

**MARINHA DO BRASIL**  
**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA**  
**CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE**  
**MÁQUINAS DA MARINHA MERCANTE**

**Cary Olyntho Fialho**



**SISTEMA DE MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS MARÍTIMOS**

**Rio de Janeiro**

**2015**

**Cary Olyntho Fialho**

**SISTEMA DE MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS**

**MARÍTIMOS**

Monografia ao Centro de Instrução  
Almirante Graça Aranha como condição prévia  
para conclusão do Curso de Aperfeiçoamento  
para Oficial de Máquinas da Marinha mercante.  
(APMA – 1 / 2015)

Orientador: Msc.Eng. Paulo Roberto  
Batista Pinto

Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

NOTA: \_\_\_\_\_

Orientador: Msc.Eng. Paulo Roberto Batista Pinto

---

Assinatura do Orientador

**Rio de Janeiro**

**2015**

**Cary Olyntho Fialho**

**SISTEMAS DE MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS**

**MARÍTIMOS**

**Rio de Janeiro**

**2015**

## DEDICATÓRIA

Dedico essa monografia a minha esposa que sempre me incentivou para o meu aperfeiçoamento, crescimento profissional e conhecimento para crescer como pessoa consciente de nossa cidadania.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter saúde e oportunidade de aperfeiçoamento em minha profissão, e a minha esposa que esteve sempre a meu lado com amor e todo apoio que eu necessitava, dando forças para continuar com minha jornada.

## RESUMO

Toda empresa de navegação tem como objetivo o lucro, transportando suas cargas de e para um local determinado, sem que haja atraso. Com isso, o navio deve estar em excelentes condições de operação. Este trabalho descreve a importância de pensar e agir estrategicamente, para que a atividade de manutenção se integre de maneira eficaz ao processo produtivo contribuindo, efetivamente, para que a empresa caminhe rumo à Excelência Empresarial. Esta nova postura é fruto dos novos desafios que se apresentam para as empresas neste novo cenário de uma economia globalizada e altamente competitiva, onde as mudanças se sucedem em alta velocidade e a manutenção, como uma das atividades fundamentais do processo produtivo, precisa ser um agente proativo. Neste cenário não mais existem espaços para improvisos e arranjos; competência, criatividade, flexibilidade e trabalho em equipe são as características básicas das empresas e de suas organizações que como razão de ser de sua sobrevivência. A condução moderna requer uma mudança profunda de mentalidade e de posturas. A gerência moderna deve estar sustentada por uma visão de futuro e regida por processos de gestão e a qualidade total dos seus processos produtivos sejam os balizadores fundamentais.

O que é comum na manutenção de um equipamento é que, antes de realizar qualquer ação deve-se indubitavelmente consultar o manual de instruções, a fim de reconhecer as particularidades dos utilitários. Há normas, decretos específicos e convenções para os trabalhadores da praça de máquinas e para as máquinas e equipamentos marítimos. Além disso, existem sistemas mais modernos, computadorizados, que auxiliam a manutenção.

## **ABSTRACT**

Every navigation company has as objective seeks profit transporting yours loads of a certain place, without there is delay. With that, the ship should be excellent operation conditions. This work describes the importance of to think and to act strategically, so that the maintenance integrates from an effective way to the productive process contributing, indeed, for the company to walk heading for Business Excellence. That new posture is fruit of the new challenges that come for the companies in this new scenery of an economy globalized and highly competitive, where the changes are happened in high speed and the maintenance, as one of the fundamental actives of the productive process he/ she needs to be an agent active. In this scenery no more spaces exist for surprises and arrangements, competence, flexibility, creativity and works equips are the basic characteristics of the companies and their organizations that as reason of being of his/her survival. The modern transport requests a deep of and of posture. The modern management should be sustained by a future vision and governed by administration processes and the total quality of their productive processes are the fundamental benchmarks. What is common in the maintenance an equipment is that, before accomplishing any action he/she is due manual of instructions undoubtedly, similar of recognizing the particularities of the utilitarian ones. There are norms, specific ordinances and conventions for the workers of square of machines and for the machines and marine equipment. Besides, systems more modern, computerized that in the maintenance.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	7
2	OBJETIVOS .....	9
2.1	Importância da Manutenção .....	9
2.2	A Importância da Manutenção de Equipamentos.....	10
2.3	Visão da Manutenção.....	11
2.4	Estruturação da Manutenção .....	12
2.5	Controle de Processos na Manutenção .....	18
2.6	Diagrama de Ishikawa:.....	20
2.7	Diagrama de Pareto .....	22
2.8	Missão da Manutenção .....	23
2.9	Confiabilidade e Manutenibilidade.....	24
2.10	Os Homens da Manutenção.....	26
3	TIPOS DE MANUTENÇÃO .....	28
3.1	Manutenção Corretiva .....	29
3.2	Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade.....	30
3.3	Manutenção Preventiva.....	32
3.4	Manutenção Planejada.....	35
3.5	Manutenção Detectiva.....	37
4	ROTINA DE MANUTENÇÃO A BORDO.....	38
4.1	Manutenção de Equipamentos.....	43
5	GRÁFICOS E FIGURAS .....	51
6	CONCLUSÃO.....	76
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	77

## 1 INTRODUÇÃO

A manutenção, embora despercebida, sempre existiu mesmo nas épocas mais remotas. Começou a ser conhecida com o nome de manutenção por volta do século XVI na Europa, logo tomou corpo ao longo da revolução industrial e firmou-se como necessidade absoluta. Atualmente, não se trata apenas do conserto e das ações para manter as máquinas em boas condições, a manutenção passou a influenciar na segurança da embarcação e da tripulação, da mesma forma que ajuda a prevenir acidentes que possam prejudicar o meio ambiente. Está evoluiu, ao longo de várias décadas, desde períodos das guerras, das dificuldades econômicas como a crise do petróleo, até a globalização que vem contribuindo a renovação dos conceitos de manutenção. (Verri, 2007). Após a Segunda Guerra Mundial aumentou significativamente a necessidade por uma produção mais ágil e ao mesmo tempo confiável; as intervenções corretivas, aquela que ocorre após a falha ou quebra do ativo, não eram mais suficientes. A manutenção preventiva surgia não só para corrigir as falhas, mas também para evitá-las, a Manutenção tornou-se tão importante quanto a Operação. (Kardec, 2002)

Após a década de 50, surgiu uma grande evolução na aviação comercial e na indústria eletrônica. Com a preventiva baseada na estatística (tempo e horas trabalhadas), observou-se que o tempo gasto para diagnosticar as falhas era maior do que o de execução do reparo. A alta administração, então, resolveu selecionar equipes de especialistas para compor um órgão de assessoramento, que se denominou “Engenharia de Manutenção”, recebendo os encargos de planejar e controlar a manutenção preventiva e analisar causas e efeitos das avarias (Kardec, 2002). Com a difusão dos computadores, o fortalecimento das Associações Nacionais de Manutenção e a sofisticação dos instrumentos de proteção e medição, a Engenharia de Manutenção passou a desenvolver critérios mais sofisticados de Manutenção Baseada em Condições, estes foram unidos a sistemas automatizados de planejamento e controle, reduzindo os serviços burocráticos dos executantes de Manutenção. Estas atividades acarretaram o desmembramento da Engenharia de Planejamento e Controle de

Manutenção PCM, esta última com a finalidade de desenvolver, implementar e analisar os resultados dos serviços de manutenção, utilizando-se de um sistema informatizado como ferramenta de suporte (Kardec, 2002). No início dos anos 70, foi levado em questão o envolvimento dos aspectos de custos no processo de Gestão da Manutenção, que ficou conhecido como Terotecnologia. Esta técnica propunha a capacidade de combinar os meios financeiros, estudos de confiabilidade, avaliações técnicas-econômicas e métodos de gestão, de modo a obter ciclos de vida dos equipamentos cada vez menos dispendiosos. O conceito de terotecnologia é a base da atual "Manutenção Centrada no Negócio", onde os aspectos de custos norteiam as decisões da área de Manutenção e sua influência nas decisões estratégicas das empresas. Esta nova postura é fruto dos novos desafios que se apresentam para as empresas neste novo cenário de uma economia globalizada e altamente competitiva, onde as mudanças se sucedem em alta velocidade e a manutenção, como uma das atividades fundamentais do processo produtivo, precisa ser um agente proativo. (Kardec, 2002).

## **2 OBJETIVOS**

O objetivo deste trabalho é descrever os tipos de manutenção Preventiva, Preditiva, Corretiva, Detectiva e Periódica. Em seus aspectos gerais, e a importância que é dar o máximo de vida útil e produtividade as máquinas e equipamentos navais. Contudo, para que a manutenção não deixe de ser eficiente estabeleça o grau de disponibilidade e confiabilidade desejado evitando assim uma parada inesperada do equipamento, é necessário reunir condições básicas de planejamento e manutenção de modo integrar o plano de manutenção a uma gestão atuante tornando o navio mais eficiente e produtivo.

### **2.1 Importância da Manutenção**

A manutenção torna-se uma importante ferramenta para a melhoria da produtividade, através da análise da causa da falha dos equipamentos e do tipo de manutenção empregado fornecendo mais disponibilidade e confiabilidade aos equipamentos aumentando o nível de segurança das embarcações e minimizando assim os custos dos armadores. Todos os equipamentos, sistemas e instalações, sejam eles mecânicos, elétricos, eletrônicos, hidráulicos ou pneumáticos, estão sujeitos a ser degradadas as suas condições normais de operacionalidade, com o decorrer do tempo, em consequência do uso e até por causas fortuitas.

É missão da manutenção repor essa operacionalidade em níveis corretos.

Para cumprir a sua missão, a manutenção recorre a um conjunto diversificado de tarefas selecionadas e programadas de acordo com as características e utilização do seu objeto e os padrões de serviço que lhe foram fixados. Essas tarefas são, por exemplo, a lubrificação, a limpeza, o ensaio, a reparação, a substituição, a modificação, a inspeção, a calibração, a revisão geral ou o controle de condições.

Em termos temporais, a tendência é a ação da manutenção se exercer não apenas durante a fase de operação do seu objeto, mas ao longo de todo o seu ciclo de vida, desde a concepção ou especificação, até ao seu abate ou desativação.

Podem ser objeto de ação da manutenção não só as máquinas e equipamentos industriais, mas também ferramentas especiais, equipamentos de ensaio, instalações de energia, gases e fluidos e redes de comunicações.

## **2.2 A Importância da Manutenção de Equipamentos**

A manutenção de equipamentos é a atividade realizada a bordo dos navios que mais contribui para elevar o grau de prontidão do navio como um todo. A manutenção, quando é realizada e tratada com a devida importância que merece, faz com que ela passe despercebida pois, as fainas e trabalhos são realizados rotineiramente com índices baixos de interrupções ou avarias. De outra forma, quando existe manutenção insuficiente nos equipamentos, há um grau bem maior de avarias e interrupções na operação do navio causando prejuízos econômicos e, a manutenção, ou melhor a falta dela, ganha um destaque negativo indesejável. Em resumo, a manutenção quando é bem realizada, fica despercebida pelos operadores dos equipamentos, mas quando ela é insatisfatória acarreta problemas.

Cada vez mais os navios possuem sistemas e equipamentos com maior complexidade técnica que demandam um tempo maior para a execução de todas as rotinas de manutenção sugeridas pelo fabricante. É comum hoje em dia haver muitos equipamentos que tem um sistema de manutenção planejada implantado. Neste caso devemos seguir fielmente as orientações escritas pela equipe técnica dos fabricantes dos equipamentos e executar todas as rotinas recomendadas.

No caso de NM, as determinações das Classificadoras aumentam a necessidade dessa observação procedentes e materiais utilizados. Porém, há inúmeros equipamentos e acessórios de convés que também são importantes para a operação do navio e conseqüentemente precisam estar com um grau de prontidão elevado. Em outras palavras, a eles deve ser dado também um enfoque de manutenção preventiva embora muitas vezes não haja uma documentação de manutenção organizada para este fim.

Assim sendo, o tripulante deve estar consciente da importância de sua participação ativa nas tarefas de bordo e realizar a sua parte na realização da meta

de conseguirmos um navio seguro e operativo. Não devemos esquecer nunca que o navio em viagem só dispõe de seus próprios meios e que uma avaria em alto mar ou durante uma tempestade pode trazer consequências indesejáveis. A manutenção é um trabalho de equipe onde o resultado muitas vezes não se vê, mas quase sempre a falta de manutenção passa a ser visível.

É importante desenvolver um trabalho detalhado de planejamento das atividades de manutenção daqueles equipamentos que estão sob nossa responsabilidade e devemos ser profissionais conscientes de nossas responsabilidades na operação e manutenção do navio e, para isso, devemos nos dedicar ao aprendizado dos assuntos necessários para a consecução de bons resultados.

### **2.3 Visão da Manutenção**

A definição de manutenção já nos diz “Conservar determinado componente, equipamento, sistema, instalações dentro das condições de desempenho para as quais ele foi originalmente projetado”.

“O homem da manutenção não deve ser apenas aquele que conserta, mas sim o que elimina a necessidade de consertar”. (H. Salles)

#### **Evolução da Manutenção**

Nos últimos 20 anos a atividade de manutenção tem passado por mais mudanças do que qualquer outra.

Estas alterações são consequências de:

- Aumento bastante rápida do número e diversidades dos itens físicos instalações, (equipamentos e edificações) que tem que ser mantidos:

- Projetos muito mais complexos
- Novas técnicas de manutenção;
- Novos enfoques sobre a organização da manutenção e suas responsabilidades.

## **2.4 Estruturação da Manutenção**

O conceito fundamental, portanto, que deve estar permanentemente presente durante a estruturação da manutenção preventiva é o de valor agregado. Isto equivale dizer que a decisão de incluir ou não uma atividade como preventiva deve ser precedida de uma análise da falha, com foco nas suas consequências e no custo das ações de bloqueio das falhas.

As atividades de manutenção preventiva, sejam substituição periódica, reparo periódico ou corretivas, tem um ponto em comum, pois são atividades caracterizadas pela maximização da relação entre benefício e custo. Esta lógica só é quebrada quando os benefícios não são tangíveis, como são os casos da segurança e do meio ambiente,

Quando prevalece a obrigatoriedade da inclusão da manutenção preventiva, ou de manutenção de melhoria. Por se tratar de uma atividade tão complexa e que tem consequências tão importantes, é necessário que todo o conhecimento da planta existente nas pessoas seja disponibilizado para o trabalho. Estes conhecimentos referem-se a:

- .Composição adequada de políticas de manutenção para que os objetivos da função manutenção sejam atingidos para um equipamento/instrumento, ou grupo destes.

