

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE MÁQUINA
TURMA 1 – 2015

FELIPE SANTANA DE OLIVEIRA

**USO DA MANUTENÇÃO PARA CONFIABILIDADE DE EQUIPAMENTOS
CRÍTICOS DE EMBARCAÇÕES**

RIO DE JANEIRO
2015

FELIPE SANTANA DE OLIVEIRA

**USO DA MANUTENÇÃO PARA CONFIABILIDADE DE EQUIPAMENTOS
CRÍTICOS DE EMBARCAÇÕES**

Monografia apresentada ao Curso de
Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do
Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como
parte dos requisitos para obtenção de Certificado
de Competência Regra III/2 de acordo com a
Convenção STCW 78 Emendada.
Orientador: Prof. 1ºOM Cláudio de Jesus

RIO DE JANEIRO

2015

FELIPE SANTANA DE OLIVEIRA

**USO DA MANUTENÇÃO PARA CONFIABILIDADE DE EQUIPAMENTOS
CRÍTICOS DE EMBARCAÇÕES**

Monografia apresentada ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como parte dos requisitos para obtenção de Certificado de Competência Regra III/2, de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Orientador: Prof. 1ºOM Cláudio de Jesus

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: Prof. 1ºOM Cláudio de Jesus

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

DEDICATÓRIA

“Dedico este trabalho a minha família e todos amigos desta turma que me apoiaram nas horas que mais precisei”.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de embarcar na nau da minha existência com destino ao porto da evolução, sendo o meu Capitão e segurando o timão sob mau tempo, dando-me forças para atravessar as borrascas da vida;

Aos meus pais Sebastião e Sandra pela oportunidade de tripular esta nave terrena; aos meus parentes pelo carinho prestado por toda minha vida;

A meu orientador Prof. 1º OM Cláudio de Jesus e a meus amigos de classe, que sem eles não conseguiria terminar meu trabalho;

À minha esposa Aline Dias, apoio carinhoso; rumo na minha vida;

Aos meus filhos Alanna e Thiago, incentivo a minha busca constante de conhecimento;

Aos colegas de profissão que me ensinaram os valores do homem do mar;

EPÍGRAFE

MANUTENÇÃO

*“Quando tudo vai bem, ninguém lembra que existe
Quando algo vai mal, dizem que não existe
Quando é para gastar, dizem que não é preciso que exista
Porém, quando realmente não existe; todos concordam que deveria existir”.*

Autor desconhecido

RESUMO

Este trabalho apresenta, inicialmente, uma breve descrição da profissão do homem do mar, sua importância na economia atual, sua formação e as responsabilidades dos responsáveis pela manutenção nos cargos gerenciais de uma embarcação.

Descreve em seguida os fundamentos da manutenção sua história e os diversos tipos de manutenção existentes que embasam a necessidade da aplicação desta nos equipamentos críticos a bordo de uma embarcação mercante, em especial o motor de combustão principal que é responsável pela propulsão da embarcação.

Os organismos internacionais que regulamentam a operação segura, a segurança da vida humana no mar e a preservação do ambiente marinho pelas embarcações e seus códigos de gerenciamento exigem que haja um controle da manutenção de equipamentos críticos para a confiabilidade da mesma. Estas exigências, seguindo as convenções internacionais das quais o Brasil é signatário inspecionam periodicamente as embarcações quando aportam os diversos portos do mundo para garantir que estes regulamentos estão sendo cumpridos, que a manutenção está implementada e garantindo a segurança da navegação, da vida humana no mar e a preservação do ambiente marinho livre do risco de uma poluição que poderiam ocorrer.

Por fim apresentamos uma proposta de manutenção preditiva do motor de combustão principal para atendimento a legislação, redução do índice de detenções provocado por deficiências na manutenção deste equipamento evitando atrasos nas operações, detenção da embarcação e despesas para os proprietários das embarcações e a garantia de que a manutenção aplicada garante a confiabilidade da embarcação.

Palavras-chave: Marinha Mercante, Manutenção, Confiabilidade

ABSTRACT

The present study initially presents a brief description of seafarer's profession and its importance in the current economy, their graduation and Officers responsibilities, at management positions, in the vessel's maintenance. Then describes the fundamentals of maintenance, its history and the various types of existing maintenance that support the need of its implementation in this critical equipments on board, specially the combustion main engine responsible for vessel's propulsion.

The International Maritime Organization regulates safe operations, the safety of life at sea, preservation of the marine environment by ships and its Conventions requires that must have a control of critical equipment's maintenance for reliability. These requirements, following the international conventions to which Brazil is a signatory and periodically inspect the ships when they berthed at the various ports worldwide to ensure that these regulations are in accordance, the maintenance is implemented and to ensure safety of navigation, safe of life at sea and the marine environment protection free from risk of pollution that may occur.

Finally we propose a combustion main engine's predictive maintenance to be in accordance to maritime regulations, reducing the rate of detentions caused by deficiencies in the main engine's maintenance to avoid delays in operations, vessel's detentions and owner's expenses and ensuring that the maintenance applied ensures the reliability

Words-key: merchant marine, maintenance, reliability

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – As descobertas da camada pré-sal	12
FIGURA 2 – As descobertas da camada pré-sal	13
FIGURA 3 – Distribuição dos países membros do <i>Port State Control</i> por Memorandos	32
FIGURA 4 – Pontos de Coleta para Análise de Óleo Lubrificante	42
FIGURA 5 – Exemplo de Resultado de Análise de Óleo Lubrificante do MCP	44
FIGURA 6 – Kit de Análise de Óleo Lubrificante	45
FIGURA 7 – Padrões de óleo combustível usados a bordo	47
FIGURA 8 – Padrões de óleo combustível usados a bordo	48
FIGURA 9 – Pontos de Coleta de Óleo Combustível em uma instalação	49
FIGURA 10 – Diagrama esquemático do Sistema de Água Doce de Resfriamento do MCP	51
FIGURA 11 – Identificação dos Componentes do Diagrama anterior	52
FIGURA 12 – Kit de Teste e Procedimentos de Análise	53
FIGURA 13 – Kit de Teste e Procedimentos de Análise	54

LISTA DE ABREVIATURAS

1OM	Primeiro Oficial de Máquinas
2OM	Segundo Oficial de Máquinas
CDM	Condutor de Máquinas
CFL	Capitão Fluvial
CIABA	Centro de Instrução Almirante Braz de Aguiar
CIAGA	Centro de Instrução Almirante Graça Aranha
CLC	Capitão de Longo Curso
CNE	Conselho Nacional de Educação
CNP	Conselho Nacional de Petróleo
DPC	Diretoria de Portos e Costas
FSC	<i>Flag State Control</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMO	<i>International Maritime Organization</i>
NORMAN	Normas da Autoridade Marítima para Embarcações empregadas na Navegação
OSM	Oficial Superior de Máquinas
PSC	<i>Port State Control</i>
RNR	Reserva Não Remunerada

SUMÁRIO

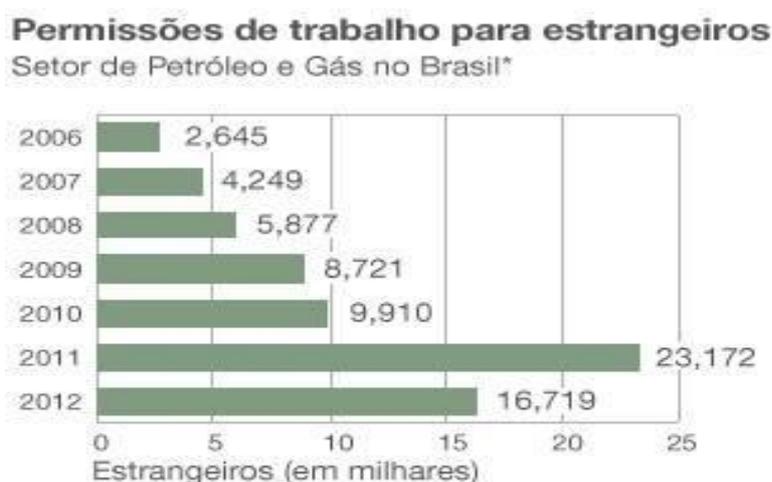
1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	12
1.1 Tema	12
1.2 Problema	14
1.3 Justificativa	14
2. OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivos específicos	16
3. METODOLOGIA	17
4. DELIMITAÇÃO	18
5. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	19
6. MANUTENÇÃO A BORDO DE NAVIOS MERCANTES	20
6.1 Introdução	20
6.2 História da Manutenção	20
6.2.1 Primeira Geração da Manutenção	20
6.2.2 Segunda Geração da Manutenção	21
6.2.3 Terceira Geração da Manutenção.....	21
6.3 Tipos de Manutenção	22
6.3.1 A Manutenção Corretiva	22
6.3.2 A Manutenção Preventiva	22
6.3.3 A Manutenção Preditiva.....	23
6.3.4 A Manutenção Detectiva.....	24
6.3.5 Engenharia de Manutenção	24
6.4 Instalação de Máquinas de um Navio Mercante	25
6.5 Órgãos Internacionais	25
6.5.1 Organização Marítima Internacional.....	25
6.5.2 Código Internacional de Gestão da Segurança dos Navios - ISM Code	27

