

MARINHA DO BRASIL  
DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS  
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA  
ENSINO PROFISSIONAL MARÍTIMO

RAFAEL DE ARAÚJO RUSSEL LEANDRO

**PLANO DE MANUTENÇÃO DO MOTOR DIESEL WARTSILA  
6L32: ESTRUTURA BÁSICA DO PLANO DE MANUTENÇÃO  
PLANEJADA**

RIO DE JANEIRO – RJ  
2011

MARINHA DO BRASIL  
DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS  
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA  
ENSINO PROFISSIONAL MARÍTIMO

RAFAEL DE ARAÚJO RUSSEL LEANDRO

**PLANO DE MANUTENÇÃO DO MOTOR DIESEL WARTSILA  
6L32: ESTRUTURA BÁSICA DO PLANO DE MANUTENÇÃO  
PLANEJADA**

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como exigência final para conclusão do Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais de Máquinas da Marinha Mercante.

Orientador: CMG (EN-RM1) LUIZ  
OTAVIO Ribeiro Carneiro

RAFAEL DE ARAÚJO RUSSEL LEANDRO

**PLANO DE MANUTENÇÃO DO MOTOR DIESEL WARTSILA 6L32:  
ESTRUTURA BÁSICA DO PLANO DE MANUTENÇÃO PLANEJADA**

Monografia apresentada como requisito para obtenção da certificação STCW III/2, submetida à aprovação da banca examinadora composta pelo seguinte membro: CMG (EN-RM1) LUIZ OTAVIO Ribeiro Carneiro

BANCA EXAMINADORA

---

CMG (EM-RM1) LUIZ OTAVIO  
Orientador

## DEDICATÓRIA

A minha esposa Larrúbia, pela compreensão, paciência, encorajamento, tolerância e otimismo dispensados todos os dias. A sua perseverança é minha locomotiva.

A minha família, em especial minha mãe, que além de todo apoio e carinho, me ensinou a sempre acreditar nos meus sonhos.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço a Deus, a Empresa Maersk Supply Service por me proporcionar este curso, aos meus colegas de turma em que compartilhamos experiências e aos mestres que transmitiram conhecimentos e incentivos para saber enfrentar futuros imprevistos decorrentes da profissão e, em especial, ao meu orientador CMG (EN-RM1) Luiz Otavio.

"Os ventos que as vezes tiram algo que amamos,  
são os mesmos que trazem algo que aprendemos a  
amar.. Por isso não devemos chorar pelo que nos  
foi tirado e sim, aprender a amar o que nos foi  
dado. Pois tudo aquilo que é realmente nosso,  
nunca se vai para sempre."

.....

(Bob Marley)

## RESUMO

O Plano de Manutenção Planejada do Motor Diesel Wartsila 6L32 é baseado de acordo com as orientações do fabricante, e assim os responsáveis pela operação do equipamento e manutenção promovem o registro de todas as intervenções, planejadas ou corretivas, de forma a manter o funcionamento adequado dos sistemas e equipamentos existentes nas embarcações.

A Manutenção Planejada do Motor Diesel Wartsila 6L32 baseia-se de maneira essencial na execução de controles de acordo com os intervalos de trabalhos fixos pré-determinados. Esses controles são critérios decisivos para as necessidades e o volume dos trabalhos de manutenção e reparação.

Como parâmetros aplicam-se:

- Indicações de valores de desgaste;
- Critérios de avaliação e
- Controles do funcionamento.

A maioria dos trabalhos a executar não é absolutamente fixada no seu momento, pois a duração de cada componente é influenciada fortemente também pelas condições operacionais, das qualidades do combustível e da respectiva conservação. O presente plano de intervalos dos trabalhos não deve ser visto em longo prazo como dado rigidamente, mas é muito mais coisa do empresário de mudar o plano de acordo com a própria experiência. Em todo caso, deve-se, porém, calcular uma margem de segurança suficiente - mesmo no caso de possuir conhecimentos exatos dos valores de desgaste médios - para sempre cobrir com segurança as

dispersões que se repetem sempre. Para manter as garantias, as prolongações dos intervalos devem ser combinadas com o fabricante do equipamento.

Um Plano de Manutenção Planejada, também, é definido pelos responsáveis pela operação do equipamento e manutenção, efetuando o registro de todas as intervenções, planejadas ou corretivas, de forma a manter o funcionamento adequado dos sistemas e equipamentos existentes nas embarcações.

## ABSTRACT

The Planned Maintenance Diesel Engine Wartsila 6L32 is based according to the manufacturer's directions and thus responsible for the operation and maintenance of equipment promote the registration of all interventions planned or corrective, in order to maintain the proper functioning of existing systems and equipment on ships.

Planned or Scheduled Maintenance Diesel Engine Wartsila 6L32 is based in an essential way in the implementation of controls to work with intervals of fixed pre-determined. These controls are decisive criteria for the needs and the amount of maintenance and repair.

As parameters apply:

- Indication of values;
- Evaluation criteria and
- Controls of the operation.

Most of the jobs are not absolutely fixed in its time, for the duration of each component is also strongly influenced by operating conditions, fuel qualities and their conservation. This plan of work intervals should not be seen as rigidly as long term, but it is a lot more to change the business plan according to their own experience. In any case, it should be, however, calculate an adequate safety – even if it has accurate knowledge of the average values of wear – to always cover safely dispersions that are repeated forever. To maintain the warrantees, the prolongations of the intervals should be combined with the equipment manufacturer.

A Schedule Maintenance is defined by those responsible for equipment operation and maintenance, making a record of all interventions planned or corrective, in order to maintain the proper functioning of existing systems and equipment on ships.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Exemplo de manutenção gerada pelo sistema de gerenciamento de manutenção da empresa Maersk (AMOS) .....	<b>21</b>
<b>Figura 2</b> – Descrição de manutenção gerada pelo sistema de gerenciamento de manutenção da empresa Maersk (AMOS) .....	<b>22</b>
<b>Figura 3</b> - Placa de advertência que deve ser colocada no local de realização do trabalho ...	<b>24</b>
<b>Figura 4</b> - Bancada de teste de injetores .....	<b>28</b>
<b>Figura 5</b> - Gráfico indicativo: carga x número de horas após primeiras horas de funcionamento pós- reparo .....	<b>31</b>
<b>Tabela</b> – Indicativo de carga e tipo de combustível utilizado .....	<b>40</b>
<b>Figura 6</b> - Bomba injetora (corte frontal e visão superior) .....	<b>41</b>
<b>Figura 7</b> - Visão em corte do cabeçote com seus componentes .....	<b>45</b>
<b>Figura 8</b> - Êmbolo e dispositivo de remoção .....	<b>46</b>
<b>Figura 9</b> - Gráfico: viscosidade x temperatura .....	<b>50</b>
<b>Figura 10</b> - Curva de oxidação por nitrato .....	<b>50</b>