- Segurança para as pessoas
- Preservação do meio ambiente
- Influência na qualidade do trabalho
- Influência no volume de trabalho
- Interdependência com outros equipamentos
- Recursos e tempos de manutenção
- Disponibilidade requerida
- Custos
- Definições

#### . Análise de Falhas

Exame lógico e sistemático das possibilidades de falha de um equipamento/instrumento, para identificar e analisar o mecanismo, a causa e as consequências da falha. Faz parte do custo total de um item ao longo de sua vida, incluindo custos de aquisição, operação, manutenção, melhorias, modificações e remoção.

#### . Defeito

É a alteração das características de um item, equipamento ou sistema operacional, em relação aos seus requisitos, sem que tenha havido perda da sua função.

Um defeito não torna o item indisponível. Porém, se não reparado, poderá levar à falha e conseqüentemente à indisponibilidade.

## Disponibilidade

Relação entre o tempo em que determinado equipamento, sistema ou planta esteve disponível para operar e o tempo total planejado para operação.

### . Equipamento

Poderão existir equipamentos, onde um ou mais de um dos seus componentes sejam outros equipamentos. Neste caso chamaremos:

Equipamento principal: aquele que tem uma relação direta com o processo.

Equipamento secundário: aquele que tem como função auxiliar o equipamento principal.

### Estratégia de Manutenção

**Falha:** É a perda total ou parcial da capacidade de uma peça, componente, equipamento ou sistema operacional de desempenhar a sua função, não permitindo a sua utilização no processo.

**Inspeção Autônoma:** É um sistema de prevenção da falha/quebra baseado no acompanhamento e observação acurada dos equipamentos e sistemas produtivos durante a operação dos mesmos.

**Malha:** Conjunto de instrumentos interligados e integrados que se constitui em parte ou o total de um comando ou controle de determinado equipamento ou sistema operacional.

**Manutenibilidade:** Facilidade com que se pode realizar uma intervenção de manutenção. Probabilidade que um item avariado possa voltar ao seu estado operativo em um período de tempo dado, quando a manutenção se realiza em condições determinadas e com meios e procedimentos estabelecidos.

**Manutenção Centrada na Confiabilidade:** Metodologia de seleção de tarefas adequadas e eficazes de manutenção, que visam manter as funções dos componentes de um sistema. Isto é obtido através de uma sistemática de identificação e análise das falhas funcionais.

**Manutenção Corretiva:** Intervenção de manutenção efetuada em caráter de emergência, após quebra/falha do equipamento/instrumento, não permitindo a programação dos serviços.

Intervenções de manutenção efetuada quando os equipamentos/instrumentos estão em iminência de falha e é possível a programação para reparo.

**Manutenção de Melhoria:** Atividade da manutenção cujas intervenções visam a eliminação do processo de falha ou a estabilização e aumento do tempo de bom funcionamento e desempenho do equipamento/instrumento, através da introdução de melhorias.

**Manutenção Detectiva:** Atividade de manutenção aplicada a dispositivos que trabalham somente quando necessário, e não informam se estão em estado de falha. A manutenção detectiva consiste em verificar periodicamente se eles estão em condições de atuar. Exemplo: sistema de alarme de incêndio.

**Manutenção Diária (rotina):** Intervenções de manutenção preventiva efetuadas na forma e em caráter de rotina, obedecendo a uma sistemática de inspeção e recomposição imediata.

**Manutenção Periódica ou Manutenção Baseada no Tempo (MBT):** Intervenções de manutenção preventiva baseadas no tempo, e efetuadas sempre que um prazo pré-estabelecido é atingido. Este prazo é estabelecido com base nas informações fornecidas pelos fabricantes dos equipamentos ou na experiência adquirida com os mesmos.

**Manutenção Preditiva ou Manutenção Baseada na Condição (MBC):** Intervenção de manutenção preventiva baseada na condição do equipamento/instrumento e efetuada sempre que os resultados dos parâmetros monitorados, via inspeção de equipamentos, indicarem que o mesmo atingiu limites previamente estabelecidos.

**Prevenção da Manutenção:** Atividade da manutenção cujas ações possibilitam a elaboração de projetos de equipamento/instrumento que dispensem ou minimizem a necessidade de manutenção.

**Coordenador da Manutenção (Responsabilidades):** Elaborar cronograma, negociando as prioridades com a operação; conscientizar a operação e a equipe de manutenção da importância do trabalho e da necessidade de criar disponibilidade para participar do processo; administrar o andamento do trabalho.

**Engenharia de Manutenção:** Coordenar o trabalho, integrando os participantes e estimulando-os a contribuir com os seus conhecimentos e suas

experiências, relativamente aos equipamentos; monitorar a adequação das políticas de manutenção estabelecidas e dos planos de manutenção preventiva elaborados, e ajustá-los permanentemente; buscar e disponibilizar contribuições através do benchmark; garantir os registros das informações no banco de dados e realimentar os planos.

### Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)

Cabe ao PCM administrar todas as atividades e a carteira de serviços da manutenção, priorizando e detalhando as atividades executadas no dia-a-dia por meio das ordens de serviços, assim como o tratamento dos dados para análises diversas.

Define-se assim a função do PCM:

- **Planejamento** - Conhecer os trabalhos por meio de uma carteira de serviços, os recursos necessários (financeiros, humanos, materiais e equipamentos) e definir as decisões para a execução;
- **Programação** - Determinar a data para a execução dos trabalhos de acordo com as disponibilidades dos recursos;
- **Controle** - Coletar e organizar os dados apontados durante a execução do serviço, de forma a disponibilizar estes para a análise e tomadas de decisões.

Uma forma eficiente de balizar a eficácia do PCM é analisando o índice de disponibilidade dos processos e/ou equipamentos, se os índices estiverem abaixo dos objetivos estabelecidos, demonstram uma necessidade de rever todo o programa de manutenção. Se os índices estiverem dentro dos objetivos, indicam a necessidade de se criarem novos objetivos e metas para uma melhoria contínua, ou seja: o momento de se girar o círculo do PDCA.

O objetivo principal de um bom sistema de planejamento é a busca do ponto ótimo entre o custo, a disponibilidade e a confiabilidade. As expectativas de um bom sistema de manutenção são:

- Reduzir os tempos de parada dos equipamentos e conseqüentemente as perdas de produção;
- Permitir o melhor ajuste e a melhoria da operação dos equipamentos de modo a obter a melhor qualidade dos produtos e serviços produzidos com a garantia do cumprimento dos parâmetros de segurança e de cuidados com o meio ambiente;
- Maximizar o ciclo de vida dos equipamentos, reduzindo o desgaste de peças e componentes e conseqüentemente os custos de reposição.

## **2.5 Controle de Processos na Manutenção**

Para alcançar uma boa manutenção é necessário que essa função seja controlada. Existem várias ferramentas da qualidade que podem auxiliar no controle de processos da manutenção. Entre essas ferramentas está o PDCA, que é um método de controle de processos. Segundo Silva (2004), o método PDCA, do inglês Plan, Do, Check e Action, que significa planejar, executar, analisar e agir, se baseia no controle de processos exercido por meio de um ciclo.

De acordo com Capetti (2005) o uso do PDCA pode ser assim relatado:

- QUALIDADE – MANUTENÇÃO
- DISPONIBILIDADE
- QUALIDADE – OPERAÇÃO CUSTO DE MANUTENÇÃO
- PRODUÇÃO
- QUALIDADE – INSTALAÇÃO

– **P (Plan = Planejar)**: nesta fase deve-se definir o que se quer, planejar o que será feito, estabelecer metas e definir métodos que permitirão atingir as metas propostas. No caso da manutenção, esta atividade pode corresponder ao planejamento das atividades.

– **D (Do = Executar)**: executar o planejado conforme as metas e métodos definidos;

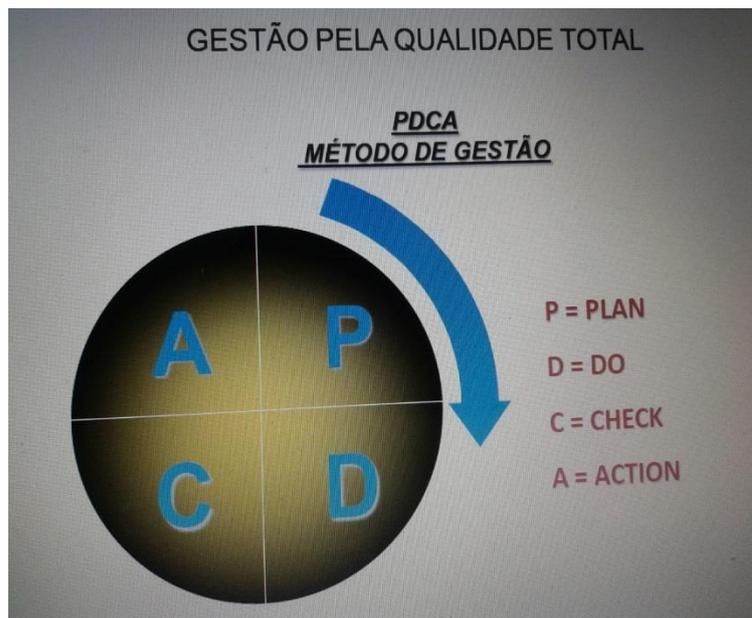
– **C (Check = Verificar)**: verificar os resultados e os trabalhos para saber se estão sendo

executados conforme planejados;

– **A (Action = Agir)**: fazer correções do processo se for necessário, tomar ações corretivas e de melhoria.

Portanto, o PDCA constitui-se em um método gerencial de tomada de decisão com o intuito de garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização (WERKEMA, apud SILVA, 2004). Mas para alcançar as metas, a manutenção não deve ficar focada apenas em uma fase do PDCA, e sim fazer o ciclo completo. Segundo Pinto e Xavier (1999), a manutenção tem girado mal o ciclo PDCA. A grande falha tem sido fazer o giro apenas em torno do Do, ou seja, cada vez mais tem-se procurado executar melhor o reparo. A manutenção deve buscar, sempre, evitar a falha, e não se preocupar apenas em corrigi-la cada vez melhor. Outro erro muito comum é o excesso de planejamento com um nível de ação não adequado.

## Ciclo PDCA ISO 9001



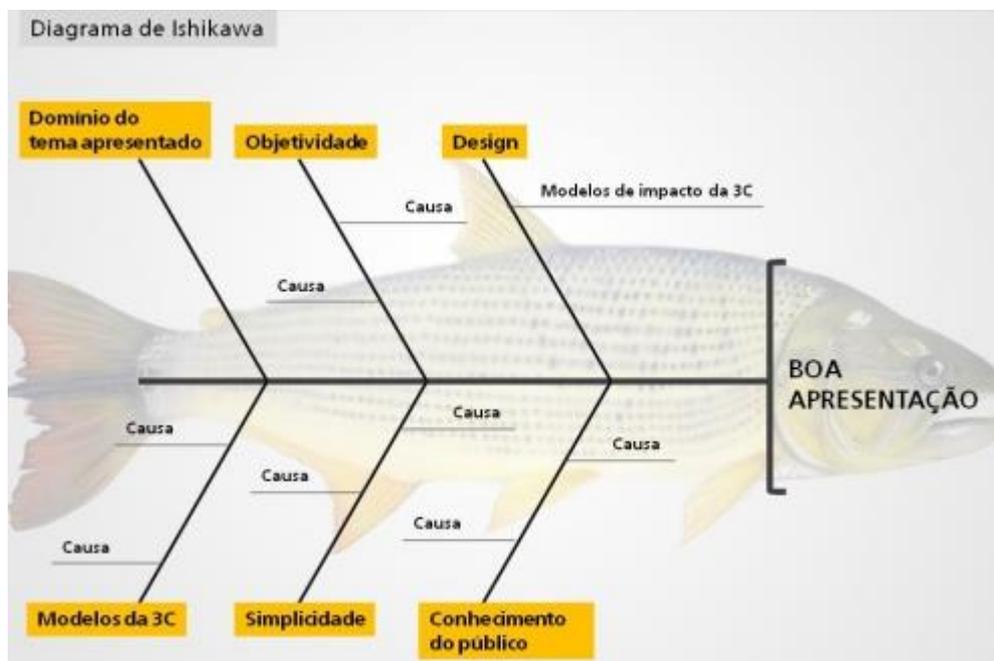
### 2.6 Diagrama de Ishikawa:

O Diagrama de Ishikawa, é uma ferramenta gráfica utilizada pela Administração para o gerenciamento e o Controle da Qualidade em diversos processos, e também é conhecido como "Diagrama de Causa e Efeito", "Diagrama Espinha-de-peixe"

Na sua estrutura, os problemas são classificados em seis tipos Diferentes: método, matéria-prima, mão-de-obra, máquinas, medição e meio ambiente. Esse sistema permite estruturar hierarquicamente as causas potenciais de um determinado problema ou também uma oportunidade de melhoria, assim como seus efeitos sobre a qualidade dos produtos.