6.5.3 Controle de Navios pelo Estado do Porto - <i>Port State Control</i> (PSC) e Inspeção de navios da Bandeira - <i>Flag State Control</i> (FSC)	29
6.5.4 Normas da autoridade Marítima - NORMAN 4 – Capítulo 3 – Controle de Navios pelo Estado do Porto	30
6.5.5 Estatísticas do Memorando de <i>Vina Del Mar</i>	32
6.6 Programa de Manutenção da Instalação Propulsora	37
6.6.1 Programa de Manutenção Preditiva a Bordo	37
6.7 Plano de Manutenção Preditiva do Motor de Combustão Principal	38
6.7.1 Plano de Manutenção do Fabricante do Motor Principal	39
6.7.2 Utilização de Técnicas de Manutenção Preditiva no MCP	41
6.7.2.1 Análise de Óleo Lubrificante	41
6.7.2.2 Análise de Óleo Combustível	46
6.7.2.3 Análise de Água Doce de Resfriamento de Cilindros e Pistões	50
6.7.3 Interpretação dos Dados Coletados	55
7. CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS	58

do da sociedade fazendo do mar sua profissão e devem ser qualificados e especializados para executar suas funções (DEUTSCHE, 2009)

A maior parte das reservas do petróleo estão nas mãos de governantes. O governo tem a tendência de investir menos em relação as empresas privadas envolvidas diretamente com o avanço da exploração. Estratégica do governo visando lucro imediato para cofres públicos. Para ajudar a resolver esse déficit de qualificação no mercado atual, a entrada da mão-de-obra de estrangeiro no Brasil fica facilitada (id ibidem).

FIGURA 2: AS DESCOBERTAS DA CAMADA PRÉ-SAL



Fonte : CGIg/MTE, 2012

Os marítimos que trabalham a bordo de embarcações, formam um significativo contingente no setor da economia, e representam todos aqueles que fazem no mar sua profissão incluindo os que tripulam os navios mercantes, navios de passageiros, barcos de pesca, plataformas de exploração de petróleo, barcos de apoio e exploração deste combustível. Atualmente, muitas pessoas dependem do mar para a sua sobrevivência. As frotas de embarcações mundiais empregam cerca de 1.250.000 trabalhadores aquaviários que exercem suas funções nas vias marítimas, fluviais ao redor do mundo e estimasse que cerca de mais de 250.000 estejam em terra em atividades correlatas com o setor, em treinamento ou buscando colocação no mercado de trabalho. Com esse aumento de mão-de-obra ligeiro fez com que as pessoas ficaram mais interessadas em faturar/lucrar do que se qualificar, com isso o mercado ficou enfraquecido em qualificação profissional (TAVARES, 2011).

As melhores empresas do mercado industrial visam que para todas as instalações, serviços e equipamentos funcionarem, sem perda na qualidade proporcionando baixo custo, faz-se necessário que existam boas condições operacionais, o que vem a ser proporcionado pelo setor de manutenção com profissionais qualificados. A empresa é completa profissionalmente, não com seu quadro cheio de funcionários desqualificados, mas elas precisam de qualificação no seu quadro de empregados (HARRIS, 1987).

1.2. Problema

Uma maneira de lidar com melhor tipo de manutenção nas empresas de navegação e indústrias, para evoluir fortemente o desenvolvimento destas, é com a atualização da revolução da modernização global. A manutenção antes era feita depois de uma avaria dos equipamentos, com essa evolução passou a planejar. Periodicidades nas manutenções dos equipamentos foram implantadas e o gerenciamento evoluiu ainda mais com a utilização de técnicas preditivas. As ferramentas foram se desenvolvendo no sentido de proporcionar sempre o aumento na confiança em operar os equipamentos (BERTULUCCI, 2012).

Com a experiência no processo de manutenção em empresas de navegação e indústrias, é possível perceber anormalidades que interferem no processo em geral e nos cumprimentos das metas, principalmente, em desgaste dos equipamentos e problemas com a manutenção.

Para esclarecer as implicações de melhores formas de implementação da manutenção correta nas empresas, apresenta-se o problema deste trabalho:

Como melhorar a confiança dos equipamentos de máquinas em uma embarcação mercante fazendo uma correta manutenção?

1.3 Justificativa

Com a elaboração e implantação de um programa de gerenciamento de manutenção bem desenvolvido, sabendo que inicialmente, tenha um alto custo na organização, é de grande importância o desenvolvimento e aperfeiçoamento de todo processo. A implementação contribuirá para a organização alcançar seus objetivos.

Positivamente observa-se a importância da correta manutenção a ser implantada, mostrando a possibilidade de economizar peças e prever possíveis falhas dos equipamentos e aumentando até mesmo a vida útil do equipamento.

A organização da manutenção passa a cada dia ter mais o papel preponderante pelas

empresas de embarcações que através da correta manutenção regularizam os procedimentos e as operações seguras das embarcações que através de inspeções periódicas para comprovação e evidência de que a manutenção tenha sido feita nos equipamentos de bordo de maneira a garantir a operação dos mesmos de forma segura.

A modernização com a automação dos navios com os conceitos de praça de máquinas desguarnecida e passadiço com somente uma pessoa, chamado em inglês de *One Man Bridge*, dentre outras inovações tecnológicas levou a redução das tripulações. Os que ficam embarcados devem aceitar níveis cada vez maiores de responsabilidades tentando se aperfeiçoar mais na profissão. Com isso, a manutenção, muitas das vezes, torna-se impossível de ser completada, então muitas das vezes profissionais desqualificados ficam incapazes da realização correta da manutenção, causando prejuízos absurdos a parte financeira da empresa.

E certas situações pela busca por resultados financeiros cada vez melhores, a cobrança de performances cada vez maiores da tripulação, com defeitos na instalação e atrasos cada vez menos tolerados, os tripulantes passam a ser mais exigidos e deve demonstrar conhecimento da instalação, capacidade gerencial para o correto gerenciamento da manutenção a bordo. Em virtude das enormes dificuldades que a profissão requer, e, além destas dificuldades, os desafios de acompanhar os desenvolvimentos tecnológicos na área naval e desenvolver competências gerenciais para coordenar tripulações cada vez menores e trabalhos e responsabilidades cada vez maiores questionamos:

Como gerenciar a manutenção dos equipamentos de bordo de forma a garantir a confiança dos mesmos sem riscos para as tripulações, a segurança da navegação e o meio ambiente e que recursos e procedimentos seriam mais adequados para garantir que a manutenção de bordo fique mais eficaz para os equipamentos críticos de bordo?

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Pesquisar quais são os tipos de manutenções que podem ser aplicados a bordo de embarcações para melhoria no desempenho de gerenciamento de manutenção.

2.2 Objetivos específicos

- Fazer uma pesquisa bibliográfica sobre alguns conceitos relativos à manutenção: definições, técnicas e evolução histórica;
- Descrever algumas das técnicas de manutenção;
- Especificar os princípios gerenciais para cada tipo de manutenção;
- Identificar quais as deficiências mais comuns encontradas pelas inspeções a bordo.

3. METODOLOGIA

A pesquisa fez-se a observação das manutenções realizadas a bordo de embarcações mercantes, a fim de analisar suas vantagens em fazer uma correta manutenção, tendo como finalidade em diminuir custos com manutenções repentinas.