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1 EXPLICAÇÃO DO SISTEMA DE MANUTENÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1 Manutenção programada .....	14
1.2 Sistema de manutenção .....	16
1.2.1 Plano de intervalos de trabalhos .....	16
1.2.2 Relatórios de manutenção .....	17
1.2.3 Plano de manutenção .....	19
1.2.4 Sistema de gerenciamento de manutenção .....	20
<b>2 NORMAS DE SEGURANÇA .....</b>	<b>23</b>
2.1 Normas de segurança gerais .....	23
2.2 Trabalho nos equipamentos elétricos .....	26
2.3 Trabalho com dispositivos hidráulicos .....	27
2.4 Controlar e ajustar a válvula de injeção .....	27
2.5 Detergentes/produtos químicos .....	28
<b>3 PLANEJAMENTO DE PRAZOS DO MOTOR .....</b>	<b>29</b>
3.1 Medidas de controle e de vigilância diárias .....	29
3.2 Primeiras medidas de controle e conservação .....	31
3.2.1 Nas primeiras 24 horas .....	32
3.2.2 Até 50 horas de funcionamento .....	32
3.2.3 Até 100 horas de funcionamento .....	33
3.3 Medidas periódicas de conservação .....	34

3.3.1 A cada 24 horas .....	34
3.3.2 A cada 150 horas .....	34
3.3.3 A cada 250 horas .....	35
3.3.4 A cada 500horas .....	35
3.3.5 A cada 1000 horas .....	36
3.3.6 A cada 2000 horas .....	37
3.3.7 A cada 4000 horas .....	38
3.3.8 A cada 8000 horas .....	39
3.3.9 A cada 12000 horas .....	39
3.3.10 Intervalo de 12000 - 16000 horas .....	41
3.3.11 A cada 16000 horas .....	42
3.3.12 A cada 24000 horas .....	43
3.3.13 A cada 48000 horas .....	43
3.4 Medidas de conservação independente de prazos .....	44
3.5 Influência do combustível utilizado para os prazos de manutenção .....	48
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>52</b>

## **INTRODUÇÃO**

O presente projeto tem como tema “Plano de Manutenção do motor Diesel 6L32, e a partir disso, explicita a “Estrutura Básica do Plano de Manutenção Planejada do Motor Diesel Wartsila 6L32”, Plano de intervalos dos trabalhos, Folhas de manutenção, parâmetros como Indicações de valores de desgaste, Critérios de avaliação e Controles do funcionamento.

Toda empresa organizada e de visão desenvolve seu Plano de Manutenção, no qual, consiste em executar controle da manutenção preventiva, ou de reparo, pois o mesmo é determinante nos resultados operacionais. Tema: “A estrutura básica do Plano de Manutenção planejada do Motor Diesel Wartsila 6L32”.

Este tema vem sendo cada vez mais desenvolvido no ramo industrial, não só marítimo, novas técnicas de gerenciamento de manutenção, programas de monitoramento destes sistemas e resultados em relação a operacionalidade.

## **1 EXPLICAÇÃO DO SISTEMA DE MANUTENÇÃO**

A manutenção programada é executada, conforme o nome indica, em datas pré- determinadas, sendo estas ajustadas de acordo com diversos fatores, tais como a importância das instalações, propensão a avarias e regulamentação aplicável. Durante estas intervenções são substituídos equipamentos/componentes de duração limitada (definida pelo fabricante ou pela legislação), sendo ainda feito uma avaliação do estado das instalações, identificando-se possíveis pontos de ruptura atual ou iminente.

### **1.1 Manutenção programada**

Sem “Manutenção programada” é impossível obter uma operação rentável a longo prazo de motores super-alimentados no estado da técnica atual.

As explicações visam familiarizar o usuário destas instalações de motores com o sistema de manutenção do Fabricante e torná-los conscientes e aprofundar a compreensão para o problema e a importância da “Manutenção programada”.

A finalidade desta manutenção é de substituir ou reparar as peças sujeitas à desgaste antes que ocorram danos.

A “Manutenção programada” baseia-se de maneira essencial na execução de controles de acordo com os intervalos de trabalhos fixos pré-determinados. Esses controles são critérios decisivos para as necessidades e o volume dos trabalhos de manutenção e reparação.

Como parâmetros aplicam-se:

- Indicações de valores de desgaste;
- Critérios de avaliação e
- Controles do funcionamento.

A maioria dos trabalhos a executar não é absolutamente fixada no seu momento, pois a duração de cada componente é influenciada fortemente também pelas condições ambientais e de serviço, das qualidades do combustível e da respectiva conservação.

O presente plano de intervalos dos trabalhos não deve ser visto a longo prazo como tarefas rigidamente fixadas, mas sim, como uma possibilidade de mudar o plano de acordo com a própria experiência.

Em todo caso, deve-se, porém, calcular uma margem de segurança suficiente, mesmo no caso de possuir conhecimentos exatos dos valores de desgaste médios, para sempre cobrir com segurança as dispersões que se repetem sempre.

Para manter as garantias, as prolongações dos intervalos devem ser combinadas com o Fabricante.

## 1.2 Sistema de manutenção

O sistema de manutenção compõe-se de:

- Plano de intervalos dos trabalhos;
- Folhas de manutenção e
- Planos de manutenção.

Enquanto o plano de intervalos dos trabalhos indica **quando** se deve executar um controle, manutenção ou reparação, as folhas de manutenção determinam **como** se devem executar os trabalhos necessários.

### 1.2.1 Plano de intervalos de trabalhos

O plano de intervalos de trabalhos tem a finalidade de dar um vista geral rápida sobre todos os trabalhos de controle, manutenção e reparação previstos, que devem ser executados dentro do período de 48.000 horas de serviço.

O plano de intervalos de trabalhos está dividido nos quatro seguintes setores:

- **Medidas diárias de controle e supervisão;**
- **Medidas de controle e manutenção a executar pela primeira vez:** Estes são trabalhos, que deverão ser executados após a primeira colocação em funcionamento ou após a colocação em funcionamento depois dos trabalhos de reparação; e
- **Medidas de manutenção periódicas:** Neste item estão classificados os trabalhos periódicos de controle, manutenção e reparação que deverão ser executados ao alcançar o intervalo de trabalho. Os intervalos indicados são valores médios obtidos estatisticamente. Conforme o estado do equipamento, as condições operacionais e de manutenção, podem resultar outros valores.
- **Trabalhos de manutenção não dependentes de qualquer período.**

A relação dos trabalhos que são necessários dentro do âmbito de trabalho a ser executado conforme o intervalo, mas que não podem ser propriamente coordenado com nenhum intervalo.

### **1.2.2 Relatórios de manutenção**

Existem dois tipos de relatórios e cada um deles requer uma organização diferente: Relatório de investigação e relatórios que só contêm informações.

Um relatório de investigação é aquele que comunica o que se descobriu ao investigar um assunto.

Os relatórios que só contêm informação fazem justamente isso, como o nome indica. Neste grupo podemos incluir os memorandos, os orçamentos normais ou atualizados, relatórios de gestão, etc.

Um dos aspectos fundamentais, quando se trata de redigir um relatório, mesmo que interno, tem a ver com as questões da autoria dos textos aí vertidos. Se utilizarmos uma publicação técnica referente ao motor sobre o qual emitimos um parecer, deveremos diferenciar o conteúdo transcrito e de onde isso aconteceu.

