas quebras ocorriam de forma relativamente curta, alternando de quatro a cinco meses.

No entanto, após a implantação do plano preventivo que segue na figura 8, houve um aumento da disponibilidade operacional deste equipamento, causando a redução das quebras



de máquina, onde os reparos efetuados passaram a serem feitos de forma programada, após a efetiva prática dos procedimentos a primeira intervenção não programada, ocorreu após sete meses de operação, sem que houvesse qualquer tipo de manutenção que não fosse programada, sendo sua maioria manutenção preventiva neste período.

Figura 8. Plano preventivo Batch off

ORDEN DE SERVIÇO		Data Execução	Equipamento	
0004729		18/09/2013 18:01:34	BAT-0001 BATCH OFF	
INFORMAÇÕES GERAIS			PADRÕES DE EXECUÇÃO	
SOLICITANTE..... BRUNO DE ABREU BONIFACIO			PRazo DE ENTREGA..... 18/09/2013	
SETOR EXECUTANTE... 001 - MECÂNICA			TEMPO DE EXECUÇÃO..... 06:00	
TIPO DE MANUTENÇÃO: MP - MANUTENÇÃO PREVENTIVA			TEMPO DE INTERFERÊNCIA: 06:00 100, %	
CENTRO DE CUSTO... 4210 - MIXING/CÂMARA FRIA				
LOCALIZAÇÃO..... MIX001 - MIXING				
SERVIÇO SOLICITADO:				
OBSERVAÇÕES:				
DESCRIÇÃO	SERVIÇO	MATERIAL	Quantidade	
			PREV.	REAL.
001 INSPECIONAR EM FUNCIONAMENTO	INSPECIONADO	-		
001 001 INSPECIONAR REDUTORES QUANTO A RUÍDOS ESTRANHOS		-		
002 EXECUTAR PROCEDIMENTO DE TRAVAMENTO (TRANCAR, ETIQUETAR E TESTAR)	PROCEDIMENTO DE SEGURANÇA	-		
002 001 DESENERGIZAR		-		
002 002 TRAVAR		-		
002 003 ETIQUETAR		-		
002 004 VERIFICAR TRAVAMENTO		-		
003 INSPECIONAR	INSPECIONADO	-		
003 001 INSPECIONAR CORRENTES DE TRANSMISSÃO QUANTO A DESGASTE		-		
003 002 INSPECIONAR EMENDAS DAS CORRENTES		-		
003 003 INSPECIONAR RODAS DENTADAS QUANTO A DESGASTE		-		
003 004 INSPECIONAR REDUTORES DE AÇÃOAMENTO DAS ESTERIAS QUANTO A VAZAMENTOS		-		
003 005 INSPECIONAR INTERIOR DO BATCH OFF (BORRACHA AGARRADA AS ESTERIAS E ROLIS)		-		
003 006 INSPECIONAR FOLIOS LIVRES		-		
004 LUBRIFICAR	LUBRIFICAÇÃO	-		
004 001 LUBRIFICAR CORRENTES DAS ESTERIAS DE AÇO 2º, 3º, 4º E 5º		98260 - LUB. P/ CORRENTE S&BLL CARRIDA CHAIN OR. 1000 LATA AER. 400ML	3,2	
004 002 LUBRIFICAR MANCAIS DE TODAS AS ESTERIAS (GRAJA INTERPLEX 460)		98152 - GRAJA INTERPLEX 460/2 BALDE 18KG INTERLUB	0,20	
005 EXECUTAR TESTES DE FUNCIONAMENTO	TESTE / ACOMPANHAMENTO	-		
EXECUTANTE	INÍCIO DO SERVIÇO	FIM DO SERVIÇO		
	:/ / : :	:/ / : :		
	:/ / : :	:/ / : :		
	:/ / : :	:/ / : :		
	:/ / : :	:/ / : :		
RESPONSÁVEL	SUP. MANUTENÇÃO	RECIBO PELA PRODUÇÃO		

IMPRESSÃO 18/09/2013

Fonte: o autor.

## 7 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.

Apartir da premiação 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 corrigilas, 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 conseqüentemente uma maior produtividade.



## REFERÊNCIAS

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica**. 3 ed. ver. e ampl. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2009.

BRANCO FILHO, Gil. **Planejamento e Controle de Manutenção**: Curso de PCM. São Paulo: Apostila de Treinamento da ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção) 2005.

KARDEC, Alan; Flores F., Joubert; SEIXAS, Eduardo. **Gestão Estratégica e Indicadores de Desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark: ABRAMAN, 2002.

VIANA, Hebert Ricardo Garcia. **PCM: Planejamento e Controle de Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

ABREU, Rui Soares. **Manutenção preventiva**. Rio de Janeiro: Divisão de Estudos e Pesquisas Convênio CNI- SESI/ DN, 1978.

5462, NBR. **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1993.