A pesquisa pode ser classificada como descritiva, pois descreve os tipos de manutenções utilizados a bordo das embarcações mercantes. Utiliza-se uma pesquisa explicativa dos efeitos causados pela incorreta manutenção.

O meio de pesquisa será bibliográfico e documental, pois se fundamentará a partir de livros e manuais para consultas, além de sites e publicações de revistas.

4. DELIMITAÇÃO

A pesquisa adotada na monografia é de caráter informativo visando princípios, conceitos e evolução da manutenção.

A pesquisa é baseada em uma abordagem qualitativa, pois engloba os colaboradores de manutenção das embarcações mercantes. Quanto ao tempo trata-se de uma pesquisa *cross-sectional*, pois o período de coleta dos dados foi curto, ocorrido entre os meses de janeiro a maio de 2015.

O local da pesquisa e dados pertencem a uma empresa brasileira de navegação.

5. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Março/2015	Início das atividades do curso de APMA.
Março	Pesquisa.
Abril	Levantamento bibliográfico, elaboração do projeto de monografia e início da disciplina de Metodologia da Pesquisa.
Maio	Elaboração da monografia.
Junho	Entrega da monografia.

6. MANUTENÇÃO A BORDO DE NAVIOS MERCANTES

6.1 Introdução

A navegação no passado usava a força eólica para o deslocamento da embarcação. Com a introdução dos primeiros navios a propulsão a vapor tornou-se evidente a necessidade de manutenção. Na marinha mercante a história da manutenção acompanha o próprio desenvolvimento da manutenção em terra com as dificuldades inerentes ao início de todo este processo. O primeiro navio a vapor a fazer a travessia do Atlântico da América do Norte para a Europa foi o navio americano SS *Savannah* que na verdade era um híbrido entre navio a vela e a vapor. O SS *Savannah* partiu do porto de Savannah na Geórgia, Estados Unidos em 22 de maio de 1819 chegando a *Liverpool* na Inglaterra em 20 de junho de 1819, seu motor a vapor foi usado durante parte da viagem. O primeiro navio, na verdade, a fazer a travessia totalmente com propulsão a vapor foi a embarcação Curaçao construção britânica pertencente a um armador holandês.

O famoso RMS *Titanic* era o maior navio a vapor do mundo quando afundou em 1912 e deu origem a uma convenção internacional a salvaguarda da vida humana no mar.

Com o aparecimento dos equipamentos a vapor e a motor de combustão para propulsão das embarcações e os equipamentos auxiliares necessários a operação dos mesmos, aumentou a importância da manutenção e passou a ser imprescindível bem como o seu gerenciamento.

6.2 História da Manutenção

6.2.1 Primeira Geração da Manutenção

Desde o início da humanidade o homem tem sentido a necessidade de cuidar de seus equipamentos desde as mais rudimentares ferramentas. No início trabalhava reativamente consertando quando se tornava impossível seguir utilizando o equipamento era o que chamamos hoje em dia de manutenção corretiva, os equipamentos eram construídos de forma robusta para durar e não necessitar de manutenção e dotados de quase nenhuma tecnologia. Os trabalhos de manutenção restringiam a limpeza e lubrificação. Isso se seguiu até antes da Segunda Guerra Mundial e acompanhou o início da industrialização da sociedade e a criação de equipamentos para substituir o trabalho braçal em diversas atividades humanas, mas os equipamentos eram bem simples o que facilitava o trabalho. Esta fase ficou conhecida como a primeira geração da manutenção. Na Marinha Mercante, os primeiros navios eram com

máquinas alternativas a vapor, necessitavam de caldeiras, geralmente a carvão para produzir vapor, seguiu-se então, no início do século XX navios a turbina a vapor com caldeiras queimando óleo combustível, todas requerendo alguma manutenção.

6.2.2 Segunda Geração da Manutenção

Da Segunda Guerra Mundial até os anos 60 a manutenção tem o período chamado de segunda geração. Nesta fase de ampliação da indústria e de sua mecanização aumenta a necessidade de equipamentos serem mais confiáveis, as máquinas deveriam operar por mais tempo sem defeitos e essa preocupação levou ao pensamento de evitar defeitos, este era o conceito da manutenção preventiva. Após a segunda guerra foram introduzidos os motores marítimos de dois tempos e como um motor diesel de propulsão passaram a exigir maior cuidado com a manutenção preventiva para evitar defeitos em alto mar. As manutenções eram feitas durante as estadias dos navios nos portos que nesta época eram mais demoradas e onde o motor de propulsão estava em repouso permitindo aos tripulantes trabalhar em manutenção preventiva.

6.2.3 Terceira Geração da Manutenção

Na década de 70 tem início a terceira geração da manutenção. A preocupação com custos começou a nortear os executivos das indústrias à redução da capacidade de produção motivada por defeitos nos equipamentos deixou de ser aceita. A adoção do just-in-time em diversos segmentos da indústria restringia o tempo disponível para qualquer defeito. A automação passou a ser difundida e com ela a cobrança por maior confiabilidade, capacitação profissional e os defeitos menos tolerados por impactarem na qualidade dos produtos e serviços prestados. Em função disso o conceito de manutenção preditiva passou a ser difundido com uma preocupação cada vez maior com a confiabilidade dos equipamentos e sua disponibilidade. A bordo os navios também vivenciaram o aumento da automação, os terminais passaram a operar de forma mais rápida, a difusão do transporte de cargas com o uso de contentores revolucionou o modal marítimo e as estadias nos portos passaram a ser cada vez mais curtas. As autoridades portuárias e os organismos internacionais passaram a aumentar as exigências com confiabilidade dos equipamentos de bordo, principalmente os motores de propulsão com os riscos ambientais inerentes a falha deste equipamento que coloca em risco a embarcação.

6.3 Tipos de Manutenção

Várias são as denominações da manutenção, a título de embasamento teórico iremos descrevê-las e as mais aplicadas a bordo de navios mercantes.

6.3.1 A Manutenção Corretiva

Kardec e Nascif (2001, p.36) diz que “Manutenção corretiva é a atuação para correção da falha ou do desempenho menor do que o esperado. ”

A bordo, quando não há um planejamento estratégico da manutenção este tipo de manutenção passa acontecer com maior frequência. Nos dias atuais não é aceito sem uma justificativa plausível do Comandante e Chefe de Maquinas por causa dos atrasos que possam gerar, no comprometimento da confiabilidade do transporte da carga ou operação da embarcação com impactos econômicos consideráveis e nos riscos ambientais advindos de um acidente por falha do equipamento.

A finalidade da manutenção corretiva como está intrínseco no nome e é restaurar as condições de funcionamento e operação do equipamento e pode ser de dois tipos:

Não planejada – É aleatória e não esperada com conseqüências econômicas e de segurança elevadas. No caso de um navio mercante pode representar a perda da propulsão em um momento crítico, atraso na chegada e saída de portos, risco de acidentes e é altamente indesejada e tolerada hoje em dia.

Planejada – Pouco comum a bordo, como é uma decisão gerencial de operar o equipamento até a quebra, e essa quebra no caso de um equipamento de propulsão não é aceitável pelos riscos envolvidos e as conseqüências que podem advir de uma falha deste, não é tolerada pelas sociedades classificadoras e seguros muito menos pelas autoridades marítimas internacionais, com risco legais para o Comandante e Chefe de Máquinas, bem como do armador por uma decisão como essa comprovada em caso de acidente.

6.3.2 A Manutenção Preventiva

Kardec e Nascif (2001, p.39) diz que “Manutenção preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo”.

No caso de um navio mercante onde a segurança é de suma importância e o equipamento de propulsão deve manter altos índices de confiabilidade é a mais usada a bordo sendo as orientações do fabricante com relação a intervalos regulares de funcionamento para manutenção respeitados, cabendo ao Chefe de Máquinas como o Gerente de Manutenção planejar estas manutenções respeitando as estadias do navio no porto, disponibilidade de sobressalentes planejando com antecedência estas intervenções para evitar atrasos à saída do navio.

Como a falha da operação do motor de propulsão é altamente indesejada, representando riscos comerciais, operacionais e ambientais ela tem sido a manutenção mais convenientemente usada a bordo, no entanto com a meta de redução de custos sempre crescente nas empresas não é necessariamente a mais economicamente viável.