Pensar na informação de que necessitamos e fazer uma lista dos aspectos a incluir: causas da anomalia, meios de evitar que se repitam, pesquisa de danos causados.

Juntar informação dentro e fora da empresa e falar com várias pessoas: neste caso não só devemos falar com os colaboradores normalmente vinculados à manutenção de tal fração, como com os clientes para aferir alguma razão humana associada à causa inicialmente formulada.

Ler e escolher a informação correta, escrevendo os pontos principais em folhas à parte os fichas: ao sistematizarmos assim todos os dados recolhidos, podemos ainda aprofundá-los durante todo o processo de recolha de mais informação.

Organizar todas as fichas em grupos do mesmo tipo: agora temos todas as informações de que precisamos para escrever o relatório e não é preciso procurar outras em montanhas de livros e outras fontes, pois todos os pontos importantes estão em fichas ou papéis de fácil manuseamento.

Descrição dos fatos ocorridos (hora e dia a que foram identificados, por quem, etc.).

### **1.2.3 Plano de manutenção (Medidas de Manutenção Periódicas)**

No plano de visão geral, onde estão relacionados todos os trabalhos de manutenção que devem ser executados em turnos, até mesmo, os grandes intervalos de manutenção, possibilita registrar de uma só vez todos os acontecimentos relacionados com as máquinas e derivar dali qual será a intensidade de serviço que deverá ser dedicada no futuro aos grupos de componentes.

Seria adequado fixar o plano numa parede, porém, se isto não for possível por motivos de espaço, este terá de ser guardado como plano dobrável no dossiê “Formulário para manutenção”.

Não podemos e nem queremos aqui dar instruções para o manejo destes planos, mas simplesmente indicar diretrizes, de como se pode empregar convenientemente este plano como auxiliar no sistema de manutenção.

Os trabalhos efetuados previstos nos respectivos campos são riscados para indicar de que forma realizá-los. Podem ser marcados com cores, para diferenciar os diagnósticos, por exemplo: cor verde = sem diagnóstico/em ordem; cor amarela = ajustar/correção (por exemplo: Folgas); cor vermelha = caso de avaria/substituição de peças.

Componentes típicos de consumo, que são, por princípio, substituídos regularmente ou durante a nova montagem (anéis de vedação, anilhas, etc.) não devem ser considerados como peças danificadas.

#### **1.2.4 Sistema de gerenciamento de manutenção**

Com o avanço dos computadores o sistema de gerenciamento de manutenção tem ajudado muito a programar as manutenções. A manutenção do motor Wartsila 6L32 tem de ser mantida em conformidade com as várias regras e regulamentos internacionais de acordo com o código ISM. O conselho do fabricante, bem que da classe e da Administração tem de ser seguido. Assim, o motor Wartsila 6L32 tem um cronograma de manutenção que normalmente é integrada no programa de manutenção preventiva planejada da empresa. É mantido em um computador dedicado com software especializado, que quando alimentado as horas diárias de funcionamento dá-lhe o trabalho a ser feito, o trabalho tornar-se devido, e o trabalho que não executado está em atraso. Dados do navio são sincronizados com os dados da base da empresa pelos caminhos de exportação de dados diariamente e o número de horas de funcionamento do motor atualizado mensalmente. Isso permite que um engenheiro superintendente, encarregado de monitorar o navio do escritório, auxilie o chefe de máquinas na execução das tarefas junto com a tripulação de máquinas. Todas as informações contidas no manual são inseridas nesse sistema e o mesmo passa a gerar ordens de serviço. Porém para gerar ordens de serviço o sistema tem que ter um parâmetro para gerar essas ordens. Ao abrir a ordem de serviço gerada, todas as informações necessárias a realização da manutenção programada do motor serão discriminadas. Desta forma não é necessário uma consulta ao manual do

fabricante, referente ao tipo de serviço que será feito. Como toda manutenção exige a utilização de peças sobressalentes, nesse sistema toda e qualquer peça necessária esta devidamente catalogada e essas peças apresentam seu número de série de acordo com o manual do fabricante. Ao digitar esse número de série no sistema, o mesmo indicará a exata localização. Lembrando que cada empresa possui seu sistema de gerenciamento de manutenção, porém o principio de funcionamento é o mesmo, só mudando o nome do sistema de empresa para empresa.

The screenshot displays the AMOS Ship Maintenance software interface. The title bar reads "AMOS - Ship / Maintenance [Report Work [04/000615 - CH126 - VALVE CLEARANCE.]]". The menu bar includes File, Edit, Options, Maintenance, Stock, Purchase, Budget, Tools, Window, and Help. The toolbar contains various icons for file operations and maintenance actions. The main window title is "Report Work [04/000615 - CH126 - VALVE CLEARANCE]".

Key data fields include:

- Function: ME02 - Main Engine No. 2 (Port Inlet)
- Component: 601.00.01.02 - Main Engine
- Work Order: 04/000615 - CH126 - VALVE CLEARANCE

The interface is divided into sections:

- Details:** Resources Used, Stock Used, History
- General Information:** Date Done (07-11-2005), Total Duration (Hrs.) (0), Down Time (Hrs.) (0), Misc. Expenses (USD 0.00), Budget Code, Mark Work Order as Completed (checked).
- Reporting Options:** History (checked), Stock Used (unchecked), Resources Used (unchecked).
- Work Classification:** Unexpected Work (unchecked), Maint. Type, Maint. Class, Maint. Cause (dropdown menus).

A table at the bottom right shows a counter for hours:

Counter	Value	Current	Date Read
Hours	0	110684.00	07-11-2005

**Figura 1** – Exemplo de manutenção gerada pelo sistema de gerenciamento de manutenção da empresa Maersk (AMOS)

AMOS Ship / Maintenance [Report Work: 04/000615 - CH126 - VALVE CLEARANCE.]

File Edit Options Maintenance Stock Purchase Budget Tools Window Help

Report Work [04/000615 - CH126 - VALVE CLEARANCE.]

Function: ME02 - Main Engine No. 2 (Port Inner)  
 Component: 601.00.01.002 - Main Engine  
 Work Order: 04/000615 - CH126 - VALVE CLEARANCE

Details Resources Used Stock Used History

Description: CH126 - VALVE CLEARANCE Include on Next P.M. Work Order

Generally the history field is used for information which isn't included in the job description.

For example, the field can be used for the following information:

- Information relating to insurance
- Measurements / results
- Observations / steps taken under the inspection / overhaul / check which aren't included in the job description.

Even though the History field may have been left blank, the maintenance log will include:

- who did the work
- for which component and which jobs there has been signed for.
- when the job was done.

History for a component can be either read from the History TAB-card on Component window or from the menu-item: MAINTENANCE > HISTORY.