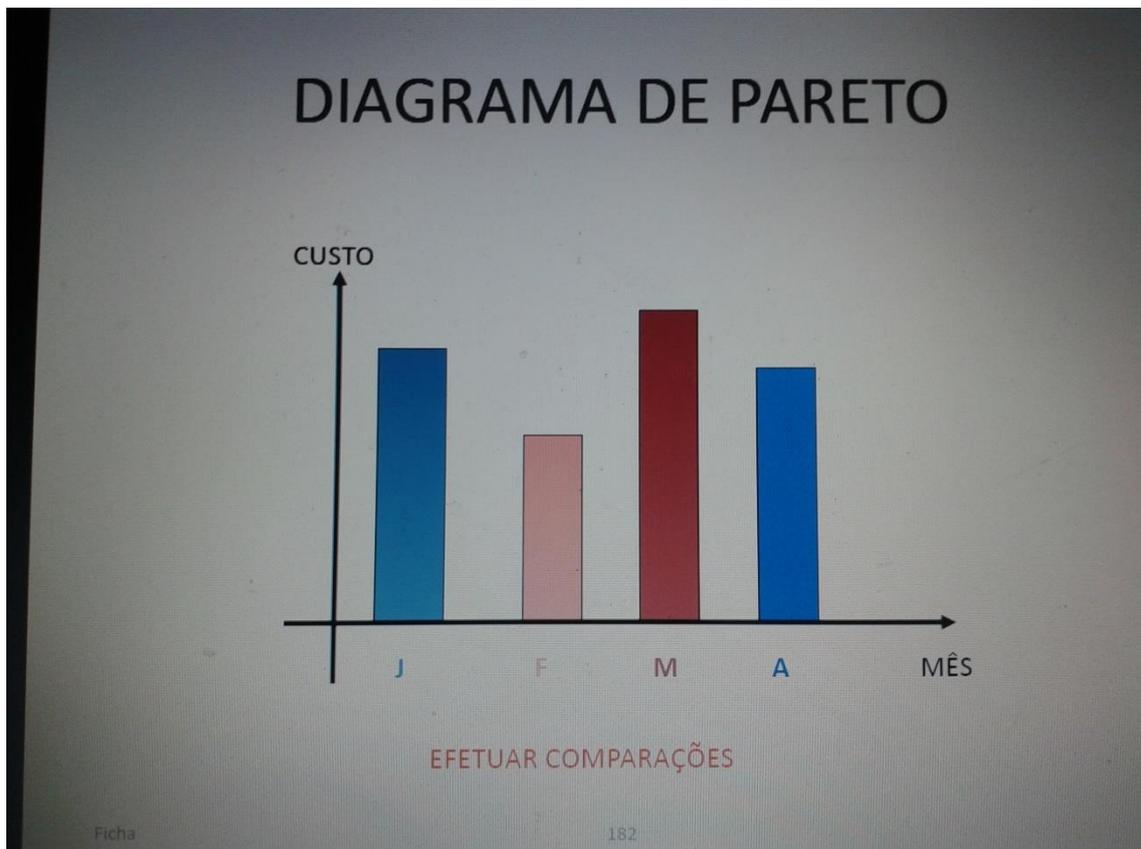
O Diagrama de Ishikawa é uma das ferramentas mais eficazes e mais utilizadas nas ações de melhoria e controle de qualidade nas organizações, permitindo agrupar e visualizar as várias causas que estão na origem qualquer problema ou de um resultado que se pretende melhorar. Geralmente, esses diagramas são feitos por grupos de trabalho e envolvem todos os agentes do processo em análise. Depois de identificar qual o problema ou efeito a ser

estudado, é feita uma lista das possíveis causas e depois faz-se o diagrama de causa e efeito.



## 2.7 Diagrama de Pareto

- Identifica os problemas/causas mais importantes
- Os problemas/causas mais freqüentes nem sempre são os de maiores custos
- Também é conhecido como diagrama 80-20
- Para construir é só ordenar o gráfico de barras em ordem decrescente de ocorrência.



## 2.8 Missão da Manutenção

Se quiséssemos exprimir agora, de um forma mais completa, a missão da Manutenção, poderíamos dizer que a Manutenção é um conjunto integrado de atividades que se desenvolve em todo o ciclo de vida de um equipamento, sistema ou instalação e que visa manter ou repor a sua operacionalidade nas melhores condições de qualidade, custo e disponibilidade, com total segurança.

Todos os equipamentos, sistemas e instalações, sejam eles mecânicos, elétricos, eletrônicos, hidráulicos ou pneumáticos, estão sujeitos a ser degradadas as suas condições normais de operacionalidade, com o decorrer do tempo, em consequência do uso e até por causas fortuitas. É missão de a manutenção repor essa operacionalidade em níveis corretos.

Para cumprir a sua missão, a manutenção recorre a um conjunto diversificado de tarefas selecionadas e programadas de acordo com as características e utilização do seu objeto e os padrões de serviço que lhe foram fixados. Essas tarefas são, por exemplo, a lubrificação, a limpeza, o ensaio, a reparação, a substituição, a modificação, a inspeção, a calibração, a revisão geral ou o controle de condições.

Em termos temporais, a tendência é a ação da manutenção se exercer não apenas durante a fase de operação do seu objeto, mas ao longo de todo o seu ciclo de vida, desde a concepção ou especificação, até ao seu abate ou desativação. Podem ser objeto de ação da manutenção não só as máquinas e equipamentos industriais, mas também ferramentas especiais, equipamentos de ensaio, instalações de energia, gases e fluidos e redes de comunicações.

É, obviamente, impossível otimizar todos estes fatores simultaneamente. É responsabilidade da gestão da Manutenção encontrar o compromisso mais satisfatório, compatível com os objetivos da empresa e pautar por ele as suas decisões futuras.

## 2.9 Confiabilidade e Manutenibilidade

A missão da manutenção é garantir a disponibilidade dos equipamentos e instalações de modo a atender as necessidades. Para que isso ocorra, o serviço deverá ter confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado.

Segundo Pinto e Xavier (2002) confiabilidade é a probabilidade que um item possa desempenhar sua função requerida, por um intervalo de tempo, estabelecido, sob condições definidas de uso. De acordo com a norma brasileira NBR-462/1994 (Confiabilidade e Manutenibilidade), confiabilidade é a capacidade de um item desempenhar uma função específica, sob condições e intervalo de tempo pré-determinados.

Portanto, confiabilidade é a capacidade expressa pela probabilidade de funcionar corretamente, ou seja, cumprir sua missão por um determinado período de tempo preestabelecido e em condições operacionais e ambientais especificadas.

Para atender de forma satisfatória, podemos implementar a manutenção centrada na confiabilidade (MCC), aplicando as sete perguntas básicas, conforme colocado por Pinto e Xavier (2002):

- Quais são as funções e padrões de desempenho do item no contexto operacional atual?
- De que forma ele falha em cumprir suas funções?
- O que causa cada falha operacional?
- O que acontece quando ocorre a falha?
- De que forma cada falha tem importância?
- O que pode ser feito para prevenir cada falha?

- O que deve ser feito, se não for encontrada uma tarefa preventiva apropriada?

Deve-se considerar no processo de manutenção aspectos da confiabilidade, já que os conceitos básicos de confiabilidade são:

- Seleção do sistema;
- Definição das funções e padrões de desempenho;
- Determinação das falhas funcionais e de padrões de desempenho;
- Análise dos modos e efeitos das falhas;
- Histórico de manutenção e revisão da documentação técnica;
- Determinação de ações de manutenção – política, tarefas, frequências;

Conforme Tavares (1999), a diminuição das quebras não programadas, com a predição do estado dos equipamentos, aliado ao uso dos recursos de lubrificação, da organização, padronização, planejamento das intervenções, além da quase obrigatoriedade de um planejamento computadorizado do sistema de manutenção, é a tônica atual dentro da manutenção centrada na confiabilidade.

Deve-se considerar no processo de manutenção aspectos da confiabilidade, já que os conceitos básicos de confiabilidade são:

Seleção do sistema;

- Definição das funções e padrões de desempenho;
- Determinação das falhas funcionais e de padrões de desempenho;
- Análise dos modos e efeitos das falhas;
- Histórico de manutenção e revisão da documentação técnica;

- Determinação de ações de manutenção – política, tarefas, frequências;

Conforme Tavares (1999), a diminuição das quebras não programadas, com a predição do estado dos equipamentos, aliado ao uso dos recursos de lubrificação, da organização, padronização, planejamento das intervenções, além da quase obrigatoriedade de um planejamento computadorizado do sistema de manutenção, é a tônica atual dentro da manutenção centrada na confiabilidade.

## **2.10 Os Homens da Manutenção**

O mundo vem mudando com uma rapidez incrível e com intensidade cada vez maior. Vive-se em uma era globalizada, em que novas práticas de trabalho e gestão são inseridas a cada instante.

Novas exigências e posicionamentos organizacionais fazem desse complexo mundo empresarial um campo dinâmico de forças que produz resultados inimagináveis, trazendo incertezas e imprevisibilidade.

O homem de manutenção atual tem como diferencial a sua inteligência e a habilidade para evitar que os problemas ocorram, contrapondo-se ao antigo modelo que tinha como característica a força física aliada à marreta, o rolo de arame e a arte do improviso.

Para ser estratégica, a manutenção precisa estar orientada para os resultados empresariais da organização, sobretudo, a manutenção tem que deixar de ser apenas eficiente e se tornar eficaz, ou seja, não adianta reparar o equipamento tão rápido quanto possível, é preciso, principalmente, manter a função do equipamento disponível para a operação, reduzindo a probabilidade de uma parada de produção não planejada, bem como suas indesejáveis consequências para a organização.

. Paradigma do passado

O homem de manutenção sente-se bem quando exerce o bom reparo.

Calcado na Manutenção Corretiva.

. Paradigma moderno

O homem de Manutenção sente-se bem quando, também evita a necessidade de trabalho, e evita a falha.

Calcado na Manutenção Preventiva.

. Paradigma do futuro

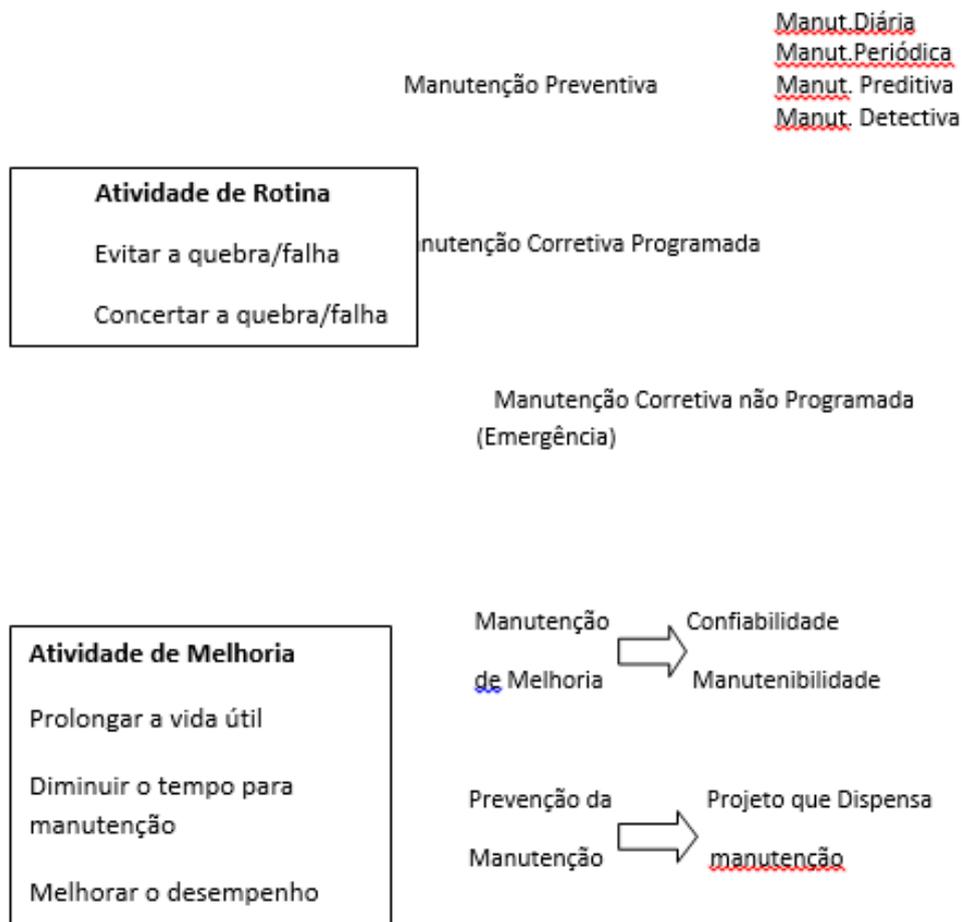
O homem de Manutenção sente-se bem quando consegue evitar todas as falhas não planejadas.

Calcado na Manutenção Preditiva.

### 3 TIPOS DE MANUTENÇÃO

#### Estruturação da Manutenção

A visão moderna da manutenção está totalmente voltada para preservar as funções dos ativos físicos. Em outras palavras, a manutenção realiza tarefas com o propósito de assegurar que as máquinas sejam capazes de fazer o que os usuários desejam, quando eles querem que elas façam. Na verdade, isto significa que a tarefa da manutenção é identificar, dentro de um conjunto de políticas possíveis, qual a que melhor se adequa aos objetivos da organização. Relembramos o conceito de manutenção preventiva no esquema abaixo.



### 3.1 Manutenção Corretiva

A lógica da gerência em manutenção corretiva é simples e direta: quando uma máquina quebra, conserte-a. Este método (“Se não está quebrada, não conserte”) de manutenção de maquinaria fabril tem representado uma grande parte das operações de manutenção da planta industrial, desde que a primeira fábrica foi construída e, por cima, parece razoável. Uma planta industrial usando gerência por manutenção corretiva não gasta qualquer dinheiro com manutenção, até que uma máquina ou sistema falhe em operar.

A manutenção corretiva é uma técnica de gerência reativa que espera pela falha da máquina ou equipamento, antes que seja tomada qualquer ação de manutenção. Também é o método mais caro de gerência de manutenção.

Poucas plantas industriais usam uma filosofia verdadeira de gerência por manutenção corretiva. Em quase todos os casos, as plantas industriais realizam tarefas preventivas básicas, como lubrificação e ajustes da máquina, mesmo em um ambiente de manutenção corretiva. Entretanto, neste tipo de gerência, as máquinas e outros equipamentos da planta industrial não são revisados e não são feitos grandes reparos até que o equipamento falhe em sua operação.

Os maiores custos associados com este tipo de gerência de manutenção são: altos custos de estoques de peças sobressalentes, altos custos de trabalho extra, elevado tempo de paralisação da máquina, e baixa disponibilidade de produção.

Já que não há nenhuma tentativa de se antecipar os requisitos de manutenção, uma planta industrial que utilize gerência por manutenção corretiva absoluta deve ser capaz de reagir a todas as possíveis falhas dentro da fábrica. Este método reativo de gerência força o departamento de manutenção a manter caros estoques de peças sobressalentes que incluem máquinas reservas ou, pelo menos, todos os principais componentes para todos os equipamentos críticos da fábrica. A alternativa é fundar-se em vendedores de equipamentos que possam oferecer entrega imediata de todas as peças sobressalentes requisitadas.

Mesmo que o último seja possível, as recompensas para entrega expedita aumenta substancialmente os custos de reparo de peças e de tempo paralisado necessário para corrigir as falhas das máquinas. Para minimizar o impacto sobre a produção criada por falhas inesperadas das máquinas, o pessoal da manutenção também deve estar apto a reagir imediatamente a todas as falhas da máquina. O resultado líquido deste tipo reativo de gerência de manutenção é maior custo de manutenção e menor disponibilidade de maquinaria de processo. A análise dos custos da manutenção indica que um reparo realizado no modo corretivo- reativo terá em média um custo cerca de 3 vezes maior que quando o mesmo reparo for feito dentro de um modo programado ou preventivo. A programação do reparo garante a capacidade de minimizar o tempo de reparo e os custos associados de mão de obra. Ela também garante os meios de reduzir o impacto negativo de remessas expeditas e produção perdida. Tendo isso em vista, percebe-se uma subdivisão nesse tipo de manutenção: a manutenção corretiva não planejada e a manutenção corretiva planejada.