6.3.3 A Manutenção Preditiva

Kardec e Nascif (2001, p.41) diz que “Manutenção Preditiva é a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de CONDIÇÃO ou DESEMPENHO, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática”.

Considerada a primeira grande quebra de paradigma da manutenção vem se desenvolvendo acompanhando o desenvolvimento tecnológico e a disponibilidade de equipamentos que avaliem de forma confiável a operação dos equipamentos.

No caso de um navio mercante e de seu sistema de propulsão é altamente positivo o uso da manutenção preditiva e é o que nos propomos fazer neste trabalho, sugerir que o uso da manutenção preditiva associado ao uso da manutenção preventiva possa reduzir os índices de não conformidades em inspeções realizadas pelas autoridades marítimas sempre preocupadas em evitar acidentes. Para realizá-la é preciso monitorar diversos dados importantes, o motor de combustão interna é um equipamento que devido a sua importância a bordo merece investimentos de monitoração, mas que precisa estar acompanhado de uma análise e diagnóstico para poder efetivamente funcionar. Acrescente-se a necessidade de treinamento das tripulações no uso dos equipamentos, conscientização da importância da coleta de dados e de sua correta interpretação para a confiabilidade da operação do motor. Sem o comprometimento da tripulação fica difícil implementá-la e cabe ao Chefe de Máquinas com o responsável pelo gerenciamento da manutenção de estimular os seus subordinados com a sua liderança para que venha efetivamente funcionar.

6.3.4 A Manutenção Detectiva

Kardec e Nascif (2001, p.44) diz que “Manutenção Detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção”.

Pode ser utilizada a bordo, porém sua utilização requer em primeiro lugar a conscientização da tripulação de sua importância. Os equipamentos de propulsão possuem diversos alarmes de proteção contra defeitos e possíveis avarias e é de suma importância que eles sejam testados a intervalos regulares para que se comprove que seu funcionamento está livre de falhas. Em face da importância que o Motor de Combustão Principal representa e a necessidade de os alarmes estarem sempre operacionais cabe ao Chefe de Máquinas programar a intervalos regulares o teste destes alarmes.

6.3.5 A Engenharia de Manutenção

Kardec e Nascif (2001, p.46) diz que “É a segunda quebra de paradigma na manutenção”. Sistemas da qualidade hoje em dia abordam o tema na forma de não conviver com erros próprios e de terceiros, de melhoria contínua dos processos e da forma com que são feitos, de busca pela excelência e pelos padrões de referência. Deve ser um objetivo a ser alcançado em toda organização. Em um navio mercante não deve ser diferente, a diferença será o quanto teremos que navegar para alcançar este objetivo. Se a embarcação ainda está no estágio da manutenção corretiva não planejada muito terá que navegar em direção do porto da engenharia de manutenção com mudanças no rumo da cultura e esta responsabilidade é do Chefe de Máquinas como gestor da manutenção. Os benefícios além dos econômicos com redução de custo será a redução do número de intervenções necessárias e isso é um fator importante a bordo com menor sacrifício da tripulação deixando esta livre para conduzir a instalação.

O aumento da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos e a redução dos riscos de acidentes é o maior ganho que pode haver na implantação da engenharia de manutenção não só a bordo como em qualquer instalação.

6.4 Instalação de Máquinas de um Navio Mercante

A instalação de máquinas de um navio mercante se assemelha com diversas instalações e plantas em indústrias em terra. Na verdade, a instalação de uma praça de máquinas está voltada para o sistema de propulsão do navio, geralmente composto por um motor diesel de dois tempos sobrealimentado de baixa rotação. Todos os demais acessórios e equipamentos estão de certa forma, voltados diretamente para permitir o funcionamento do MCP, motor de combustão principal.

Outros equipamentos existentes estão voltados para a operação do navio como maquina de leme, guinchos e molinetes para a atracação e fundeio do navio, guindastes eletrohidraulicos para movimentação de carga e equipamentos para conforto da tripulação como ar condicionado, sistema de esgoto sanitário. Todos os equipamentos merecem atenção e cuidados de um bom sistema de manutenção. Iremos dar foco, no entanto, ao Motor de Combustão Principal pela sua importância a bordo e por entender que se a equipe de bordo cuida da manutenção deste equipamento adequadamente, os outros equipamentos certamente serão tratados igualmente.

6.5 Órgãos internacionais

6.5.1 Organização Marítima Internacional

A navegação comercial faz com que o navio passe por diversos países com jurisdições diferentes longe do seu porto de registro. A necessidade de uma legislação internacional que regulasse o comércio marítimo internacional e a navegação e que pudesse ser adotado por todas as nações foi o embrião da criação da Organização Marítima Internacional, ou *International Maritime Organization (IMO)*.

O desastre do navio *Titanic* em 1912 disparou a criação da primeira convenção internacional para a salvaguarda da vida humana no mar (*SOLAS – Safety Of Life At Sea*). O tratado mais importante, até hoje para a segurança no mar.

A Convenção que estabeleceu a Organização Marítima Internacional ocorreu em Genebra em 1948 e sua primeira reunião ocorreu em 1959 e sua principal tarefa foi a de desenvolver um painel global para o transporte marítimo e hoje sua missão inclui a segurança, as preocupações ambientais, questões jurídicas, cooperação técnica, a segurança marítima e à eficácia da navegação.

A IMO é um órgão das Nações Unidas com 169 países membros e três associados, baseada na Inglaterra e possui Comitês e Subcomitês em diversas áreas focados em trabalhos técnicos de especialistas dos países membros para atualizar a legislação existente e desenvolver novos regulamentos para prevenir acidentes, e poluição do meio ambiente marinho, salvaguardar a vida humana no mar e treinar e certificar o homem do mar no exercício de suas funções a bordo. Estes objetivos são alcançados principalmente pela adoção de três convenções principais. SOLAS, MARPOL e STCW (*Standards of Training, Certification & Watchkeeping*). Existem diversas outras convenções relacionadas aos acidentes que a IMO reconhece podem ocorrer, responsabilidades legais por danos causados por poluição. A responsabilidade pela inspeção e fiscalização do cumprimento das convenções internacionais são dos países-membros, através dos acordos internacionais que atendem as diversas regiões do globo. Em época de globalização o transporte marítimo exerce enorme papel econômico. A IMO quer garantir através do seu papel que a vida humana no mar não seja colocada em risco, que o meio ambiente marinho não seja poluído por navios, que aqueles que trabalham no mar tenham qualificação para fazê-lo. Elevando e adotando altos padrões de operação para garantir a segurança marítima, eficiência da navegação e prevenção e controle da poluição marítima.

Em 1997, as alterações de 1995 à Convenção Internacional sobre Normas de Formação, Certificação e Serviço de Quarto de Marítimos, de 1978 entraram em vigor. Elas melhoraram significativamente os padrões marítimos e, pela primeira vez, deu a IMO poderes para verificar as ações do Governo e apresentar as informações a IMO sobre a sua conformidade com a Convenção.

Em Um de Julho de 1998, o Código Internacional de Gerenciamento de Segurança (*International Safety Management Code*) entrou em vigor e passou a ser aplicável aos navios de passageiros, petróleo e navios-tanque químicos, graneleiros, transportadoras de gás e embarcações de carga de alta velocidade de 500 toneladas de arqueação bruta igual ou superior. Tornou-se aplicável a outros navios de carga e unidades móveis de perfuração offshore de 500 toneladas de arqueação bruta igual ou superior a partir de 01 de julho de 2002.

Apesar dos avanços tecnológicos os acidentes marítimos continuam acontecendo com perdas de vidas humanas no mar e danos ao meio ambiente marinho devido a causas como:

- a) Aumento da idade média das frotas mercante
- b) Manutenção deficiente dos equipamentos a bordo
- c) Deficiência de tripulações experimentadas e treinadas a bordo
- d) Inobservância das normas internacionais de segurança

Isso faz com que certos navios operem em condições deficientes por não cumprirem os padrões estabelecidos pela Organização Marítima Internacional navegando de maneira insegura representam um sério risco a segurança marítima e ao meio ambiente marinho.