**Figura 2** – Descrição de manutenção gerada pelo sistema de gerenciamento de manutenção da empresa Maersk (AMOS)

## **2 NORMAS DE SEGURANÇA**

### **2.1 Normas de segurança gerais**

Em todas as medidas de operação e manutenção devem ser observados os regulamentos correspondentes às normas de proteção contra acidentes de acordo com a NR 30 - segurança e saúde no trabalho aquaviário item 30.3.2.1.c, onde diz que cabe aos trabalhadores utilizar corretamente os dispositivos e equipamentos de segurança e estar familiarizado com as instalações, sistema de segurança e equipamentos de bordo. Além disso, deve ser observado o seguinte:

- As medidas de manutenção e conservação deverão ser efetuadas somente por pessoas instruídas e autorizadas;
- Não se deve abrir o motor para revisão geral sem a certeza de poder contar com todas as peças sobressalentes no prazo adequado;
- Enquanto for necessário ou exigido pelas prescrições usar equipamentos de proteção;
- Todas as normas de segurança indicadas com este símbolo devem ser observadas em todos os casos, para excluir perigos para o corpo e vida de pessoas;

- Na execução de trabalhos nos motores e a instalações, devem ser desligados e protegidos os dispositivos de ligação automáticos. Para evitar uma re-ligação, marcar com uma etiqueta “NÃO LIGAR” ou com o pictograma correspondente. Caso a embarcação seja estrangeira, a mesma notificação deve ser feita no idioma do país em que o navio esta operando e na língua universal (inglês). No mundo da manutenção sobram histórias de quem apanhou um violento esticção, porque alguém olhou para um disjuntor desligado e o ligou sem saber quem poderia estar a trabalhar nesse circuito;



**Figura 3** - Placa de advertência que deve ser colocada no local de realização do trabalho.

- Todas as pessoas que fazem parte da condução da praça de máquinas deverão estar cientes que determinada manutenção esta sendo realizada para evitar possíveis acidentes;
- Depois de terminar os trabalhos, montar novamente os dispositivos de proteção removidos;
- No caso de substituição, as peças separadas e os blocos funcionais deverão ser fixados e protegidos cuidadosamente nos aparelhos elevadores de modo que não possa surgir perigo algum;
- Usar somente aparelhos elevadores tecnicamente perfeitos e devidamente certificados, bem como meios transportadores de carga com capacidade de carga suficiente!;

- Não permanecer ou trabalhar debaixo de cargas penduradas;
- Nos trabalhos de montagem na altura do corpo usar meios de ascensão previstos e de acordo com a segurança;
- Não usar os motores/as peças da instalação como meio de ascensão;
- Manter todos os cabos, degraus, plataformas, escadas isentos de sujeiras, p. ex.: óleo, graxa, combustível;
- Ao iniciar os trabalhos de manutenção (desmontagem, montagem) remover das peças do motor e, nesta operação, especialmente das conexões de uniões enroscadas o óleo, combustível ou meios de conservação;
- Não usar detergentes e meios de conservação agressivos;
- Usar trapos de limpeza que não larguem pêlo e de preferência de tamanho médio a grande pra facilitar a verificação e retirada dos mesmos após a manutenção;
- Aliviar todos os componentes da instalação que se encontrem sob pressão (óleo lubrificante, óleo hidráulico, combustível, água de arrefecimento, ar de arranque e de comando). Proteger os aparelhos de bloqueio com uma etiqueta de indicação “Não abrir”. Quantas inundações já ocorreram porque se confiou no isolamento de uma determinada linha e a mesma continuava pressurizada;
- Anotar em um livro de registro todo o tipo de manobra que tenha sido efetuada, para evitar possíveis esquecimentos quando a máquina estiver pronta novamente pra ser testada;
- Proteger as aberturas de montagem;
- Usar somente aparelhos elevadores, ferramentas e dispositivos sem defeitos;
- Prestar atenção a todas as placas indicativas instaladas no motor;
- Trabalhar com cautela e visando sempre a própria segurança e a segurança do próximo; e

- Atentar para o preenchimento da permissão de trabalho e correta explanação do serviço que será realizado com o objetivo de evitar acidentes, em primeiro lugar, e possíveis falhas na máquina quando a mesma voltar ao funcionamento.

## **2.2 Trabalho nos equipamentos elétricos**

Os trabalhos nos equipamentos elétricos do motor da instalação só devem ser realizados por um eletricitista ou o por pessoas instruídas sob a direção e vigilância de um eletricitista de acordo com os regulamentos eletrotécnicos:

- Devem-se evitar os trabalhos elétricos em carga, removendo os fusíveis dos circuitos de alimentação enquanto durarem as intervenções;
- Usar somente fusíveis originais com a amperagem prescrita. No caso de avarias na alimentação elétrica, desligar imediatamente o motor/a instalação; e
- Controlar/examinar regularmente o equipamento elétrico. Defeitos tais como conexões soltas ou cabos carbonizados devem ser eliminados imediatamente;
- Os componentes dos motores e da instalação, nos quais são efetuados trabalhos de controle e manutenção, devem ser desligados da corrente e protegidos com uma etiqueta de indicação “NÃO LIGAR” ou com o pictograma correspondente; e
- Mesmo sabendo que tudo se encontra devidamente desligado, fazer a verificação da tensão no equipamento com aparelho multi-teste antes de iniciar os trabalhos.

### **2.3 Trabalho com dispositivos hidráulicos**

Em trabalhos hidráulicos nunca se deve confiar na possibilidade de circuitos deixarem de estar em pressão por se terem fechado as respectivas válvulas:

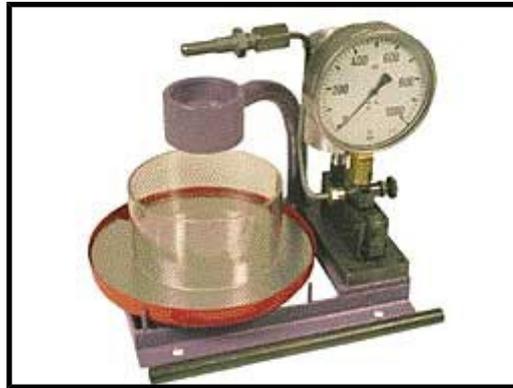
- Observar exatamente as prescrições de serviço, binários de aperto e medidas de ajuste das respectivas fichas de trabalho;
- Não colocar nenhuma parte do corpo sobre/sob ferramentas hidráulicas que se encontram sob pressão;
- Não ultrapassar o ponto inferior do raio de curvatura mínima  $r = 130$  mm das mangueiras de alta pressão;
- Proteger os tubos flexíveis contra danos devido a efeitos mecânicos, térmicos ou químicos provindos do exterior; e
- Substituir os tubos flexíveis num período adequado também quando não se percebem defeitos relevantes para a segurança.

### **2.4 Controlar e ajustar a válvula de injeção**

Tipo de manutenção muito realizado nas embarcações. Lembrando que uma boa queima do combustível é de suma importância para preservação do meio ambiente e tempo de vida da máquina. A embarcação deverá estar de acordo com a MARPOL (anexo VI):

- Durante o ensaio, assegurar que nenhuma parte do corpo entre na zona de jato de combustível;
- Somente utilizar peças sobressalentes do fabricante do motor; e

- Não aspirar a névoa do combustível - Máscara protetora da respiração. Verificar se a exaustão acima da bancada de teste esta funcionando corretamente.