**Manutenção Corretiva Não Planejada** tem como característica o aumento da perda da função, maior perda de tempo em reparos e maior custo. É definida como a correção da falha, de maneira aleatória. Nesta situação, ocorre à paralisação da máquina, perda de produção, de qualidade e aumento do custo de produção.

**Manutenção Corretiva Planejada** tem como característica a redução da perda de função e até sua eliminação, tempo de conserto e custo minimizados. Acontece de forma programada, com intervenção e acompanhamento. Em caso de deixar o equipamento funcionar até quebrar, deve-se procurar outros defeitos semelhantes já catalogados e proceder da forma mais correta (se possível, da maneira como foi feito anteriormente). Esse tipo de manutenção se difere da não planejada principalmente por ser mais rápida, mais barata e mais segura.

### **3.2 Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade**

Nos últimos anos, têm-se discutido amplamente a gerência de manutenção preditiva. Tem-se definido uma variedade de técnicas que variam desde o monitoramento da vibração até imagens em infravermelho. A manutenção preditiva,

tem sido reconhecida como uma técnica eficaz de gerenciamento de manutenção. Outras terminologias tem surgido como ferramentas de gerência de manutenção, estes novos termos - RCM, manutenção centrada na confiabilidade; TPM, manutenção produtiva total; e JIT, manutenção “Just-in-Time” - são apresentadas como substitutas à manutenção preditiva e a solução definitiva aos seus altos custos de manutenção. Este texto pretende explicar sobre o conhecimento básico necessário para seleção e implementação de um programa de gerência de manutenção abrangente e efetivo em termos de custo.

Desde que a maioria das fábricas de manufatura e de processo baseiam-se em equipamentos mecânicos para a maior parte de seus processos, a manutenção preditiva baseada em vibração é a técnica dominante usada para a maioria dos programas de gerência de manutenção. Entretanto, a capacidade em monitorar todas as máquinas críticas, equipamentos, e sistemas em uma planta industrial típica não pode se limitar a uma única técnica.

Entretanto, o desenvolvimento do microprocessador e outros instrumentos baseados em computador usados para monitorar a condição operativa de equipamentos, de maquinaria, e de sistemas, têm oferecido meios para se gerenciar a operação da manutenção. Eles têm capacitado o pessoal a reduzir ou eliminar reparos desnecessários. Para entender os programas de gerência de manutenção preditiva, deve-se considerar primeiro as técnicas de gerência tradicionais.

A manutenção preditiva é conjunto de programas especiais (Análise e Medição de Vibrações, Termografia, Análise de Óleo, etc.) orientados para o monitoramento de máquinas e equipamentos em serviço. Sua finalidade é prever falhas e detectar mudanças no estado físico que exijam serviços de manutenção com a antecedência necessária para evitar quebras ou estragos maiores.

Os principais objetivos da manutenção preditiva são:

- . Reduzir os impactos dos procedimentos preventivos no resultado da operação;

- . Eliminar desmontagens e remontagens para inspeção;
- . Impedir propagação dos danos;
- . Maximizar a vida útil total dos componentes de um equipamento.

Os objetivos principais portanto, são a redução do custo da manutenção e aumento da produtividade.

### **3.3 Manutenção Preventiva**

#### Elaboração dos Planos de Manutenção Preventiva

A elaboração dos planos de manutenção preventiva consiste no agrupamento ordenado das atividades planejadas identificadas anteriormente. Esta ordenação é necessária para racionalizar a execução das tarefas, sob os aspectos técnico e econômico. Atividades de manutenção executadas conforme planos pré-estabelecidos, podendo ser diária, periódica (baseada no tempo) ou preditiva (baseada na condição) destinadas a reduzir a probabilidade de falha ou degradação do funcionamento do equipamento, alteração ou ainda efetuada em um item da qual se busca um aperfeiçoamento de sua função.

Manutenção Preventiva, como próprio nome sugere, consiste em um trabalho de prevenção de defeitos que possam originar a parada ou um baixo rendimento dos equipamentos em operação. Deve ser executada, adotando as medidas que visam manter a máquina em funcionamento através de verificações contínuas, tomadas providências para impedir a parada imprevista da máquina por dano, também para evitar o seu desgaste prematuro que poderá comprometer a operação da embarcação.

A manutenção Preventiva é de extrema importância para prolongar a vida útil do equipamento, evitando assim, muitos reparos que tomariam tempo e dinheiro, o que não é desejado nem pelo responsável pelo quarto de serviço nem pelo armador.

As principais vantagens da manutenção preventiva são:

- - Diminuição do número total de intervenções corretivas, reduzindo o custo da mesma.
- - O aumento da eficiência da operação do navio através de um melhor desempenho das instalações do mesmo.

O ideal é utilizar, efetivamente, o tempo disponível a bordo e as facilidades existentes no navio, ou seja, assegurar que o tempo não seja desperdiçado em serviços de pequena importância e que as tarefas principais recebam a devida prioridade. Além disso, manter na divisão de manutenção um histórico dos trabalhos realizados afim de que possa exercer um controle eficiente de manutenção e obtenção de dados para programação dos serviços de docagem. É uma programação pertinente às ações de manutenção projetadas pelo gestor ao elaborar o planejamento de manutenção anual de uma empresa. O principal objetivo da manutenção preventiva é evitar falhas e avarias dos equipamentos, antes mesmo que elas aconteçam, ou seja, prevenir fica muito mais barato do que remediar. Por isso, a manutenção é tão importante para uma empresa em termos de redução de custos e aumento de lucratividade, afinal, máquinas funcionando a pleno vapor significam produtividade em alta. O planejamento desse tipo de manutenção é projetado com o intuito de preservar e aumentar a confiabilidade nos equipamentos, substituindo os componentes desgastados antes que eles realmente venham falhar. As atividades de manutenção preventiva incluem verificações de máquinas, dispositivos e ferramentas, alterações parciais ou totais em cada peça, mudanças de óleo, lubrificações e demais tarefas.

De fato, a ação da Manutenção pode desenvolver-se segundo linhas de força divergentes, para as quais é essencial determinar a resultante que melhor serve os interesses do negócio.

É, obviamente, impossível otimizar todos estes fatores simultaneamente. É responsabilidade da gestão da Manutenção encontrar o compromisso mais satisfatório compatível com os objetivos da empresa e pautar por ele as suas decisões futuras. No uso de uma peça, independentemente da sua função ou entrosamento no complexo operacional, há três fases ou períodos que lhe

caracterizam o desempenho até a sua imprestabilidade e consequente substituição; é o que em linguagem naval, chama-se Taxa de falha.

Existem muitas definições de manutenção preventiva. Entretanto, todos os programas de gerência de manutenção preventiva são acionados por tempo. Em outras palavras, as tarefas de manutenção se baseiam em tempo gasto ou horas operacionais, a conhecida curva do tempo médio para falha (CTMF) ou da “banheira,” após este período normal de vida da máquina, a probabilidade de falha aumenta abruptamente com o tempo transcorrido. Na gerência de manutenção preventiva, os reparos ou recondiçionamentos da máquina são programados baseados na estatística.

A implantação de um sistema de manutenção preventiva exige dois setores de maior relevância: controle de peças sobressalentes e manuais de operação. O primeiro encarrega-se de guardar, classificar e dispor de todo o material necessário para substituir peças envelhecidas ou desgastadas pelo uso. Algumas companhias mantêm essas peças em estoque no próprio navio ou em terra; outras só as dispõem em terra, o que pode ser prejudicial ao navio, se a avaria ocorrer em alto mar ou distante do porto de origem.

Os fichários de manutenção são descrições em código de todas as peças em funcionamento no navio, onde são relacionadas as suas diversas especificações, tempo útil previsto em exercício na época em que entrou em função, presunção de desgaste e previsão de sua substituição.

Taxa de falha, esta queda perdurará até que o tempo de uso dê início a terceira e última fase no desempenho da peça. Começa a aparecer a possibilidade de avaria ou desgaste e, conseqüentemente, a crescer a “Taxa de falha”. Em conseqüência do que foi acima detalhado, torna-se impossível admitir que qualquer peça possa ser entregue ao funcionamento, sem uma preocupação permanente com o seu desempenho e o seu natural envelhecimento. Quando determinado equipamento entra em falha ou quando está para causar avaria, ou ainda quando o desgaste imposto pelo tempo resulta na sua imprestabilidade, o problema pode agravar-se, se certas medidas de vigilância e exame que possam conduzir a uma análise, detalhada ou não, desses fatos, não forem procedidas a tempo. Com esta

finalidade é mantido em todas as indústrias e principalmente nas operações navais, o chamado Programa de manutenção preventiva, que impede os Programas de manutenção Corretivas, nem sempre possíveis, em determinadas circunstâncias e sempre de custo elevado, já que este exige operação de docagem e, assim, põe o navio fora das operações comerciais, interrompendo sua função precípua.

Ao período de adaptação – impede plena produtividade, já que é um período de ajuste para alcançar o ponto ideal.

Ao período de plena operacionalidade, este período é um ponto mais estável (verificação das condições do funcionamento).

Ao período de cansaço ou desgaste. Desgastados antes que eles realmente venham falhar. As atividades de manutenção preventiva incluem verificações de máquinas, dispositivos e ferramentas, alterações parciais ou totais em cada peça, mudanças de óleo, lubrificações e demais tarefas.

### **3.4 Manutenção Planejada**

O sistema de Manutenção Planejada (SMP), constituído por instruções, listas e detalhamento de tarefas e de recursos necessários ao seu cumprimento, constitui-se em uma sistemática dentro do escopo da manutenção.

Os objetivos da atividade da manutenção planejada para o pessoal de bordo são principalmente:

- . Aumentar a eficiência da operação dos navios, através de um melhor desempenho de suas instalações.
- . Utilizar, efetivamente, o tempo disponível a bordo e as facilidades existentes no navio, isto é, assegurar que o tempo não seja desperdiçado em serviços de pequena importância e que as tarefas principais recebam a devida prioridade.
- . Manter na Divisão de Manutenção um histórico dos trabalhos realizados, a fim de que se possa exercer um controle eficiente de

manutenção e obtenção de dados para a programação dos serviços de docagem e ainda controle de sobressalentes.

Nesses objetivos estão não só a definição do que seja a Manutenção Planejada, mas, sobretudo, sua importância e relevância entre as demais funções atribuídas ao pessoal de bordo.

#### Descrição do Sistema de Manutenção Planejada

É um sistema que visa fazer uma programação de todos os serviços de manutenção e, fazer a entrega deste plano ao chefe de máquinas, que ficará como executor das manutenções planejadas, remetendo à Superintendência Técnica, após conclusão ou não das tarefas, os respectivos relatórios.

A análise das diversas informações recebidas servirá como base para verificação e comparação do sistema, e ainda para planejamento de manutenção.

Alguns fatos têm comprovado que muitos chefes de máquinas, mesmo os mais experientes, se veem perante um dilema quando, por exemplo, lhes chega às mãos uma instrução para manutenção de um determinado equipamento e que pouco ou nada trabalhou, desde que teve sua última manutenção. Em tais condições, a melhor comprovação que podemos demonstrar é que o sistema de manutenção planejada não é essencialmente rígido.

Assim, se na opinião de quaisquer chefes de máquinas é possível, sem prejuízo, dispensar a manutenção estipulada e continuar até a programação seguinte, eles devem comunicar estas decisões no relatório de manutenção, devolvendo o formulário, como se a manutenção tivesse sido normalmente planejada.

Hoje em dia, em algumas empresas são utilizados sistemas modernos de manutenção. Os mesmos são informatizados e contém dados sobre os equipamentos marítimos e sobre o navio em geral. Esses sistemas auxiliam muito na manutenção dos equipamentos marítimos em geral e indicam a data da última manutenção, a frequência com que deve ser feita à mesma, quem fez a manutenção e muitas outras informações importantes. Dessa forma, não são mais

necessários fichas, relatórios e outros tantos documentos feitos à mão. A empresa Transpetro utiliza em seus navios o sistema SAFENET (Sistema de Manutenção da Transpetro).

### **3.5 Manutenção Detectiva**

Manutenção Detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção como, por exemplo, o botão de lâmpadas de sinalização e alarme em painéis. É cada vez maior a utilização de computadores digitais em instrumentação e controle de processo nos mais diversos tipos de plantas industriais: são sistemas de aquisição de dados, controladores lógicos programáveis, sistemas digitais de controle distribuídos com computador supervisor e outra infinidade de arquiteturas de controle somente possíveis com o advento de computadores de processo.

A principal diferença é o nível de automatização. Na manutenção preditiva, faz-se necessário o diagnóstico a partir da medição de parâmetros; na manutenção Detectiva, o diagnóstico é obtido de forma direta a partir do processamento das informações colhidas junto à planta. Há apenas que se considerar, a possibilidade de falha nos próprios sistemas de detecção de falhas, sendo esta possibilidade muito remota. De forma ou de outra a redução dos níveis de paradas indesejáveis por manutenções não programadas, fica extremamente reduzida. Se desejado estabelecer um paralelo entre manutenção preditiva e manutenção detectiva, uma diferença primordial poderá ser nitidamente percebida: na manutenção preditiva é necessária a obtenção do diagnóstico a partir da medição dos parâmetros; já na manutenção detectiva o diagnóstico é obtido a partir do processamento de informações coletadas diretamente junto às plantas industriais.

#### 4 ROTINA DE MANUTENÇÃO A BORDO

De qualquer forma, a condução acima discutida não das os meios para que o Chefe de Máquinas acompanhe as alterações consequentes de mudanças da qualidade de combustível, desgastes progressivos, pequenas falhas, etc. Assim, a condução deve ser acompanhada de inspeções periódicas completas, verificando-se detalhadamente o funcionamento das partes mais importantes e fornecendo desse modo base para as alterações na ajustagem do motor e para o planejamento do programa de manutenção.

Este controle periódico deve constar dos testes feitos durante a experiência de máquinas e todas as ajustagens (RPM, pressões e temperaturas). Os valores devem ser mantidos a bordo durante a operação normal da instalação. Os testes devem ser feitos quinzenalmente e sempre que se mudar o tipo de combustível, uma vez que existem navios que não queimam óleo Pesado e existem vários tipos de óleo Diesel com características bastante diferentes.