6.5.2 Código Internacional de Gestão da Segurança dos Navios - *ISM Code*

Com a entrada em vigor, em 1º de julho de 1998, das emendas de 1994 à Convenção Internacional para a Segurança da Vida no Mar (SOLAS), 1974, a qual introduziu um novo capítulo IX na Convenção, o Código Internacional de Gerenciamento de Segurança (ISM) tornou-se obrigatório.

As origens do Código remontam aos anos finais de 1980, quando houve uma escalada no que concerne a baixos padrões de gerenciamento em negócios de navio. Investigações em acidentes revelaram erros de vulto por parte do gerenciamento e em 1987 a Assembléia da IMO, *International Maritime Organization*, Organização Marítima Internacional, adotou a resolução A.596 (15), a qual convocou o Comitê de Segurança Marítima para desenvolver diretrizes concernentes ao gerenciamento a bordo do navio e ao baseado em terra para assegurar a operação segura de embarcações Ro-ro (*Roll On-Roll Off*) e de passageiro.

O Código ISM evoluiu através o desenvolvimento das Diretrizes de Gerenciamento para a Operação Segura de Navios e para a Prevenção da Poluição, adotada em 1989 pela Assembléia da IMO como resolução A.647(16), e as Diretrizes revistas, adotada dois anos depois como resolução A.680(17), na sua forma atual, o Código Internacional de Gerenciamento para a Operação Segura de Navios e para a Prevenção da Poluição [Código Internacional de Gerenciamento de Segurança (ISM)], o qual foi adotado em 1993 pela resolução A.741(18).

Em 1995, a Assembléia da IMO, reconhecendo a necessidade da implementação uniforme do Código ISM e que poderia haver a necessidade de Administrações entrarem em acordos quanto à emissão de certificados por outras Administrações de acordo com o capítulo IX da SOLAS e o Código ISM, adotou as Diretrizes na Implementação do Código Internacional de Gerenciamento de Segurança (ISM) por Administrações pela resolução A.788(19).

O Código estabelece uma relação de equipamentos considerados críticos e que devem possuir um programa de manutenção e teste periódicos, com especial atenção para equipamentos que não sejam de uso contínuo, para efeito didático descreveremos de forma sucinta cada um dos equipamentos.

São considerados críticos, pelo menos, os seguintes sistemas:

a) governo - Equipamentos que governam o navio como a máquina de leme, seus sistemas eletros-hidráulicos;

b) propulsão – Equipamento ou equipamentos responsáveis pela propulsão da embarcação, geralmente motores de combustão interna, podendo ser também elétricos;

c) fundeio - Equipamentos responsáveis por manter o navio ancorado quando fora do porto, constituído do molinete, que é o equipamento, geralmente elétrico, podendo ser também acionado a vapor em navios petroleiros responsáveis por suspender e arriar a âncora;

d) geração e distribuição de energia – Constituído pelos diesel-geradores, painéis e elétricos e sua distribuição;

e) alarme – Sistema de monitoração de alarmes da praça de máquinas e seu funcionamento;

f) abandono – Todos os equipamentos relacionados ao abandono do navio em caso de incêndio, encalhe ou qualquer outro sinistro que exija o abandono da tripulação da embarcação;

g) carga – Todo o equipamento relacionado ao carregamento e descarga do navio constituiu-se de guindastes eletro-hidráulicos, quando existirem;

h) combate a incêndio – Todo equipamento relacionado ao combate a incêndio a bordo, constituídos por bombas de incêndios, detectores de incêndio, equipamento fixo de CO₂, acionamentos remotos para combate a incêndio;

i) esgoto – Todo o equipamento relacionado ao esgoto de porões de carga no caso de entrada de água do mar constitui-se de bombas de esgoto, alarmes de nível de porões de carga;

j) lastro – Equipamentos relacionados ao lastro e deslastro de tanques para manter o equilíbrio da embarcação, geralmente bombas de lastro e seus sistemas de válvulas de acionamento remoto;

l) comunicações – Equipamentos relacionados à comunicação do navio com a empresa, já que a embarcação está sempre em movimento e deve ter meios de comunicação via satélite, radiocomunicação ou outros recursos que permitam a comunicação em qualquer situação;

m) navegação - Equipamentos relacionados à navegação sejam eles cartas náuticas impressas ou eletrônicas, radares, GPS e demais equipamentos de apoio à navegação segura;

n) salvatagem – Equipamentos relacionados ao resgate do homem no mar, balsas salva vidas infláveis, bote de resgate, sinalizadores pirotécnicos, roupas de imersão, etc.

Face às limitações impostas ao escopo deste trabalho nos concentraremos no item **b** propulsão, descrevendo sugestões de gerenciamento de manutenção relacionadas ao Motor de Combustão Interna Principal utilizado para propulsão de embarcações mercantes.

6.5.3 Controle de Navios pelo Estado do Porto - *Port State Control* (PSC) e Inspeção de Navios da Bandeira - *Flag State Control* (FSC)

As inspeções realizadas em navios têm a finalidade de verificar se as condições dos navios e seus equipamentos estão em conformidade com as convenções internacionais e que o navio é gerenciado e operado em conformidade com as leis internacionais estabelecidas pela Organização Marítima Internacional. A obrigação inicial é de que estas inspeções sejam feitas pela autoridade do navio do país onde o navio é registrado, se isso não for feito cabe ao Controle de Navios pelo Estado do Porto (PSC) quando este navio visitar um porto estrangeiro. Todos os esforços são no sentido de evitar a detenção desnecessária e o atraso do navio mas garantir a segurança e a proteção ambiental.

As inspeções estão divididas por sete Acordos internacionais de PSC, conforme a figura 3 e que estão em operação a saber:

- a) Memorando de Paris adotado em 1982 para os países da Europa e o Canadá em julho de 1982;
- b) Acordo de *Viña del Mar* – Acordo da América Latina, assinado em *Viña del Mar* (Chile) em cinco de novembro de 1992;
- c) Memorando de Tóquio – para a Região da Ásia e Pacífico, assinado em dois de dezembro de 1993;
- d) Memorando de Barbados – para a Região do Caribe, assinado em Christchurch (Barbados) em nove de fevereiro de 1996;
- e) Memorando do Mediterrâneo – para Países no Mar Mediterrâneo; assinado em *Valletta* (Malta) em 11 julho de 1997;
- f) Memorando do Mar Índico, assinado em Pretoria (África do Sul) em cinco de junho 1998; e
- g) Memorando da África Central e Ocidental, assinado em Abuja, Nigéria em 22 de outubro de 1999.

O Acordo de *Viña del Mar* foi assinado por 12 países da América do Sul:

Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Cuba, Equador, México, Panamá, Peru, Uruguai, Venezuela. Tomamos por base a estatística de inspeções deste Acordo para verificar a necessidade de intensificar a manutenção da instalação propulsora.

6.5.4 – Normas da Autoridade Marítima - NORMAN 4 – Capítulo 3 – Controle de Navios pelo Estado do Porto

De acordo com a Norma Marítima Marinha do Brasil número 4, no seu capítulo 3 as normas para as inspeções de Controle de Navios pelo Estado do Porto estabelecem critérios para inspeção e detenção dos navios. Todos os navios de bandeira estrangeira que demandem portos nacionais estarão sujeitos ao Controle de Navios pelo Estado do Porto, conhecido internacionalmente por “Port State Control” (PSC). Serão realizadas pelos “Inspetores Navais”, devidamente qualificados e credenciados pela DPC.

As seguintes Convenções Internacionais são utilizadas:

- a) Convenção Internacional sobre Linhas de Carga, 1966 (LL 66);
- b) Convenção Internacional sobre Medida de Arqueação de Embarcações, 1969;
- c) Regulamento Internacional para Evitar Abalroamentos no Mar, 1972 (RIPEAM-72);
- d) Convenção Internacional para Prevenção da Poluição por Navios, 1973, como emendada pelo seu Protocolo de 1978 (MARPOL 73/78);
- e) Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar, 1974, como emendada pelo seu Protocolo de 1978 (SOLAS 74/78); e
- f) Convenção Internacional sobre Normas de Treinamento de Marítimos, Expedição de Certificados e Serviço de Quarto, 1978 (STCW-78);
- g) Resolução A.787 (19) da Organização Marítima Internacional “Procedimentos para Port State Control”, de 23 de novembro de 1995, emendada pela Res. A.882 (21);
- h) Acordo Latino-Americano Sobre Controle de Navios pelo Estado do Porto (Acordo de Viña del Mar), de 05 de novembro de 1992; e
- i) Regras para Vistorias e Inspeções e Certificados de Segurança para Embarcações da Hidrovia Paraguai – Paraná.