**Figura 4** - Bancada de teste de injetores.

## 2.5 Detergentes/produtos químicos

- Usar somente detergentes cujo ponto de inflamação seja superior a 65 °C;
- Observar as instruções de uso de acordo com (Data sheet) folha de dados de segurança das prescrições referentes a materiais perigosos;
- Respeitar o tratamento apropriado depois do uso de detergentes e todos os produtos químicos de acordo com as prescrições referentes a materiais perigosos;
- No caso de acidentes, observam-se as folhas referentes a acidente com as precauções e primeiros socorros para materiais perigosos de acordo com as prescrições referentes a materiais perigosos; e
- Ao usar produtos químicos deve-se utilizar o equipamento de proteção apropriado para o manuseio dos mesmos.

### **3 PLANEJAMENTO DE PRAZOS DO MOTOR**

#### **3.1 Medidas de controle e de vigilância diárias**

##### **Generalidades valores de funcionamento do motor**

Comparar com certificado de inspeção: potência da velocidade de rotação.

##### **Temperatura do óleo de lubrificação**

Entrada do motor; aquecimento em caso de potência nominal.

##### **Temperatura da água de refrigeração**

Saída do motor; aquecimento em caso de potência nominal.

##### **Temperatura da água de refrigeração**

Antes do resfriador do ar de admissão; depois do resfriador do ar de admissão.

##### **Temperatura do ar de admissão**

Antes do resfriador do ar de admissão; depois do resfriador do ar de admissão.

**Temperatura do gás de escape**

Antes e depois do turbo compressor.

**Pressão do óleo de lubrificação**

Mancal principal/Mancal do eixo de distribuição.

**Pressão da água de refrigeração**

Antes do motor.

**Pressão do combustível**

Antes das bombas.

**Pressão do ar de admissão**

Antes do resfriador do ar de admissão; depois do resfriador do ar de admissão.

**Pressão do ar de ajuste****Pressão do ar inicial****Sistema do reservatório de circulação do óleo de lubrificação**

Controle do nível do óleo.

**Tanques de expansão**

Controle do nível da água de refrigeração.

### Sistema do reservatório de superfície

Controle do nível do combustível.

### Sistema do filtro duplex do combustível

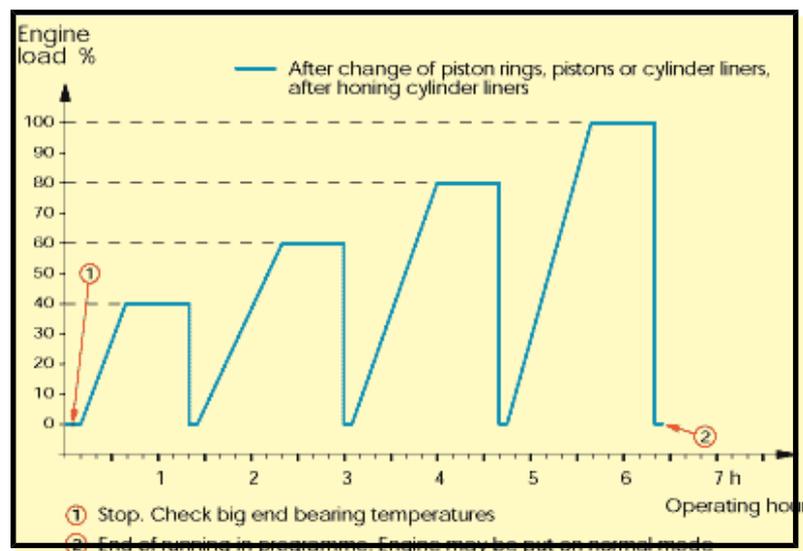
Manutenção/Limpeza a 50 % de indicação da pressão diferencial.

### Ar comprimido garrafas de ar

Drenagem.

## 3.2 Primeiras medidas de controle e conservação

Medidas a executar após uma primeira colocação em funcionamento ou após grandes reparos.



**Figura 5** - Gráfico indicativo carga x número de horas após primeiras horas de funcionamento pós reparo.

### **3.2.1 Nas primeiras 24 horas**

#### **Filtro de óleo combustível**

Manutenção/limpeza do filtro de revestimento.

#### **Sistema do óleo de lubrificação**

Manutenção/mudança do óleo.

### **3.2.2 Até 50 horas de funcionamento**

#### **Resfriador de ar**

Verificar a drenagem do resfriador de ar. Verificar se as redes de drenos encontram-se desobstruídas e se existem vazamentos.

#### **Sistema de resfriamento do motor**

Verificar nível de água no tanque de expansão.

#### **Conectoras e eixo de manivelas**

Verificar o aperto dos parafusos.

#### **Manômetros e indicadores**

Anotar as indicações nos mesmos.

**Sistema de injeção de combustível**

Verificar pressão diferencial nos filtros de combustível. Verificar possíveis vazamentos no sistema, reparando, os mesmos, caso houver.

**Sistema de óleo lubrificante**

Verificar pressão diferencial nos filtros, vazamentos e nível de óleo no cárter.

**Regulador de velocidade**

Verificar nível e de óleo e possíveis vazamentos.

**Turbocompressor**

Lavagem com água.

**Válvulas**

Calibragem de válvulas.

**3.2.3 Até 100 horas de funcionamento****Turbocompressor do gás de escape**

Reparação/limpeza.

### **3.3 Medidas periódicas de conservação**

#### **3.3.1 A cada 24 horas**

##### **Filtro do ar comprimido**

Manutenção/limpeza.

#### **3.3.2 A cada 150 horas**

##### **Dispositivo de rotação de válvulas**

Controle/análise.

##### **Cabeça do cilindro**

Controle/verificação.

##### **Bomba de pré-lubrificação**

Pré-lubrificação.

### **3.3.3 A cada 250 horas**

Como foi feito nas primeiras horas de funcionamento, o motor Wartsila 6L32 deve ser parado e seus filtros de óleo combustível, filtros de óleo lubrificante e filtro de ar do turbocompressor devem ser limpos e se necessário substituídos. Lembrando que os elementos dos filtros no motor citado não são descartáveis.

### **3.3.4 A cada 500horas**

#### **Filtro centrífugo**

Limpeza.

#### **Mecanismos de controle**

Verificar se esta se movimentando sem obstrução, limpeza e lubrificação.

#### **Sistema de refrigeração**

Fazer testes na água de resfriamento e dosar aditivo caso necessário.

#### **Diagrama do motor**

Verificar pressões de compressão e descarga do motor e gravar os resultados.

#### **Óleo lubrificante**

Retirar amostra para análise de viscosidade e verificação quanto a partículas metálicas. Na empresa Maersk esse óleo lubrificante é enviado a cada três meses para um laboratório em terra para análise mais específica.

### **3.3.5 A cada 1000 horas**

#### **Turbocompressor do gás de escape**

Remoção e limpeza do filtro.

#### **Automação**

Verificação quanto ao funcionamento dos equipamentos.