Infelizmente as propriedades de combustão do óleo Diesel não podem ser determinadas com segurança pela análise química. Os valores fornecidos pelas Companhias referem-se apenas à densidade e a viscosidade. Dados importantes como atraso à ignição e velocidade de combustão não são fornecidos e o óleo tem que ser usado no motor para que depois de serem obtidos alguns diagramas possa ser feita a necessária reajustagem das bombas de combustível. Dados sobre o óleo (viscosidade, impurezas, cinzas e enxofre) determinam parcialmente o tipo de tratamento que o óleo Combustível deve sofrer antes de ser injetado no motor e, principalmente, se os produtos da combustão serão danosos e corroerão os cilindros e os sistemas de descarga. De qualquer forma, mesmo usando somente óleo Diesel comum e não queimando óleo Pesado, será necessário controlar de perto o funcionamento das válvulas de injeção.

Isto só pode ser feito indiretamente por comparação com os resultados de outros testes e, em intervalos adequados, substituindo as válvulas por outras sobressalentes. E, antes que as válvulas usadas sejam mandadas para a revisão, elas devem ser testadas quanto a estanqueidade, pressão de abertura e entupimento dos orifícios do atomizador.

Depois da revisão completa, a válvula é novamente testada quanto a estanqueidade, pressão de abertura e direção dos jatos de combustível. Por uns poucos e rápidos movimentos na alavanca da bomba de teste verifica-se se a válvula fecha rapidamente e se a atomização está correta.

Supondo-se que as válvulas estão em ordem, os prováveis desgastes do junção e das luvas das bombas de combustível se manifestam por vazamentos excessivos e por maior index na sua escala, equivalendo à mesma pressão média indicada, obtida pelo Diagrama. Quando se verificando aquele index deve-se logicamente levar em conta a densidade do óleo Combustível em uso.

O bom funcionamento dos Purificadores, especialmente os de óleo Combustível, é de extrema importância para que o Combustível queimado tenha uma boa qualidade e assim evitar problemas com anéis, camisas, bicos injetores, etc.

Quando se trata de óleo Pesado em uso no motor, uma das principais atenções é ao que se diz respeito à temperatura. Esta deve ser controlada com muita atenção, pois se não for atentamente observada trará sem dúvida graves problemas para o sistema de queima do motor e para o próprio Purificador. Muito embora, hoje em dia se usem cada vez mais Purificadores totalmente automáticos, com descarga de borra automática sem necessidade de discos de gravidade e etc, a sua inspeção regular é ainda um fator primordial na boa condução do navio. É necessário verificar as condições dos êmbolos, molas e camisas, que são de importância decisiva para o funcionamento do motor. Molas desgastadas, quebradas ou presas podem levar à redução de ar na compressão, à redução máxima, à elevação das temperaturas de combustão e de descarga e a aquecimentos anormais dos êmbolos, inclusive trazendo o risco de grimpá-los. Naturalmente haverá, além disso, a possibilidade de incêndio ou explosão no caixão de ar de lavagem. Camisas desgastadas não têm influência direta nas condições de funcionamento, mas impedirão o bom trabalho das molas do êmbolo, aumentando o risco de fratura. A perda de compressão por defeito das molas ao se tornar excessiva poderá ser ouvida perfeitamente e será também indicada pelo aumento das temperaturas de entrada e saída de água de refrigeração e pelo

aquecimento maior da camisa e do caixão de ar de lavagem em torno das janelas de admissão. Válvulas de descarga que não estejam vedando bem podem reduzir a pressão de compressão e, mais do que no caso das molas, podem aumentar a temperatura dos gases de descarga. Um vazamento nestas válvulas pode, entretanto, ser facilmente ouvido. Perda de compressão pelas molas e válvulas de descarga pode ser normalmente verificada pelos diagramas porque elas resultam em diminuição das pressões.

Deve-se sempre ter em mente, entretanto, que a altura da pressão de compressão depende da pressão de ar no início da compressão. Esta pressão inicial, normalmente não pode ser medida com suficiente precisão pelos diagramas obtidos a bordo, mas geralmente ela é da mesma ordem que a pressão do caixão de ar de lavagem. Durante os testes, verifica-se se o motor é suprido com ar suficiente e na temperatura e pressões adequadas e, por isso, a pressão no caixão de ar, a queda nas pressões através dos filtros e refrigeradores, a temperatura da praça de máquinas, as temperaturas de gases, as temperaturas de água de refrigeração e as RPM das turbinas são anotadas. Estes dados são comparados com as informações tiradas dos diagramas, isto é, pressão média indicada, pressão de compressão e potência indicada. Nos motores modernos, os elementos de filtro de ar são facilmente substituídos por elementos limpos durante o funcionamento de modo que não há justificativas para serem mantidos em uso filtros entupidos e sujos. Além disso, os resfriadores de ar são dispostos de tal maneira que podem ser facilmente arriados para a limpeza. Isto deverá ser feito a intervalos regulares de modo a mantê-los limpos.

Além das vistorias periódicas previstas pelas Sociedades Classificadoras, o cárter do motor deverá ser aberto a intervalos regulares para inspeção, verificando-se o aperto de parafusos e porcas, se estão em boas condições as correntes, os guias, os roletes, etc e se a lubrificação está normal. Verifica-se também, se na bacia ou no ralo há limalha de metais de algum mancal danificado. Água no óleo lubrificante poderá provocar a corrosão dos mancais e será facilmente reconhecida pela presença de manchas marrons nas partes brilhantes dos mancais. Uma amostra deverá ser retirada periodicamente do óleo de circulação com o motor

funcionando e deverá ser mandada para o laboratório a fim de se verificar se o óleo ainda está em boas condições.

Examina-se, também, em intervalos razoáveis, se as válvulas de segurança do cárter estão funcionando bem e não estão emperradas, especialmente após uma pintura. As revisões dos êmbolos, camisas e etc estão entre os itens que devem ser executados com maior freqüência do que os quatro anos previstos, considerando as condições de serviço a que normalmente são submetidos os navios. A freqüência depende da qualidade do óleo Combustível e do óleo de cilindro e também da manutenção do motor, especialmente do sistema de injeção. Devido a isso, não é possível estabelecer intervalos definidos entre as revisões. Deve-se confiar na experiência e nas anotações sobre as condições dessas peças reveladas nos testes de controle. Como uma regra geral, intervalos de 5000 a 7000 horas podem ser aceitos.

A revisão do conjunto de cilindro inclui também a inspeção da superfície da haste do êmbolo e do engaxetamento dessa haste. O caixão de ar de lavagem deve também ser inspecionado regularmente e deve ser mantido limpo tanto de detritos quanto de óleo nas faces verticais.

A revisão das válvulas de injeção já foi mencionada. Deve-se porém, acrescentar que as outras válvulas da cabeça do cilindro devem ser removidas e inspecionadas a intervalos regulares e se necessário esmerilhá-las nas suas sedes.

O motor deve ser inspecionado e limpo em intervalos regulares a fim de mantê-lo em boas condições e sempre pronto para o serviço. Ao lado de outros fatores, a freqüência de inspeções é determinada pela carga a qual o motor é submetido normalmente e pela qualidade do óleo Combustível e óleo lubrificante empregados.

Práticas obtidas a bordo durante um certo tempo vão indicar se os intervalos de inspeção poderão ser diminuídos ou estendidos. Antes de se iniciar qualquer trabalho de inspeção, particularmente nas partes móveis, as medidas de segurança recomendadas em nosso manual de instruções devem ser executadas a fim de evitar arranques imprevistos do motor e subsequentes acidentes. Se os

componentes das partes móveis são desmontados, deve-se verificar se nenhuma peça ficou solta quando o motor for virado, o que pode causar sérias variações.

Todas as montagens devem ser feitas somente com os dispositivos normalmente fornecidos com o jogo de ferramentas. O uso de ferramentas inadequadas resultará em perda de tempo e pode causar danos aos componentes do motor. É aconselhável ter as ferramentas necessárias e o livro de instruções ao alcance antes de se iniciar qualquer desmontagem. Os trabalhos de desmontagem devem ser executados meticulosamente. Os orifícios de lubrificação e os tubos devem ser tapados. Quaisquer partes do motor que forem limadas ou raspadas devem ser completamente limpas depois. Devem-se cobrir as partes adjacentes, se necessário.

Todas as partes do motor submetidas a revisões de rotina durante a manutenção devem ser verificadas a fim de nos assegurarmos que estão funcionando corretamente antes de ser iniciada a marcha do motor.

Particularmente os tubos devem ser submetidos a testes de pressão para verificar se há fuga. As folgas das peças mais importantes devem ser periodicamente verificadas. As peças cujas dimensões estão fora dos limites admissíveis devem ser substituídas pelas sobressalentes, ou então, reajustada de modo a se obter novamente as suas folgas corretas. As peças que foram substituídas devem ser reparadas tanto quanto possível e colocadas no estoque de sobressalentes. Se tal não for possível, deve ser feito o pedido de fornecimento de uma nova peça em questão, de modo a completar o estoque de peças sobressalentes.

Na remontagem, todos os parafusos e porcas devem ser reapertados cuidadosamente e frenados quando estiver prescrito. Cuidados especiais devem ser tomados com as peças que não podem ser inspecionadas durante o funcionamento (partes móveis, engrenagens, etc). Depois de terminados os trabalhos de revisão, o motor deve ser completamente limpo com panos de limpeza, elas devem ser testadas quanto a estanqueidade, pressão de abertura e entupimento dos orifícios do atomizador.

Depois da revisão completa, a válvula é novamente testada quanto a estanqueidade, pressão de abertura e direção dos jatos de combustível. Por uns poucos e rápidos movimentos na alavanca da bomba de teste verifica-se se a válvula fecha rapidamente e se a atomização está correta.

#### **4.1 Manutenção de Equipamentos**

Atualmente algumas empresas utilizam sistemas modernos e inteligentes que armazenam dados sobre os equipamentos marítimos. Um dos mais conhecidos é o Safenet, criado e utilizado pela Transpetro. Esses sistemas auxiliam na manutenção, fornecendo data da última manutenção, data da próxima manutenção, quem fez a manutenção, evitando relatórios manuscritos, fichas e catálogos. É uma forma mais organizada e mais econômica de proceder com a manutenção nas embarcações.

No entanto é essencial ter em mente os procedimentos corretos para efetuar a manutenção em alguns equipamentos de maior importância. E alguns deles se encontram listados abaixo:

##### Manutenção de Geradores

- Manter a máquina limpa, bem ventilada e lubrificada;
- Verificar trimestralmente o bom contato e o aperto de todos os cabos da caixa de terminais;
- Minimizar os riscos do equipamento ser atingido por vazamento de rede de água salgada que esteja próxima;
- Verificar e limpar o resfriador de ar dos alternadores totalmente fechados;
- Inspecionar os mancais, verificando o nível de óleo dos mesmos e a rotação dos anéis lubrificantes. Caso necessário, completar o nível do óleo;

- Verificar se as escovas estão danificadas; efetuar mensalmente limpeza, observando atentamente a sua recolocação (toda a sua superfície deve estar em contato com o anel coletor); a pressão da mola deve ser conduzida sempre no sentido radial e seu valor deve variar em torno de  $180\text{g/cm}^2$  (medido com dinamômetro), por isso o brushless está difundido.
- O entreferro entre o núcleo do estator e as sapatas deve ser constante ao longo de todo o núcleo, isto é, igual na parte superior, inferior e laterais;
- Em caso de alternadores tipo “brushless” (sem escovas), os diodos retificadores do circuito de campo localizados no eixo do rotor devem ser desconectados do enrolamento rotórico;
- Nos circuitos elétricos do estator, antes da medição da resistência de isolamento, deve-se desconectar o enrolamento do estator do circuito de excitação; e no circuito elétrico do rotor, antes da medição, deve-se desconectar os diodos retificadores do circuito de campo;
- Atentar ao religar os cabos, ter cuidado para não inverter fases e observar o devido aperto de porcas e parafusos.

#### Manutenção de Motores Elétricos

- Abrir o motor e inspecionar a ventoinha e demais partes internas;
- Limpar rigorosamente todas as partes do motor com jato de ar comprimido seco. No caso de sinais de óleo ou gordura, limpar com um produto desengordurante apropriado para uso em motores e outros equipamentos elétricos;
- Examinar se o rotor gira livremente, se existe alguma falta de alinhamento, algum eixo torto ou qualquer tipo de atrito;

- Verificar o estado do verniz isolante, lavando as partes previamente com produto químico e retoca-lo se necessário;
- Substituir os mancais de rolamento dentro do prazo determinado;
- Montar o motor;
- Fixar e alinhar o motor devidamente;
- Testar o funcionamento.

Em uma manutenção de motores elétricos adequadamente aplicados, deve-se inspecionar periodicamente níveis de isolamento, (megagem) a elevação de temperatura (enrolamentos e mancais), desgastes, lubrificação dos rolamentos, vida útil dos mancais, eventuais exames no ventilador, quanto ao correto fluxo de ar, níveis de vibração, desgastes de escovas e anéis coletores. A não observância de um desses relacionados pode significar parada não desejada do equipamento. A frequência com que devem ser feitas as inspeções depende do tipo do motor e das condições locais de aplicação.

A carcaça deve ser mantida limpa, sem acúmulo de óleo ou poeira na sua parte externa para facilitar a troca de calor com o meio. Para limpá-los, deve-se utilizar escovas ou panos limpos de algodão. Se a poeira não for abrasiva, deve-se utilizar o jateamento de ar comprimido, soprando a poeira da tampa defletora e eliminando toda acumulação de pó contida nas pás do ventilador e nas aletas de refrigeração.

#### Manutenção de Purificador de Óleo Lubrificante

- Deve-se desconectar instrumentos, acessórios e tubulações do purificador;
- Desacoplar e desmontar o equipamento, limpando todas as peças com óleo lubrificante;
- Verificar folgas e desgastes para uma remontagem posterior sem erros;

- Remover e limpar o conjunto do eixo vertical e horizontal, caixa de molas, rolamentos, engrenagens e freios;
- Examinar carcaças, defletores, engrenagens, buchas, lonas de fricção, lonas de freio, caixa de molas, rolamentos e mangueiras e substituir se necessário;
- Em caso de bomba acoplada, desmontar, limpar, inspecionar e substituir se necessário;
- Verificar e limpar os filtros do líquido de manobra, bem como tanques e visores;
- Remontar o purificador, testa-lo e corrigi-lo.