A seleção de navios a serem inspecionados pelo Inspetor Naval deverá seguir a lista de prioridades abaixo (estabelecida pelo Acordo de Viña del Mar):

- a) petroleiros;
- b) graneleiros;
- c) transportadores de gás;
- d) transportadores de substâncias químicas;
- e) transportadores de substâncias e mercadorias perigosas;
- f) de passageiros;
- g) destinados ao transporte de veículos;

A inspeção consistirá na conferência dos certificados e documentos referentes aos instrumentos pertinentes e na verificação do estado geral de conservação, manutenção e funcionamento do navio e seus equipamentos e na verificação da capacidade da tripulação quanto aos procedimentos operacionais de bordo.

Na ausência de certificados ou documentos, ou se durante a inspeção inicial forem encontrados claros indícios de que o navio, seus equipamentos ou sua tripulação não cumprem, no essencial as prescrições de um dos Instrumentos Pertinentes, deverá ser feita uma inspeção mais detalhada.

É importante ressaltar que navios que arvoreem pavilhão de um Estado que não seja parte de um dos Instrumentos Pertinentes e, conseqüentemente, não possuam certificados que permitam pressupor sua condição satisfatória deverão ser objeto de uma inspeção minuciosa. O Inspetor Naval deverá seguir as mesmas diretrizes previstas para os navios sujeitos aos Instrumentos Pertinentes.

Após a verificação dos certificados e demais documentos de bordo pertinentes, o Inspetor Naval deverá solicitar ao Comandante ou seu substituto eventual a designação de um Oficial de bordo para acompanhá-lo no exame geral do navio.

A verificação do estado geral do navio, do funcionamento dos principais equipamentos e das condições estruturais devem ser sempre realizadas pelo Inspetor Naval. O aprofundamento da inspeção dependerá do julgamento técnico de cada Inspetor Naval, em função do que for por ele observado durante o transcorrer da inspeção, a qual deve obedecer a uma seqüência lógica a fim de evitar um desgaste desnecessário daqueles que dela participam.

Após o término da inspeção deverá ser lido e entregue ao Comandante o respectivo relatório para que o mesmo possa imediatamente adotar as providências necessárias para sanar possíveis deficiências.

O Inspetor Naval, quando inspecionando, deve ser criterioso e cuidadoso para evitar que o navio seja indevidamente detido ou atrasado.

O Inspetor Naval deve ter em mente que o principal propósito do Controle de Navios pelo Estado do Porto é a Segurança da Navegação, Salvaguarda da Vida Humana no Mar e a Prevenção da Poluição no meio aquaviário.

Um navio no qual um plano de manutenção é aplicado garante que os itens acima mencionados estão assegurados.

6.5.5 Estatísticas do Memorando de *Viña Del Mar*

Os dados estatísticos demonstrados nas Tabela 1 e Gráfico 1, relativos ao ano de 2008 e Tabela 2 e Gráfico 2 relativos ao ano de 2009 representam as inspeções realizadas pelos inspetores navais em toda a América do Sul nestes dois anos e demonstram claramente que o maior percentual de deficiências encontradas está relacionado às instalações propulsoras e auxiliares. Estes dados confirmam a necessidade de haver uma política de manutenção voltada não só para todos os equipamentos da embarcação, mas com especial atenção com a instalação propulsora a fim de reduzir estes índices, aumentar a confiabilidade das embarcações e evitar detenções.

O Plano de Manutenção deve contemplar a adoção de diversos processos a fim de levar o Motor de Combustão Principal a níveis de operação de excelência e redução de avarias e custos provenientes de atrasos provocados pelo seu mau funcionamento e será apresentada a seguir.

PSC Regional Agreements

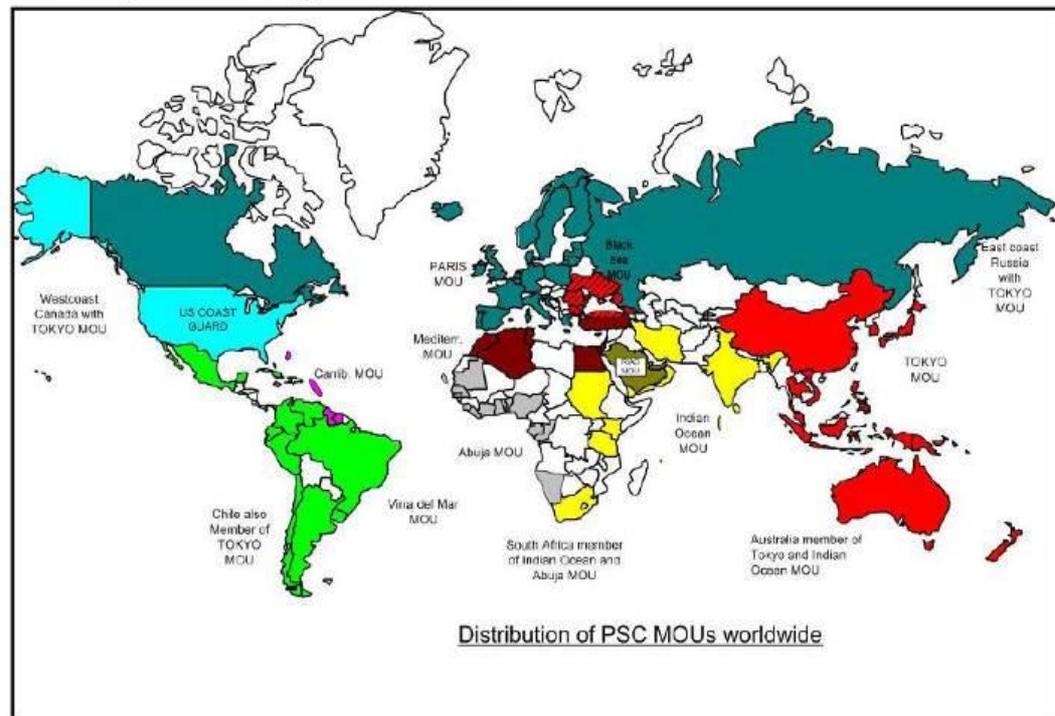


Figura 3 - Distribuição dos Países Membros do Port State Control por Memorandos

Fonte: Germanischer Lloyd, **PSC Information Manual**, 2007.

Disponível em: http://www.gl-group.com/pdf/PSC_Manual.pdf.

Deficiências - 2008	Quantidade	% do Total
Máquinas propulsoras e auxiliares	3324	13,42%
Segurança em geral	2669	10,77%
Navegação	2615	10,55%
Dispositivos de extinção de incêndios	2229	9,00%
Dispositivos e meios de salvamento	2227	8,99%
Certificados internacionais estatutários e documentação do navio	1902	7,68%
Linhas de carga	1794	7,24%
Prevenção da poluição - Anexo I	1681	6,78%
Documentação da tripulação	1276	5,15%
Descumprimentos ao código de gerenciamento de segurança	966	3,90%
Comunicações	945	3,81%
Deficiências relacionadas a medidas especiais para a proteção marítima	774	3,12%
Dispositivos de atracação	297	1,20%
Medidas especiais para incrementar a proteção marítima	293	1,18%
Anexo V - MARPOL	292	1,18%
Deficiências operacionais relativas ao SOLAS	282	1,14%
Carga	177	0,71%
Medidas de segurança adicionais em graneleiros	161	0,65%
Acomodações	157	0,63%
Prevenção de acidentes	150	0,61%
Sinais de alarme	128	0,52%
Deficiências operacionais relacionadas ao MARPOL	128	0,52%
Navios Tanque	112	0,45%
Lugares de trabalho	55	0,22%
Alimentos e provisões	55	0,22%
Prevenção da poluição - Anexo II	28	0,11%
Anexo IV - MARPOL	24	0,10%
Outras deficiências (não visivelmente perigosas para a segurança, a saúde pública ou o meio ambiente)	19	0,08%
Qualquer outra deficiência (visivelmente perigosa para a segurança, saúde pública ou o meio ambiente)	11	0,04%
Prevenção da poluição - Anexo III	5	0,02%
Total	24776	100%

Tabela 01 - Dados estatísticos do Memorando de *Viña Del Mar* de 2008

Fonte: *Acuerdo Latinoamericano sobre Control de Buques por el Estado Rector del Puerto Viña del Mar* de 1992. **Estatísticas de Navios inspeccionados em 2008.**

Disponível em <http://www.acuerdolatino.int.ar>.