#### **Bomba de suprimento de combustível**

Reengraxar quando em funcionamento.

#### **Filtros de combustível**

Remoção e substituição do filtro.

#### **Válvulas**

Verificar condição das válvulas.

### **3.3.6 A cada 2000 horas**

#### **Dispositivo eletro pneumático de sobrevelocidade**

Controle/ajuste quanto ao funcionamento.

#### **Regulador de velocidade**

Substituição do óleo lubrificante.

#### **Resfriadores de ar**

Verificar o lado da água do resfriador. Caso seja a primeira vez, limpar. Se em boas condições e depósito insignificante aumentar o período de verificação para 4000 horas.

#### **Válvulas injetoras**

Verificar pressão de abertura. Desmontar bico, verificar molas, substituir o-rings. Caso seja necessário substituir bico.

#### **Catraca**

Engraxar rolamentos.

#### **Instrumentos de medidas**

Verificar se pressões e temperaturas estão indicadas satisfatoriamente. Caso exista alguma defasagem substituí-los.

### **3.3.7 A cada 4000 horas**

#### **Resfriador de ar**

Limpeza e teste de pressão. Verificar possível corrosão, vazamentos e verificar pressão diferencial, no lado do ar, usando tubo em U.

#### **Automação**

Verificar conexões e cabos e Aplicar lubrificante de contato na superfície.

#### **Espaços resfriados por água**

Verificar se não a nada obstruído. Caso necessário efetuar limpeza e aumentar dosagem do aditivo.

#### **Eixo de manivelas**

Verificar alinhamento folga axial.

#### **Duto de descarga**

Verificar vazamentos.

#### **Válvulas injetoras**

Verificar pressão de abertura. Desmontar bicos e verificar molas. Substituir o-rings. Dependendo do tipo de combustível consumido a substituição dos bicos injetores sofrerá alteração no número de horas a serem trocados. Caso o combustível consumido seja o HFO, os bicos injetores devem ser trocados no máximo com 6000 horas trabalhadas. Caso o

combustível consumido seja o DO, os bicos injetores devem ser trocados no máximo com 8000 horas trabalhadas.

### **Limitador de partida de combustível**

Verificar funcionamento.

### **3.3.8 A cada 8000 horas**

#### **Filtro automático de óleo lubrificante**

Substituir os elementos filtrantes.

### **3.3.9 A cada 12000 horas**

#### **Engrenagens do regulador de velocidade**

Inspeccionar e substituir caso necessário as partes danificadas.

#### **Turbocompressores**

Inspeção e limpeza. Substituir mancais. Caso não seja possível esses mancais devem ser trocados com no máximo 36000 horas de funcionamento.

**Bombas de resfriamento de água doce de alta e baixa temperatura**

Desmontagem e verificação.

**Válvulas termostáticas de alta e baixa temperatura**

Desmontagem, inspeção e teste como equipamento certificado das mesmas.

**Bomba de óleo lubrificante**

Desmontagem e inspeção

**Bomba de pré-lubrificação**

Inspeção

Dependendo do tipo de combustível utilizado e da carga exigida nos motores, os períodos de descarbonização sofrem alterações. Como demonstrado na tabela a seguir:

COMBUSTÍVEL	INTERVALO DE DESCARBONIZAÇÃO	
	Média de carga no motor > 75%	Média de carga no motor < 75%
<b>HFO 2</b>	12000	16000
<b>HFO 1</b>	16000	20000
<b>DO</b>	20000	24000

**Tabela** - Indicativo de carga e tipo de combustível utilizado.

### 3.3.10 Intervalo de 12000 - 16000 horas

#### Dispositivo eletro-pneumático de sobrevelocidade

Revisão do cilindro do dispositivo de sobrevelocidade na bomba injetora.

#### Bombas injetoras

Limpeza e inspeção das bombas injetoras. Substituir partes usadas.

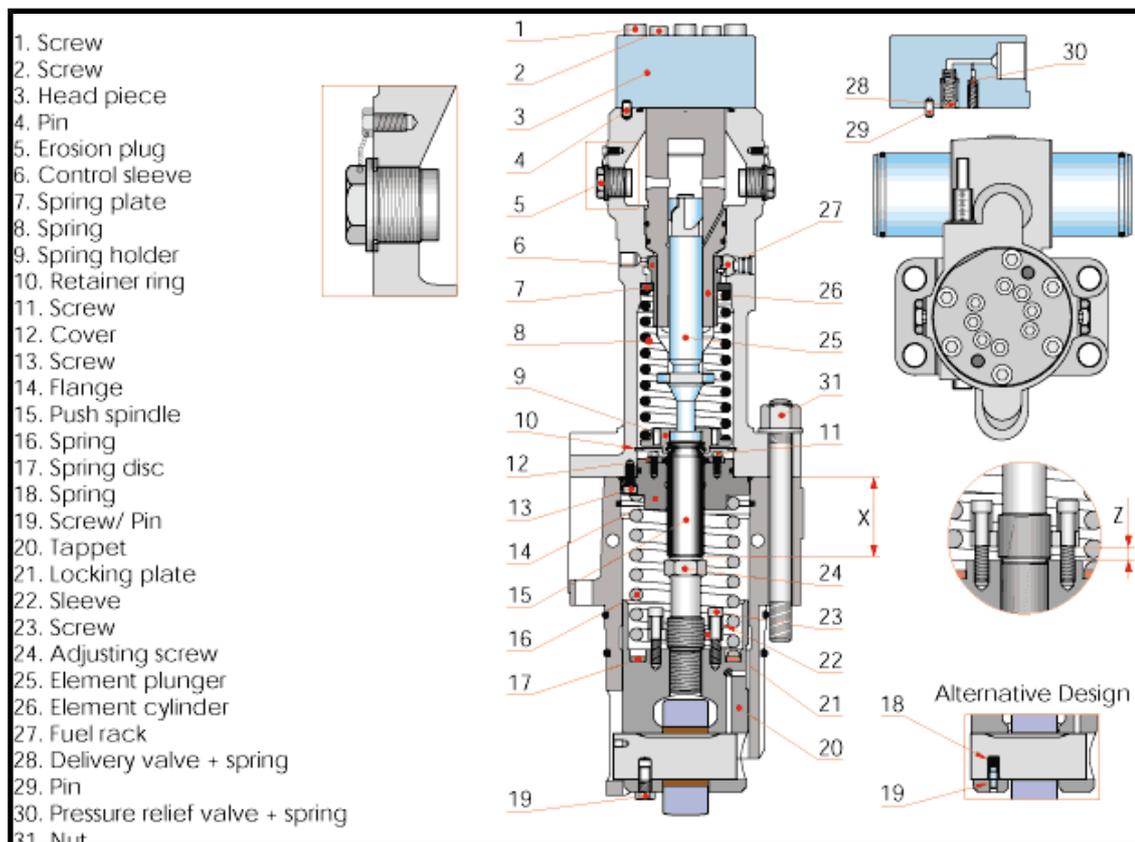


Figura 6 - Bomba injetora (corte frontal e visão superior).

### **3.3.11 A cada 16000 horas**

#### **Catraca**

Trocar óleo lubrificante.