#### Manutenção de Bombas Injetoras

- Remover a bomba injetora, sem retirar os calços existentes entre a carcaça da bomba e sua superfície de assentamento;
- Lavar todas as partes da bomba, já desmontada, com óleo diesel limpo e examiná-las quanto a desgaste ou avaria;
- Verificar a condições da placa de pressão do tucho, dos pratos inferior e superior da mola, do anel de travamento e da mola e substitui-los se necessário;
- Examinar e substituir, caso necessário, o junço e a guia do junço quanto a desgaste ou avaria. Em caso de substituição, trocar por um novo jogo completo de junço;
- Verificar cuidadosamente a válvula de descarga de óleo, bem como a mola da válvula e substitui-las se necessário.
- Verificar as condições da placa espaçadora entre o topo e o junço da válvula;

- Examinar cuidadosamente o parafuso defletor quanto a desgaste ou avaria. Ao remontar, ajustar com a folga necessária entre o cone e a sede do corpo da bomba;
- Atentar para os dentes da cremalheira quanto a desgaste ou possível avaria;
- Remontá-la utilizando juntas de manutenção novas, com as mesmas folgas anteriores e os mesmos ajustes verificar as condições do came e do rolete de acionamento da bomba injetora, assim como o aperto das porcas do came;
- Verificar o fluxo de óleo lubrificante às guias do tucho e aos mancais, assim como o sincronismo da bomba.

#### Manutenção de Injetores

- Remover o injetor e examinar a sede no interior do cabeçote;
- Remover os depósitos de carbono e limpar a sede cônica do cabeçote;
- Lavar o injetor com óleo diesel limpo, removendo os depósitos de carbono com escova de arame macia;
- Efetuar teste de atomização com o injetor e verificar as condições de dispersão, regularidade e uniformidade do borrifo;
- Se o teste não for satisfatório, desmontar o injetor, retirar limpar e inspecionar as partes cuidadosamente a fim de detectar sinais de desgaste ou danos;
- Desobstruir com um arame apropriado os orifícios do bico injetor;
- Verificar o livre avanço da agulha e sua linha. Em caso de avaria ou mal deslize da agulha sobre a guia, substituir por um novo jogo;

- Limpar e examinar as superfícies da placa espaçadora (lembrando que essas não devem ser esmerilhadas sob nenhuma circunstância) utilizando papel de jornal (evitar o uso de estopas ou trapos);
- Monta-lo novamente, aplicando graxa especial nas roscas e no anel de vedação;
- Apertar a capa do bico injetor com torquímetro.

#### Manutenção de Ejetores de Salmoura e Ar

- Verificar e substituir, caso necessário, as válvulas da membrana carregada por mola e a placa de orifício;
- Inspeccionar e limpar o filtro no tubo de alimentação, se houver necessidade
- Efetuar o teste hidrostático na carcaça do destilador após a conclusão dos reparos.
- Durante o processo de manutenção desse tipo de equipamento, deve-se verificar as válvulas de membrana carregada por mola e a placa de orifício, caso exista. Além de inspeccionar e limpar o filtro no tubo de alimentação, caso tenha.
- Após a conclusão dos reparos, deve-se efetuar o teste hidrostático na carcaça do destilador.
- Este destilador pode operar com vapor ou água de camisa do MCP. A produção deste equipamento é 16 toneladas/dia de água.

## Manutenção de Compressores Alternativos

- A descarga de um compressor pode ser checada medindo quanto tempo se toma para carregar um recipiente com um certo limite de pressão pré-selecionado. Um poderá medir, por exemplo, o tempo requerido para carregar um tanque de ar de 25Kg/cm<sup>2</sup> a 30 Kg/cm<sup>2</sup>. Se esta operação toma um tempo consideravelmente maior que originalmente previsto que a condição do compressor é pobre. Neste caso, as válvulas do compressor deverão ser inspecionadas. Se estiverem em boas condições, examine os pistões e os cilindros.
- Com certos sistemas (compressores de ar automáticos) é importante que o ar seja seco. O ar úmido pode ser detectado com uma mudança na cor do agente refrigerante ( filtro de umidade).
- A operação das válvulas de segurança devem ser cheçadas regularmente soprando através delas. O acionamento das válvulas de segurança também assegura que corpos estranhos sejam incrustados.
- Sempre que a operação é checada, a pressão de abertura deve ser medida e a válvula lubrificada.
- Em um sistema automático, uma válvula avariada em um compressor sem resfriador causa um aumento no tempo de carga. Se as válvulas de pressão estão avariadas, o tempo de descarga é reduzido visto que o ar escapa quando o compressor está parado. Uma falha nas válvulas de pressão podem ser detectadas com a ajuda de uma rolha de madeira ou um dispositivo similar quando o compressor está inoperante. As de ar podem ser escutadas.
- Se uma válvula de sucção está avariada, sua superfície estará muito mais quente que uma em boa condição.
- Em caso de compressores com resfriador, uma pressão anormal indica uma válvula avariada.

### Manutenção de Condensadores e Separadores

- Remover a placa de aperto do condensador, desmonta-las e limpar as mesmas com água quente;
- Verificar se há danos ou avarias nas placas e gaxetas e providenciar substituição se necessário;
- Montar o condensador e realizar o teste hidrostático;
- Inspeccionar as telas do separador de gotículas e providenciar a substituição se necessário;
- Lembrar que não é recomendável a utilização de produtos químicos na limpeza dos componentes do condensador.

### Manutenção das Superfícies e dos Controles

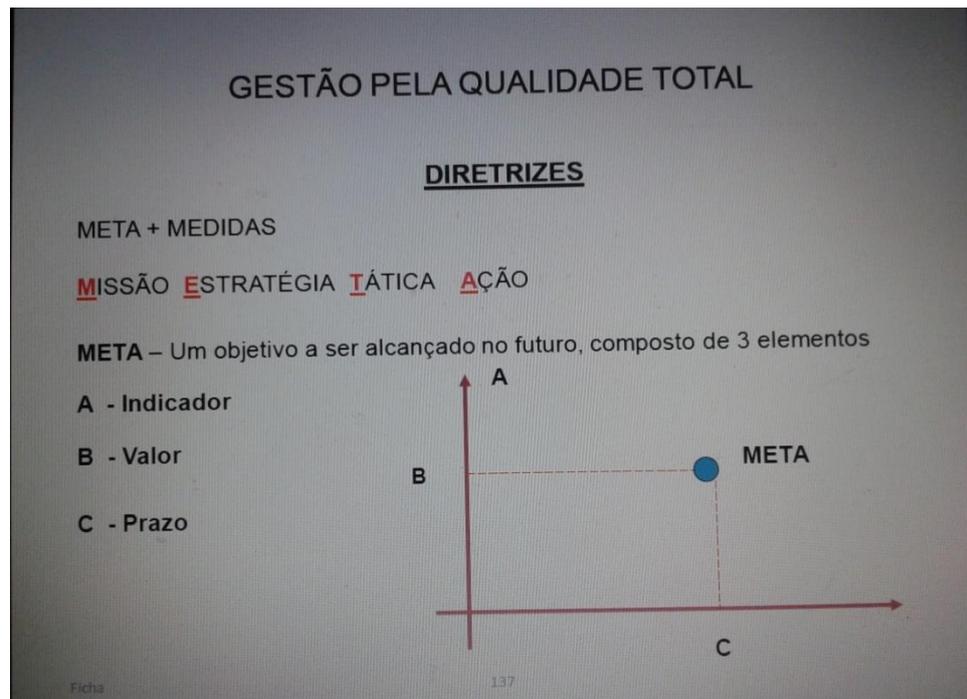
Na manutenção verifica-se a instrumentação e painéis, as válvulas de retenção, quebra - vácuo e segurança. Conforme o caso deve-se reparar ou substituir. Deve-se efetuar a limpeza no filtro do hidrômetro (aquele é localizado no interior deste na parte de entrada da água) e verificar o estado interno e o externo da carcaça e, se necessário, efetuar os reparos de acordo com o manual.

- Nos circuitos elétricos do estator, antes da medição da resistência de isolamento, deve-se desconectar o enrolamento do estator do circuito de excitação; e no circuito elétrico do rotor, antes da medição, deve-se desconectar os diodos retificadores do circuito de campo;
- Atentar ao religar os cabos, ter cuidado para não inverter fases e observar o devido aperto de porcas e parafusos.