Acesso em: 30/05/15

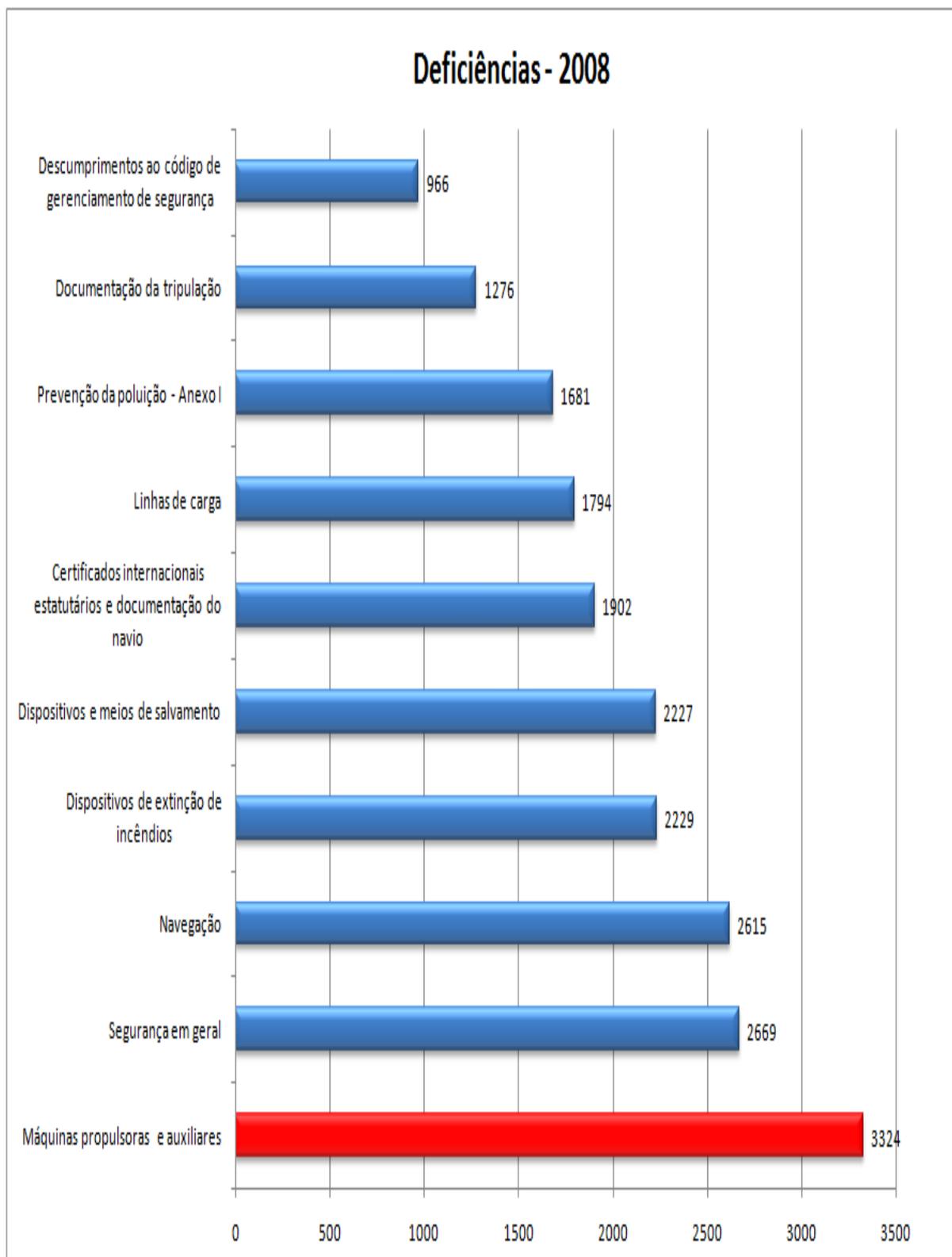


Gráfico 1 – Dados estatísticos do Memorando de *Viña del Mar* por deficiências encontradas em 2008.

Fonte: *Acuerdo Latinoamericano sobre Control de Buques por el Estado Rector del Puerto Viña del Mar de 1992. Estadísticas de Navios inspeccionados em 2008.*

Disponível em <http://www.acuerdolatino.int.ar/>.

Acesso em: 30/05/15

Deficiências - 2009	Quantidade	% do Total
Máquinas propulsoras e auxiliares	3209	14,47%
Navegação	2465	11,12%
Segurança em geral	2309	10,41%
Dispositivos e meios de salvamento	2211	9,97%
Certificados internacionais estatutários e documentação do navio	2041	9,20%
Dispositivos de extinção de incêndios	1787	8,06%
Linhas de carga	1747	7,88%
Documentação da tripulação	1119	5,05%
Prevenção da poluição - Anexo I	1110	5,01%
Comunicações	771	3,48%
Descumprimentos ao código de gerenciamento de segurança	697	3,14%
Deficiências relacionadas a medidas especiais para a proteção marítima	508	2,29%
Anexo V - MARPOL	392	1,77%
Dispositivos de atracação	328	1,48%
Deficiências operacionais relativas ao SOLAS	239	1,08%
Medidas especiais para incrementar a proteção marítima	234	1,06%
Deficiências operacionais relacionadas ao MARPOL	168	0,76%
Acomodações	167	0,75%
Medidas de segurança adicionais em graneleiros	122	0,55%
Carga	101	0,46%
Prevenção de acidentes	89	0,40%
Sinais de alarme	75	0,34%
Navios Tanque	67	0,30%
Outras deficiências (não visivelmente perigosas para a segurança, a saúde pública ou o meio ambiente)	64	0,29%
Anexo IV - MARPOL	63	0,28%
Prevenção da poluição - Anexo II	30	0,14%
Lugares de trabalho	26	0,12%
Alimentos e provisões	19	0,09%
Qualquer outra deficiência (visivelmente perigosa para a segurança, saúde pública ou o meio ambiente)	18	0,08%
Prevenção da poluição - Anexo III	0	0,00%
TOTAL	22176	100%

Tabela 02 - Dados estatísticos do Memorando de *Viña Del Mar* de 2009.

Fonte: *Acuerdo Latinoamericano sobre Control de Buques por el Estado Rector del Puerto Viña del Mar* de 1992. Estatísticas de Navios inspecionados em 2009.