#### **Regulador de velocidade**

Revisão geral.

#### **Bomba de suprimento do combustível**

Revisão geral.

#### **Amortecedor de oscilações no veio de excêntricos**

Reparação/desmontagem e montagem.

#### **Válvulas de comando**

Controle/verificação.

#### **Bomba de injeção**

Controle/desmontagem e montagem de todas as bombas.

#### **Bomba da água de refrigeração**

Manutenção/desmontagem e montagem.

#### **Amortecedor de oscilações**

Controle/desmontagem e montagem.

### **3.3.12 A cada 24000 horas**

#### **Turbocompressor do gás de escape**

Reparação/limpeza.

#### **Distribuidor do ar de partida**

Revisão geral.

#### **Acoplamento flexível**

Desmontagem e verificações de acordo com o manual do fabricante.

#### **Duto de descarga**

Verificar juntas de expansão.

#### **Parafusos de sustentação da base do motor**

Verificação do aperto.

### **3.3.13 A cada 48000 horas**

#### **Turbocompressor do gás de escape**

Substituir rotor e partes rotatórias. A vida útil dos mesmos depende das condições de operação.

#### **Eixo de cames e eixo de manivelas**

Inspeção e substituição dos mancais do eixo de manivelas.

### **3.4 Medidas de conservação independente de prazos**

#### **Balancins**

Manutenção/desmontagem e montagem.

#### **Camisa**

Controle/trocar.

#### **Cabeçotes**

Manutenção/desmontagem.

#### **Válvula de admissão e de descarga**

Reparação/verificação.

#### **Sede de válvula transferida**

Reparação/verificação.

### Sede de válvula transferida (admissão/descarga)

Reparação/trocar.

### Cabeçotes

Reparação/montagem.

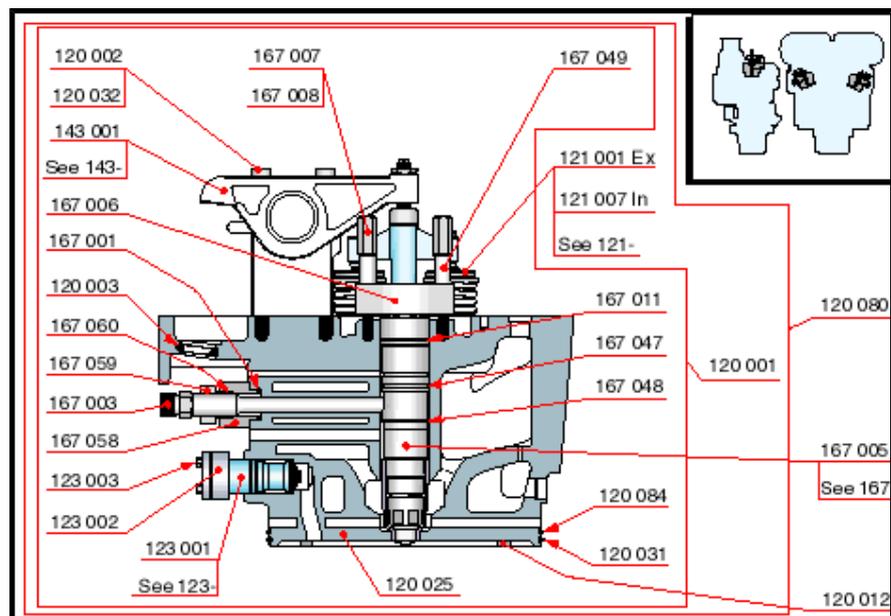


Figura 7 - Visão em corte do cabeçote com seus componentes.

### Respiração do braço da manivela

Controle/medição.

### Caixas do mancal e buchas do mancal

Controle/análise.

### Caixas do mancal

Controle/análise

## Bronzina

Controle/montagem.

## Mancal de biela

Manutenção/montagem.

## Êmbolo

Manutenção/desmontagem.

## Parte superior do êmbolo

Manutenção/trocar.

## Cavilha do êmbolo

Controle/Desmontagem e montagem

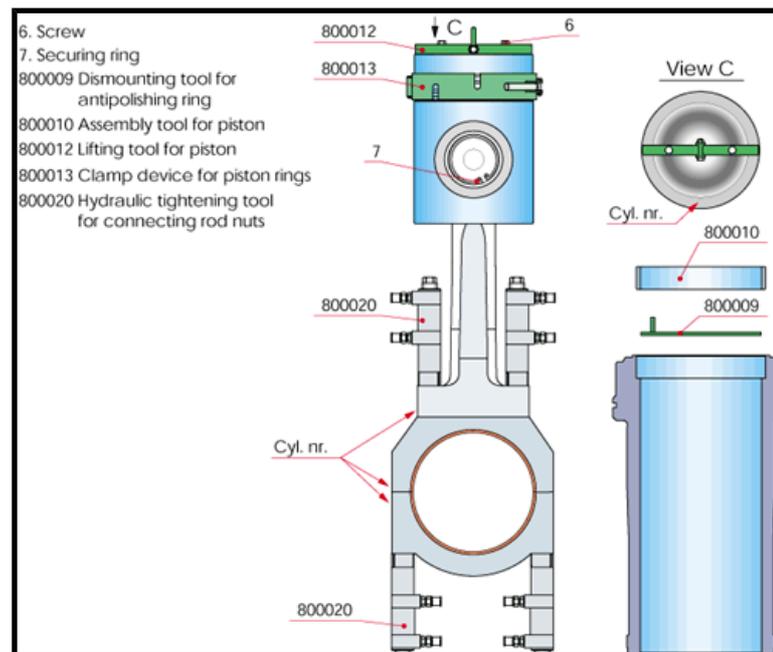


Figura 8 – Êmbolo e dispositivo de remoção.

**Medidas para o funcionamento de emergência**

Reparação/desmontagem e montagem.

**Caixa do distribuidor da água de refrigeração**

Manutenção/desmontagem e montagem.

**Camisa desmontável do cilindro**

Manutenção/montagem.

**Veio de excêntricos**

Reparação/desmontagem e montagem.

**Engrenagem**

Manutenção/desmontagem e montagem.

**Refrigerador do ar de admissão**

Manutenção/desmontagem e montagem.

**Bomba de injeção**

Reparação/desmontagem e montagem.

**Válvula de injeção**

Manutenção/desmontagem e montagem;

Manutenção/ajuste; e

Reparação/desmontagem e montagem.

**Filtro duplo do combustível**

Manutenção/limpeza.

**Condutor principal/condutor de distribuidor de combustível**

Reparação/desmontagem e montagem.

**Sistema do óleo de lubrificação**

Manutenção/mudança do óleo.

**Bomba do óleo de lubrificação**

Manutenção/desmontagem e montagem.

**Amortecedor de oscilações**

Manutenção/desmontagem e montagem.

**3.5 Influência do combustível utilizado para os prazos de manutenção**

O tipo de combustível é um item de bastante influência nos intervalos de manutenção programada. Quanto maior o teor de enxofre presente maiores serão os prejuízos causados as partes do motor.