## 5 GRÁFICOS E FIGURAS

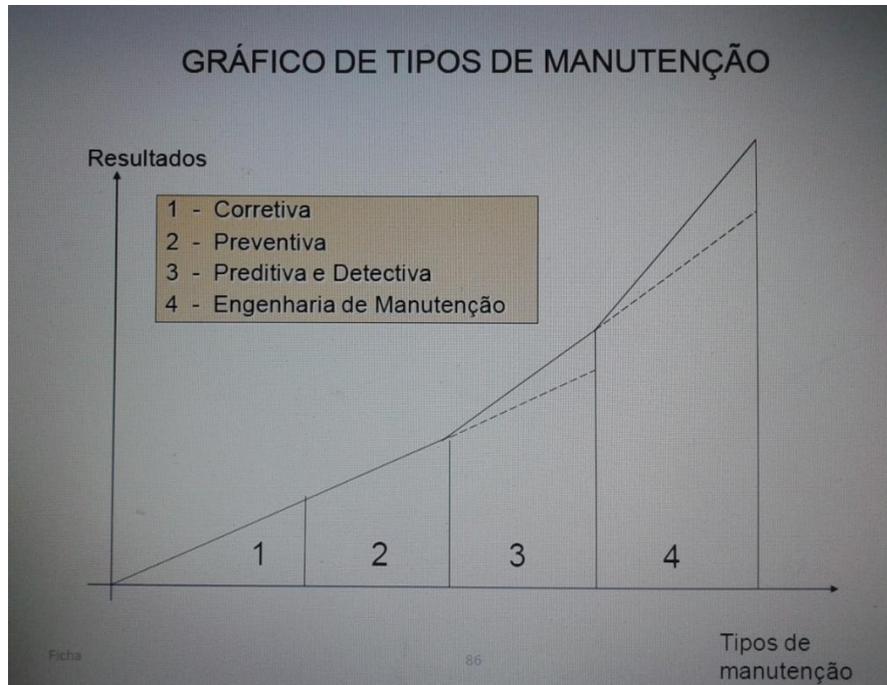
### GRÁFICO 1

### GRÁFICO DA GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL



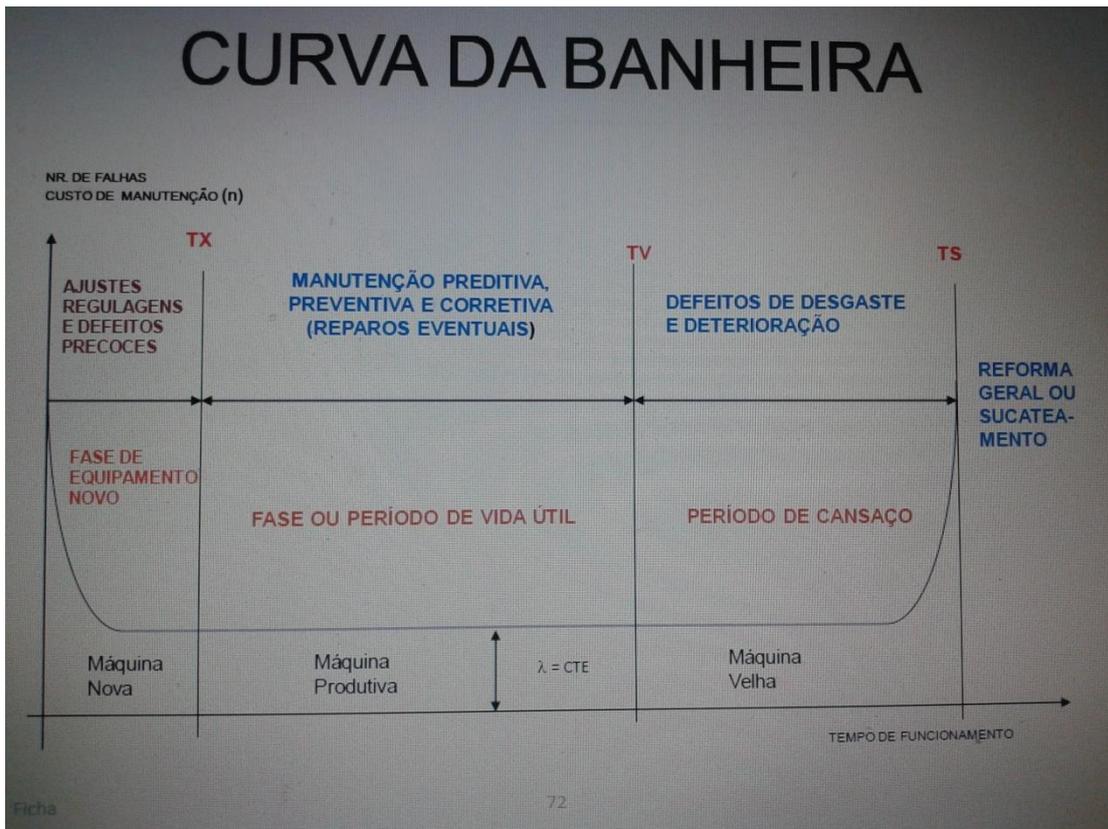
## GRÁFICO 2

## GRÁFICO DE TIPOS DE MANUTENÇÃO



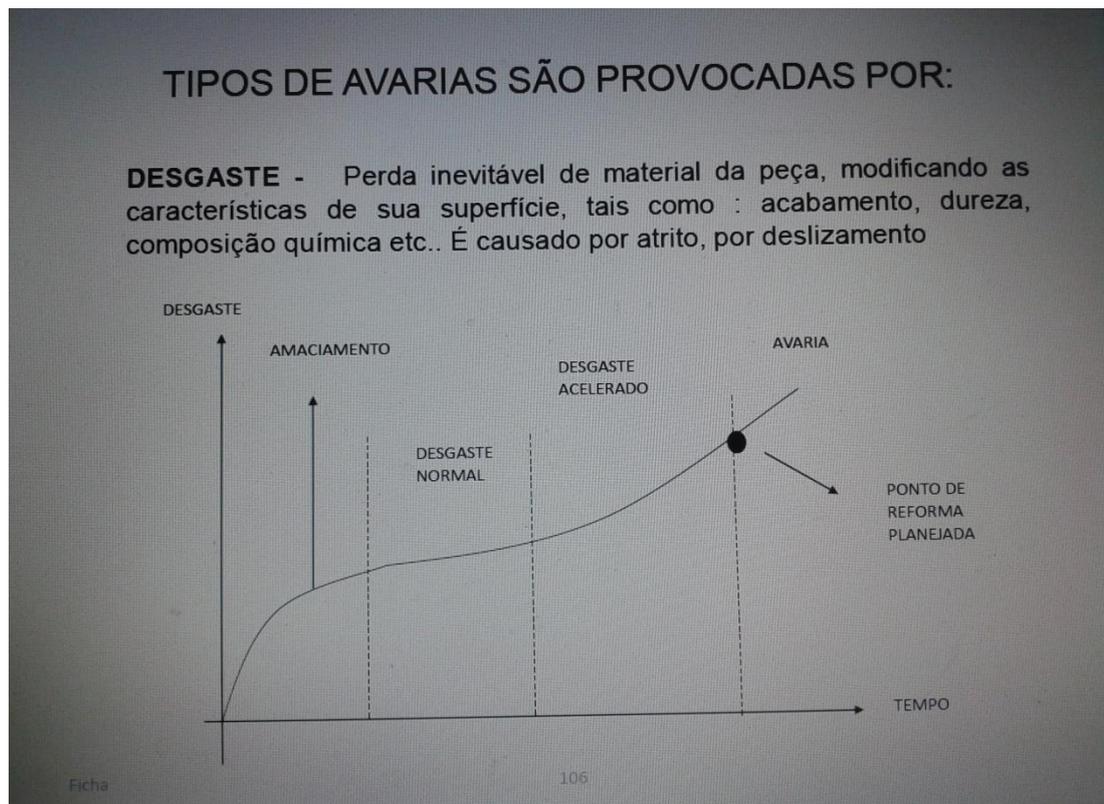
## GRÁFICO 3

## GRÁFICO DA BANHEIRA



## GRÁFICO 4

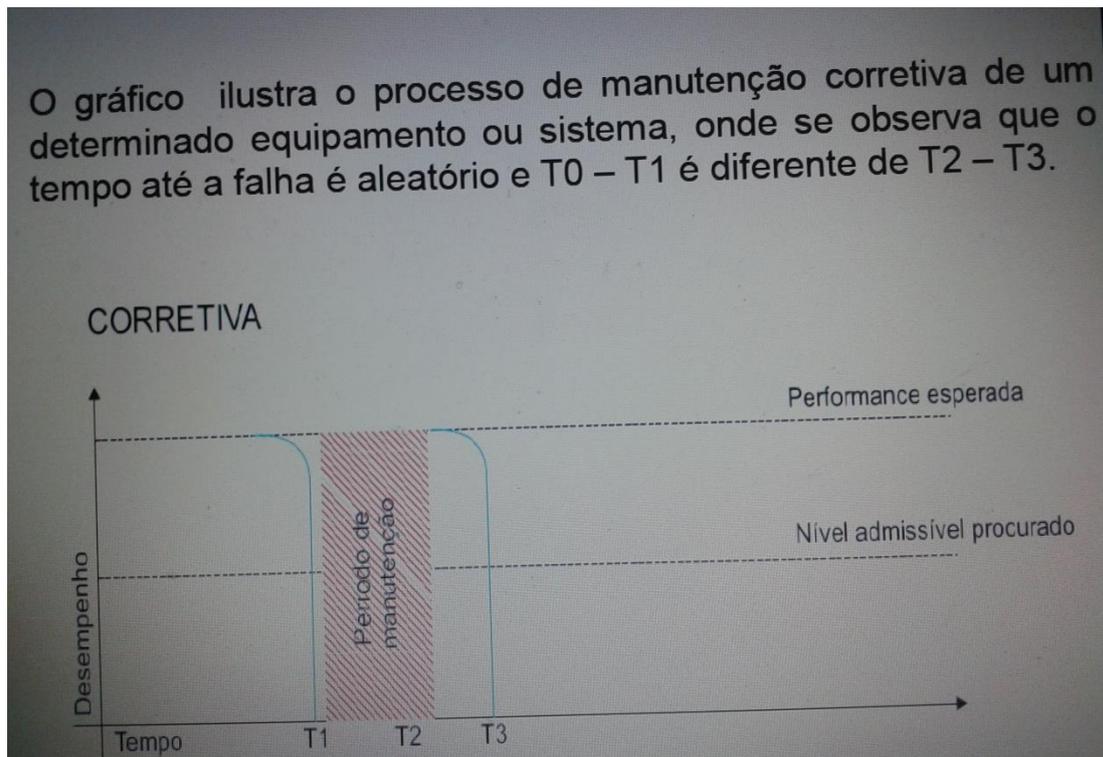
## GRÁFICO DA MANUTENÇÃO



## GRÁFICO 5

## GRÁFICO DE MANUTENÇÃO CORRETIVA

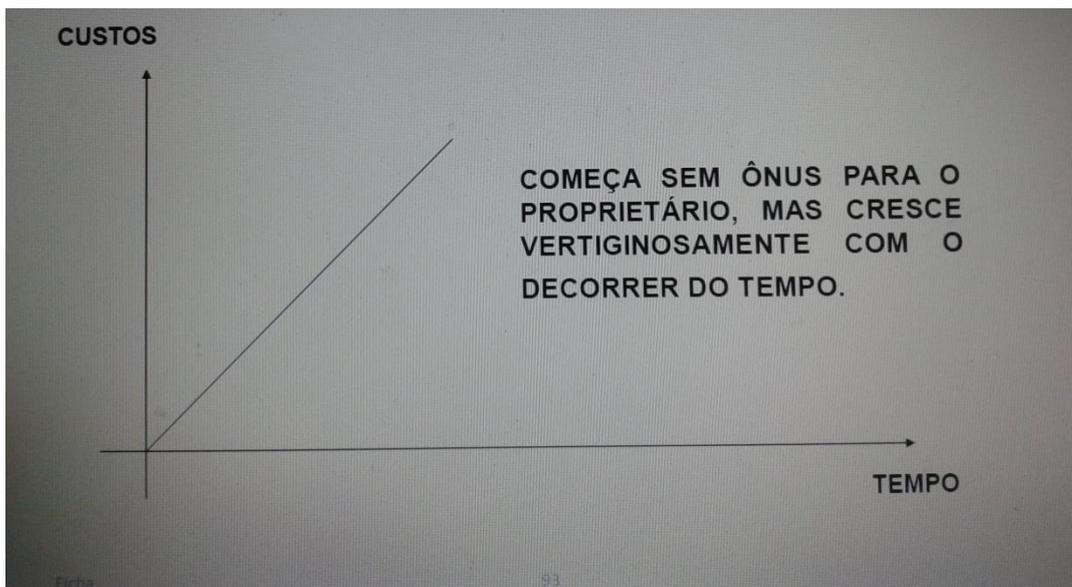
O gráfico ilustra o processo de manutenção corretiva de um determinado equipamento ou sistema, onde se observa que o tempo até a falha é aleatório e  $T_0 - T_1$  é diferente de  $T_2 - T_3$ .



## GRÁFICO 6

## GRÁFICO DE MANUTENÇÃO CORRETIVA

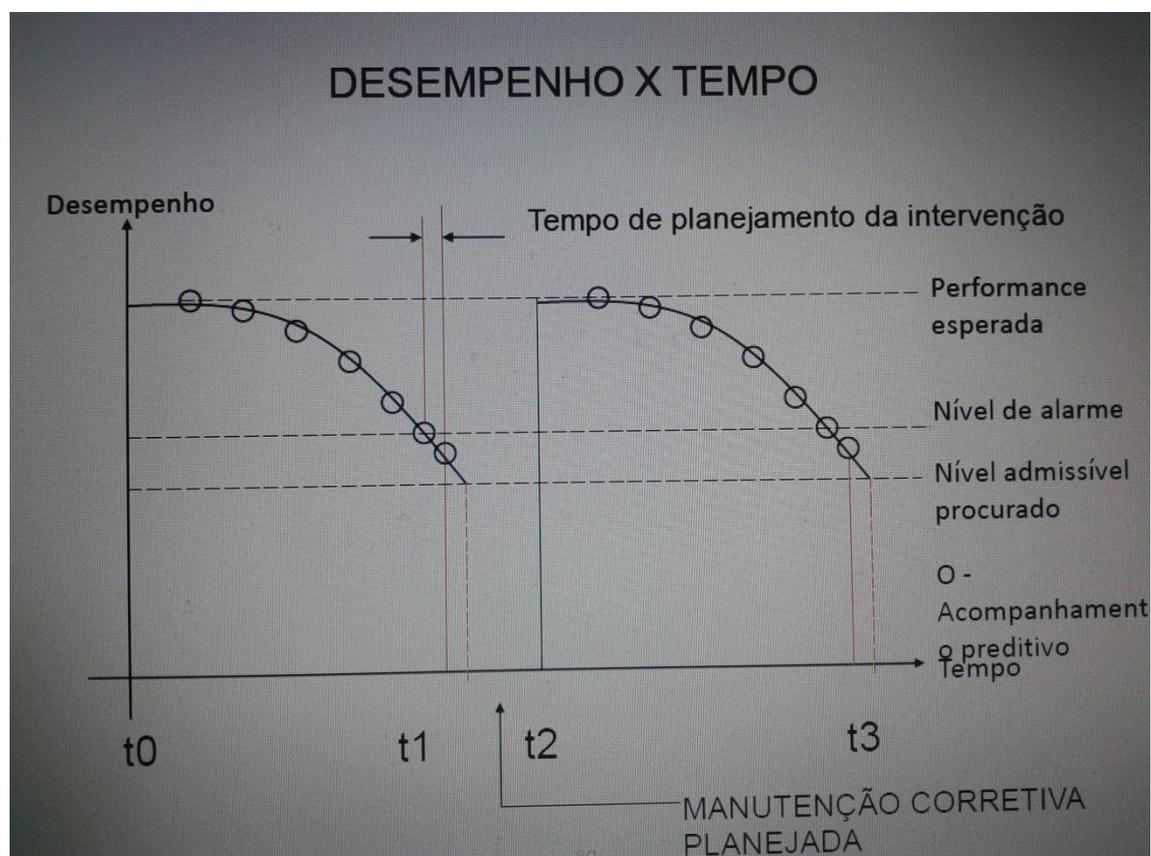
(CUSTO X TEMPO)



## GRÁFICO 7

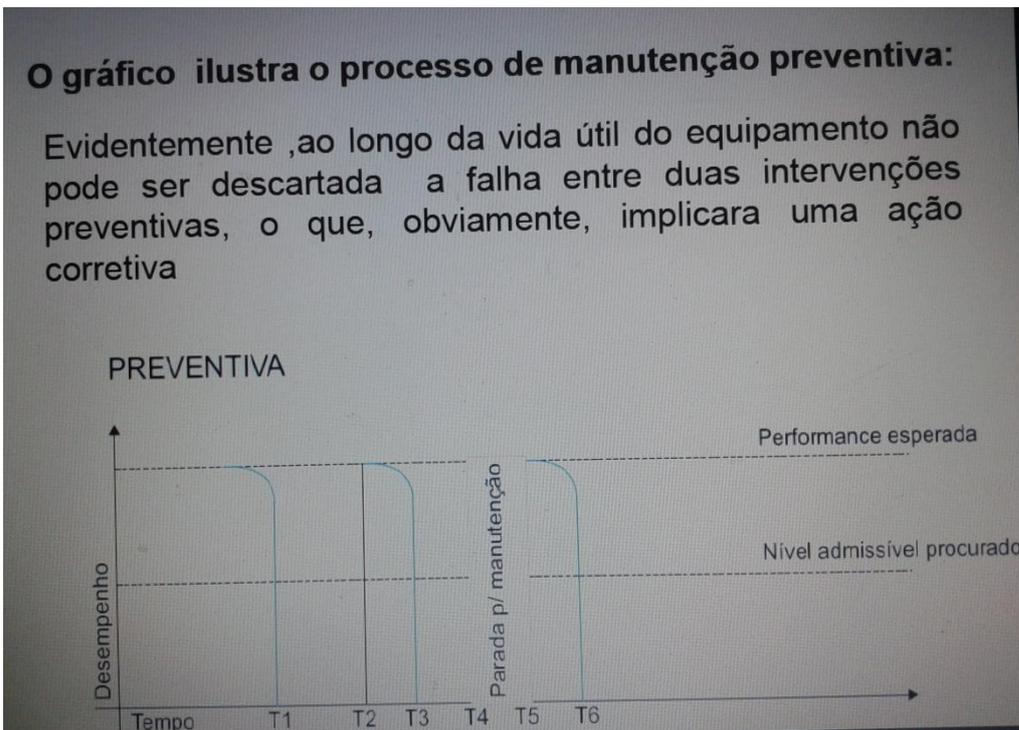
## GRÁFICO DE MANUTENÇÃO

## CORRETIVA PLANEJADA



## GRÁFICO 8

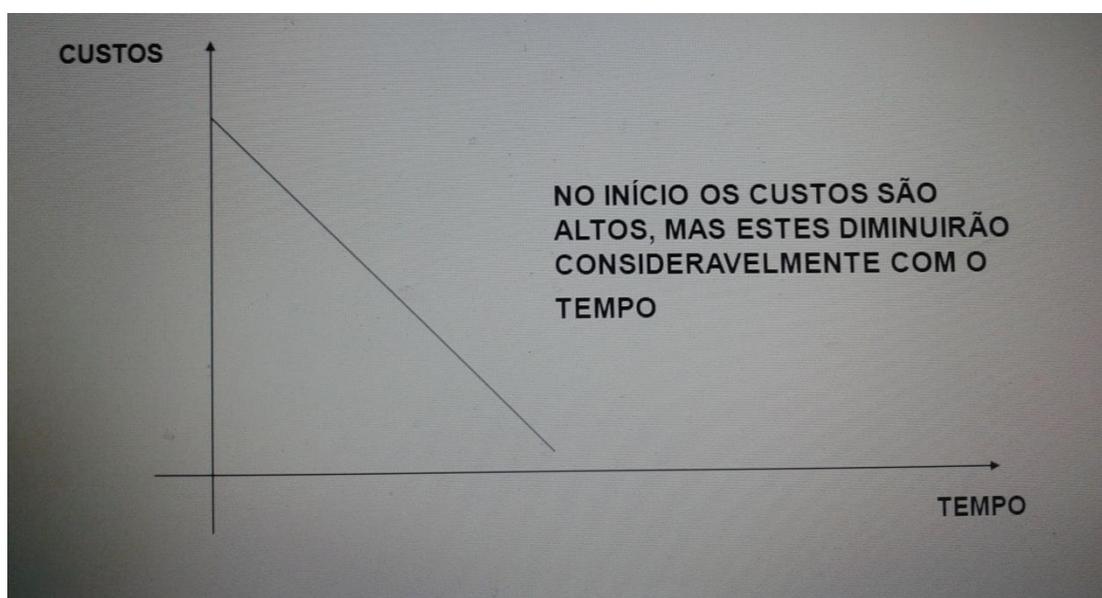
## GRÁFICO DO PROCESSO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA



## GRÁFICO 9

## GRÁFICO MANUTENÇÃO PREVENTIVA

( CUSTO X TEMPO )



## GRÁFICO 10

GRÁFICO COMPARATIVO ( CUSTO X TEMPO )

PREVENTIVA X CORRETIVA

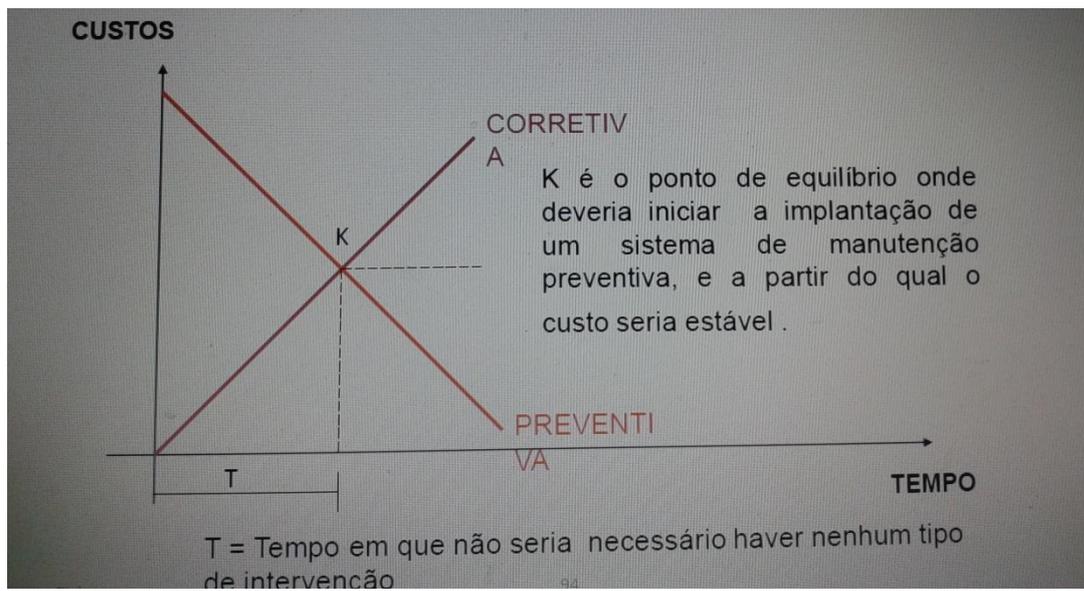


FIGURA 1

## MOTOR DE COMBUSTÃO PRINCIPAL

( MCP )



FIGURA 2

EMPALHETAMENTO MÓVEL

( TURBINA MCP )



FIGURA 3

BOMBA INJETORA DO MCP



FIGURA 4

CALDEIRA AUXILIAR



FIGURA 5

INJETOR E

CONJUNTO DE ENGAXETAMENTO DA BIELA

( MCP )



FIGURA 6

MOTOR DE COMBUSTÃO AUXILIAR  
( MCA ) EM MANUTENÇÃO CORRETIVA



FIGURA 7

CABEÇOTE, CAMISA DO CILINDRO, BIELA E MOLAS DAS VÁLVULAS  
DO CABEÇOTE

EM MANUTENÇÃO



FIGURA 8

GRUPO DESTILATÓRIO ALFA LAVAL



FIGURA 9

## GERADOR DE EMERGÊNCIA

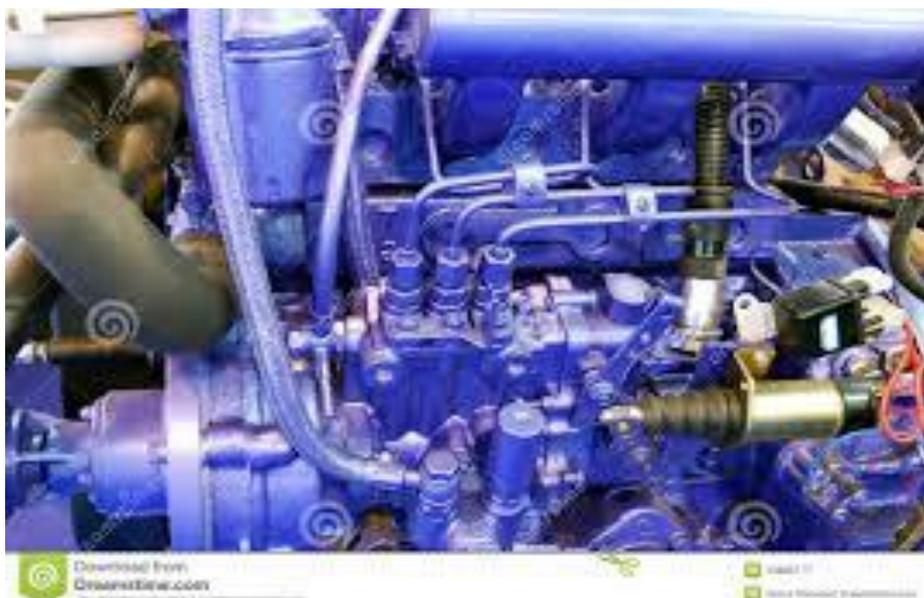


FIGURA 10

## MANUTENÇÃO PLANEJADA

( DGE )



FIGURA 11

## MANUTENÇÃO MOTOR ELÉTRICO



FIGURA 12

## BOMBA ELETRO HIDRÁULICA



FIGURA 13

BOMBA DE TRANSFERÊNCIA  
DE ÓLEO COMBUSTÍVEL



FIGURA 14

BOMBA DE TRANSFERÊNCIA  
DE ÓLEO LUBRIFICANTE

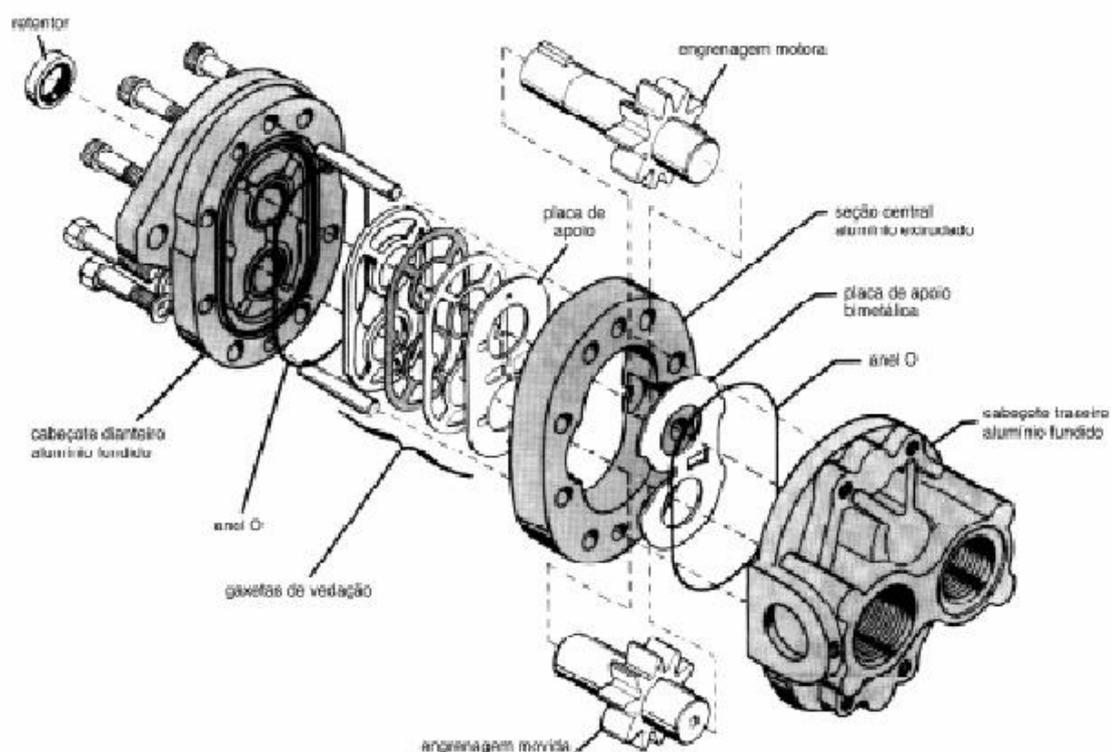
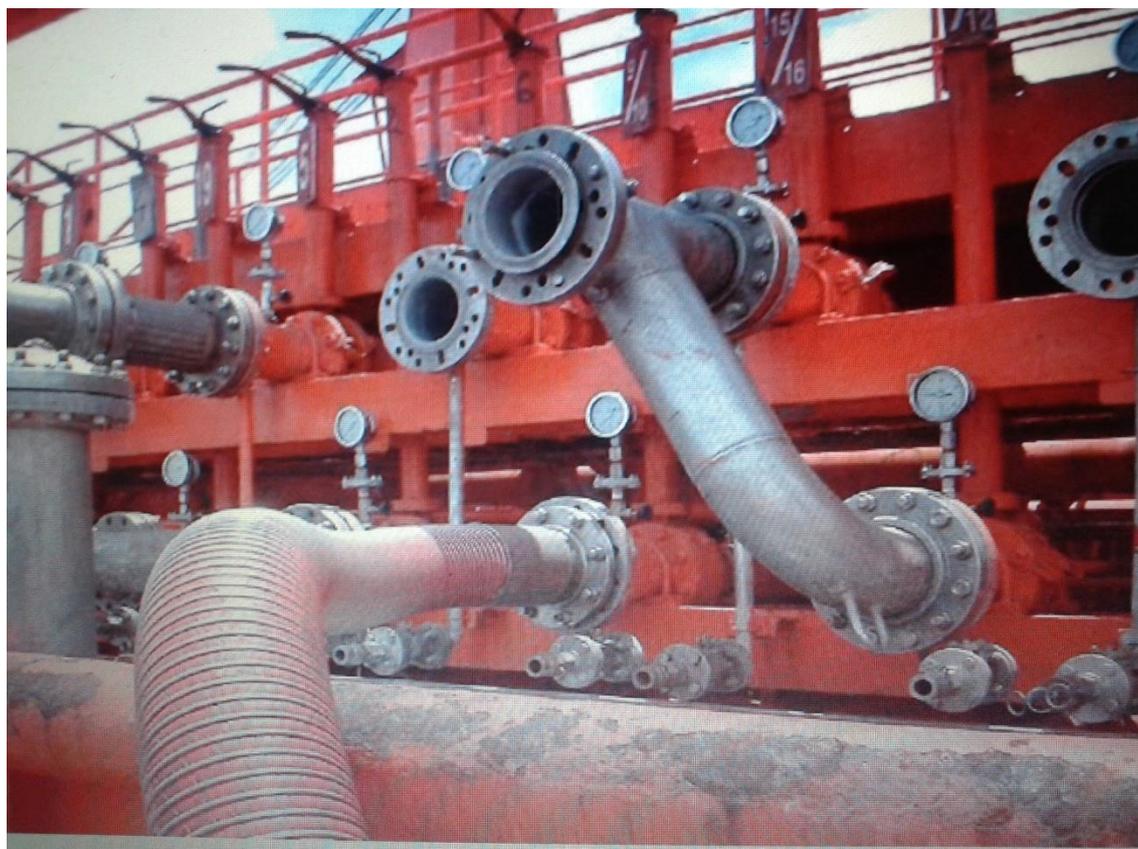


FIGURA 15

CONEXÕES DO MANIFOLDE ( TRATAMENTO )



## 6 CONCLUSÃO

De um modo geral, vimos que a manutenção tem como finalidade garantir o estado original dentro do menor custo, sem afetar a produtividade, avaliando corretamente o nível de desgaste sem ultrapassar o limite de danificação, prolongar a vida da máquina, evitar desperdícios, sem economia de tempo que provoque gastos maiores mais tarde por causa disso. Há cinco tipos de manutenção: preventiva, corretiva, planejada, preditiva e detectiva.

A manutenção deve ser feita em todas as máquinas e equipamentos marítimos, no entanto cada equipamento possui a sua característica própria, logo não há uma fórmula geral de manutenção. Antes de efetuar qualquer tipo de manutenção recomenda-se ler o manual de instrução do aparelho. Para melhor operação e organização, existe o Safenet, que é um sistema totalmente modernizado em termos de manutenção.

Vimos também que a condução e a manutenção do M.C.P. deve ter a maior eficiência possível para que se atinja o máximo de capacidade e vida útil que o motor possa oferecer, contribuindo para que as viagens sejam mais lucrativas. Só com organização, planejamento e execução dos planos de condução e manutenção do motor alcançaremos este objetivo com êxito total.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUGUSTO, Tavares, Lourival. 2005. **A Evolução da Manutenção**. Revista Nova Manutenção y Qualidade.

KARDEC, Alan, JOÃO, Lafraia Gestão Estratégia e Confiabilidade.

Rio de Janeiro: Quality Mark: Abraman, 2002.

Manual do Engenheiro Mecânico. SP: Ed. Leitner, 1968.

Manutenção: Menos Custos, Maior Desempenho, em Portos e Navios, Março de 1988.

NASCIF, Júlio, CARLOS Dorigo, Luiz. 2008. **Administração, Planejamento E Gestão de Manutenção**. Instituto de Consultoria e Aperfeiçoamento Profissional (Ecas); Tecém Tecnologia Empresarial Ltda

NASCIF, Júlio; KARDEC, 2001. **Manutenção como Função Estratégica**. Qualitymark Editora Ltda.

PEREIRA da Silveira, Wilson. 2008. **Planejamento, Programação e Controle de Manutenção**. Estado - da - Arte Consultoria e Treinamento Ltda.

RICARDO Garcia Viana, Herbert. 2002. PCM: **Planejamento e Controle de Manutenção**. Qualitymark Editora Ltda.

SACK, Nigel e Chambers, Stuart e Johns, Robert. **Administração da Produção**. 3ªed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOARES, José de Carvalho, **Introdução ao Sistema de Manutenção Planejada**, Folha de Informações da Petrobrás.

VERRI, Luiz Alberto. Gerenciamento pela Qualidade Total na Manutenção Industrial. Rio de Janeiro 2007.

Vergara, 1998, Projeto e Relatórios de Pesquisa em Administração.

Apostila da matéria de **Manutenção do Professor Clóvis** (CIAGA – 2015)