Nos dias atuais, principalmente nas embarcações offshore, as empresas optam por usarem o óleo diesel como combustível de queima dos motores. O que isso resulta? Menor custo em

reparos, maior tempo de vida útil das peças internas e, por conseguinte, maior lucro para as empresas.

Algumas empresas optam pelo óleo pesado. Isso dificulta muito o plano de manutenção das embarcações. O processo de desgaste das peças internas torna-se mais rápido, devido alta concentração de enxofre, sódio, nitrogênio. A corrosão destrói os componentes dos cabeçotes, tais como: válvulas, sede de válvulas e etc. O que deveria ser programado passa a não ter mais seus intervalos respeitados.

Os contaminantes mais encontrados no óleo combustível são: enxofre, nitrogênio, metais pesado (níquel vanádio, cobre, ferro), sílica, sódio, água, sedimentos.

Falando do enxofre que é um dos contaminantes que mais preocupam os fabricantes de máquinas, a sua queima, além da poluição atmosférica que acarreta pela emissão dos óxidos de enxofre, é a principal responsável pelos problemas de corrosão.

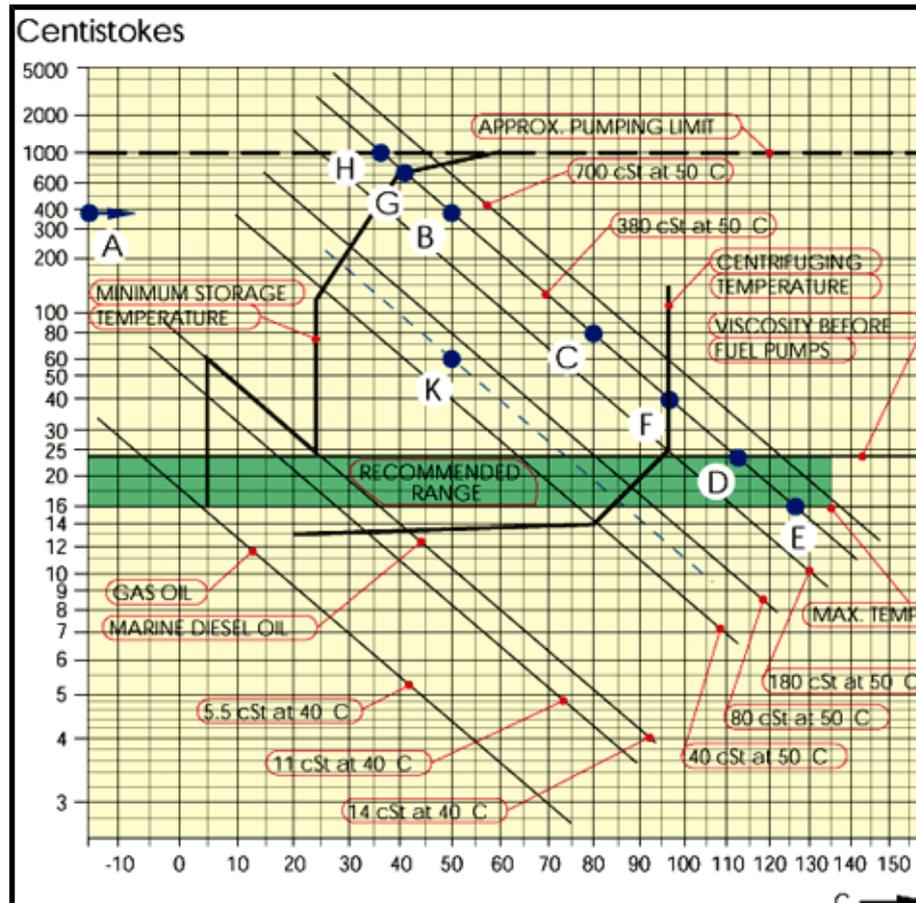


Figura 9 - Gráfico: viscosidade x temperatura

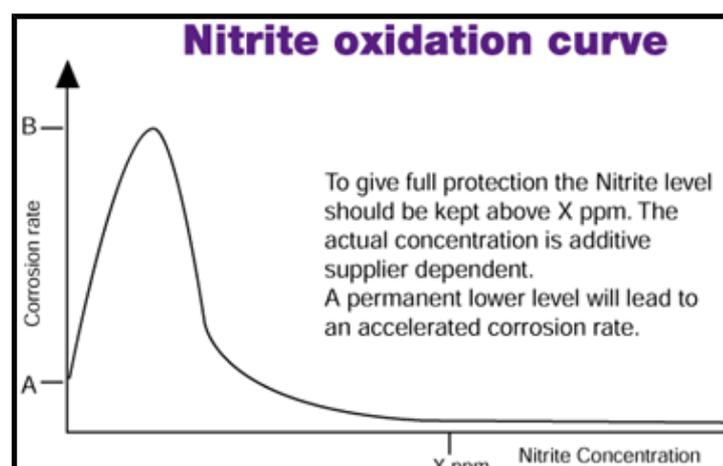


Figura 10 - Curva de oxidação por nitrato

## CONCLUSÃO

O sistema de manutenção nas empresas vem evoluindo desde os primórdios da manutenção. No início o homem esperava a máquina quebrar para efetuar o reparo. Atualmente com a globalização, crescente demanda operacional e altos custos de contratos efetuados entre as empresas, torna-se necessário intervenções preditivas, mesmo com o menor tempo útil para execução das mesmas, evitando, assim, paradas prolongadas do motor Wartsila, o que geraria altos prejuízos ao armador. A capacitação profissional faz com que o risco de falhas reduza, mas poderão aparecer. Todo e qualquer tipo de trabalho deve ser feito com segurança.

## REFERÊNCIAS

AMOS. Nice to Know, version 1.3, p. 23

GARCIA, ROBERTO. Combustíveis e combustão industrial: Editora Interciência, p. 38 e 39.

MANUAL 02. Manual de Operação e Manutenção do Motor Diesel 6L32 – Wartsila.

REVISTA O PROPULSOR - Revista técnica de engenharia n° 227-ano 39° março/abr. 2009, p. 26 e 27.

REVISTA O PROPULSOR - Revista técnica de engenharia n° 228-ano 39° janeiro/fev. 2009, p. 22,23 e 24.

REVISTA O PROPULSOR - Revista técnica de engenharia n° 230-ano 39° maio/jun. 2009, p. 33,34 e 35.

REVISTA O PROPULSOR - Revista técnica de engenharia n° 237-ano 40° julho/ago. 2009, p. 26, 27, 28 e 29.

Electronic Instructions & manuals\Wartsila\ELDOC\DATA\w32\image\gif. CD-ROM.

<<http://www.silkstoreplacas.com.br/loja/cartao-perigo-homens-trabalhando-maquinas-nao-toque-neste-p-152.html>>. Acesso em 14 set. 2011.

<<http://www.brighthub.com/engineering/marine/articles/66033.aspx>>. Acesso em 17 set. 2011

<[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BF2F329E13246/nr\\_30a.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BF2F329E13246/nr_30a.pdf)>. Acesso em 02 nov. 2011.