Disponível em <http://www.acuerdolatino.int.ar/>. Acesso em: 30/05/15

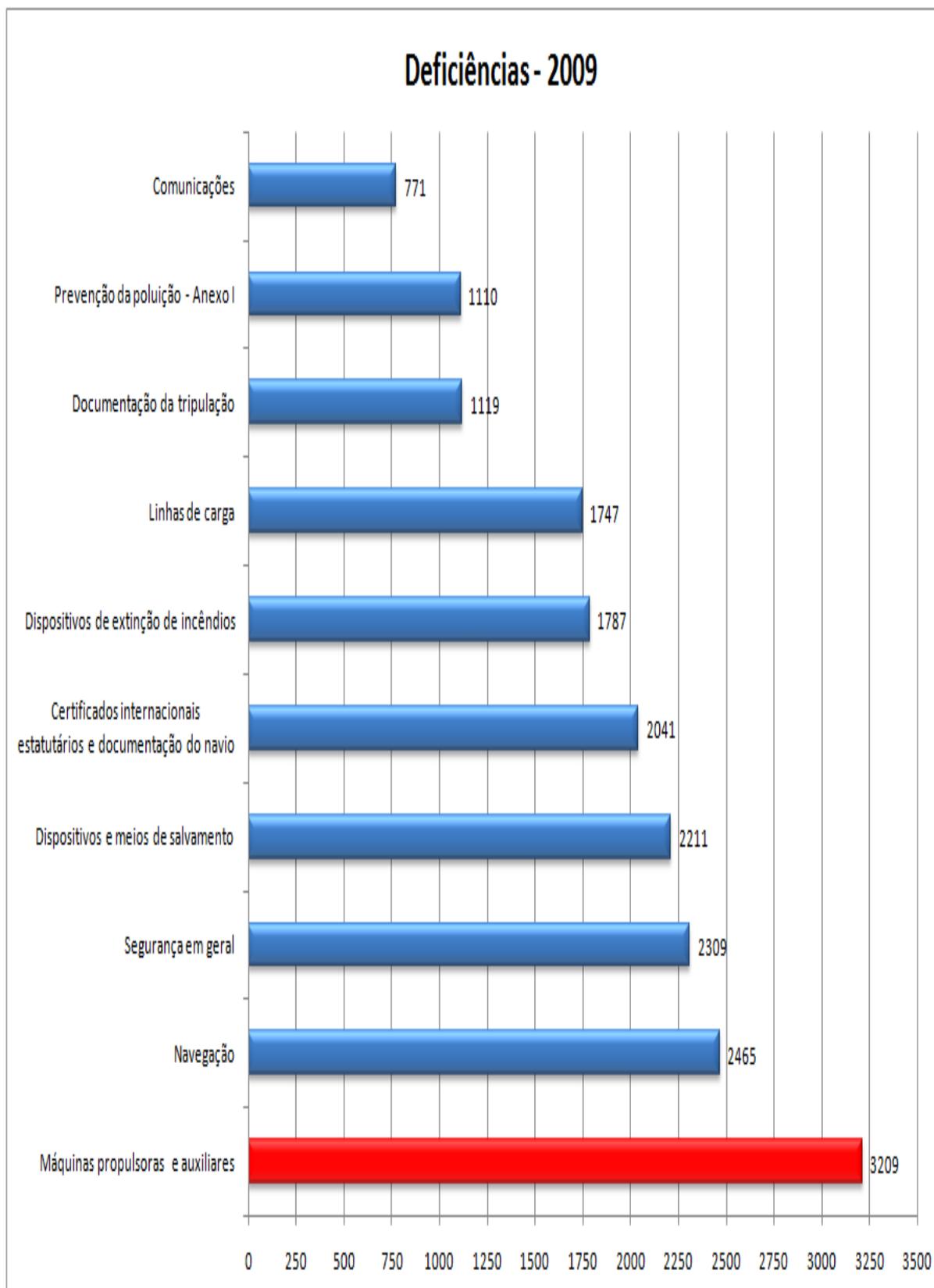


Gráfico 2 – Dados estatísticos do Memorando de *Viña del Mar* por deficiências encontradas em 2009.

Fonte: *Acuerdo Latinoamericano sobre Control de Buques por el Estado Rector del Puerto Viña del Mar* de 1992. **Estatísticas de Navios inspeccionados em 2009.**

Disponível em <http://www.acuerdolatino.int.ar>

Acesso em: 30 de Maio de 2015.

6.6 Programa de Manutenção da Instalação Propulsora

6.6.1 Programa de Manutenção Preditiva a Bordo

A manutenção preditiva utiliza a medição e análise de variáveis dos equipamentos a bordo para poder fazer um prognóstico de uma eventual falha. Com isso, a tripulação de máquinas a bordo pode se programar para a intervenção e solicitar os sobressalentes necessários, caso não estejam disponíveis a bordo, em tempo hábil evitando paradas desnecessárias e atrasos na programação do navio.

Diversas técnicas importantes de manutenção preditiva são usadas a bordo de navios mercantes dentre elas podemos mencionar algumas:

Fenômenos de viscosidade (Líquidos Penetrantes) - para verificar a existências de trincas térmicas em camisas de cilindros e cabeçotes de motores de combustão principal provocadas por superaquecimento.

Análises de Óleos Lubrificantes – para verificar a qualidade do óleo lubrificante do Motor Principal, a existência de contaminantes como água, combustível ou insolúveis bem como metais de desgaste de mancais e a necessidade de centrifugar, filtrar e tratar o óleo para restabelecimento dos padrões de qualidade do óleo lubrificante.

Análises de Óleos Combustíveis – para verificar a qualidade do óleo combustível recebido e sua conformidade com padrões estabelecidos e a necessidade de maior ou menor tratamento e ajuste de temperatura para correta injeção.

Análise de Água de Resfriamento de Cilindros – Para controle corrosão através da adição de inibidores de corrosão.

Análise de Vibrações – Dispositivos geralmente instalados nos sobre alimentadores do Motor Principal para proteger o mesmo de avarias provocadas por desbalanceamento.

Termografia – Utilizada geralmente com radiômetros para coleta de dados de temperatura de coletores de descarga, blocos de camisa e cabeçotes do motor de combustão principal para referência de condição de isolamentos térmicos e temperaturas em condições de operação diferenciadas.

Ensaio Elétricos – Geralmente utilizados em equipamentos auxiliares como motores elétricos dos Sopradores auxiliares com medidas de corrente, tensão e resistência de isolamento.

Endoscopia – Utilizada em inspeções periódicas de cilindros quando a estadia curta nos portos não permite a desmontagem de cabeçotes para inspeções dos sistemas de injeção.

É de responsabilidade de Chefe de Máquinas utilizar os recursos disponíveis da Manutenção Preditiva a bordo para manter confiável a utilização do motor de combustão principal (MCP). Cabe a ele também gerenciar de forma a eliminar perdas por quebra, demora em reparos, perda de desempenho, queda de rendimento que possam atrasar a programação do navio e prejuízos para o cliente que tem sua carga embarcada a bordo e pode ter sua produção interrompida por atraso da chegada de insumos ou matéria prima no porto de destino já que hoje em dia muitas empresas trabalham com estoques baixos e a política do just-in-time está implantada em diversas delas e qualquer falta de insumos, matéria prima ou peças de reposição podem trazer conseqüências sérias para o processo produtivo.

Buscar a quebra zero através da pesquisa da falha invisível que deixa de estar evidente por motivos físicos ou psicológicos. A quebra é a falha visível, somente a ponta do iceberg, na verdade as falhas invisíveis como vibrações, ruídos, superaquecimento, vazamento, sujeira, folgas, desgastes, sobrecargas devem ser pesquisadas antes que aconteçam as falhas que possam provocar algum tipo de acidente a bordo. Daí o compromisso da comunidade marítima de implantar um sistema de gestão como o do ISM Code que é mandatório para os países signatários e que impõe de certa forma um padrão mínimo de qualidade e manutenção a bordo, relacionando uma lista de equipamentos considerados críticos para a operação do navio e que devem estar a bordo com evidências objetivas de que sua manutenção é feita a intervalos regulares e de acordo com as instruções do fabricante preservando a operacionalidade destes.

6.7 Plano de Manutenção Preditiva do Motor de Combustão Principal

O motor de combustão principal é o equipamento usado a bordo para a propulsão da embarcação, sua falha por falta de manutenção pode levar a embarcação ficar à deriva com riscos como encalhe, abalroamento, incêndio a bordo e que pode provocar danos ao meio ambiente marinho e a vida humana no mar, daí as autoridades marítimas exigirem que este equipamento seja monitorado e tenha um plano de manutenção estabelecido e seguido com evidências a bordo de que é cumprido quando das inspeções periódicas que ocorrem, levadas a efeito pelos órgãos responsáveis.

Tomaremos como exemplo um motor de combustão principal de um navio porta container de 28.397 toneladas brutas de arqueamento e de 2200 containers de capacidade.

O motor de combustão principal é um motor diesel de dois tempos Sulzer 6RTA76 de seis cilindros, sobrealimentado com 16260 KW de potência.

O motor principal, daqui para frente designado MCP (Motor de Combustão Principal) é utilizado pela embarcação durante as travessias entre os portos e as manobras de atracação e desatracação, semelhante ao motor de um veículo sua função principal e deslocar a embarcação de um porto a outro sem perda de continuidade, sem interrupção, com confiabilidade e segurança. São geralmente motores diesel de grande potência, baixa RPM (em torno de 100)

Para tal cabe ao Chefe de Máquinas ter um plano de manutenção estabelecido e registros evidenciados de que esta manutenção é feita, em primeiro lugar para manter o equipamento operacional, em segundo lugar como evidência a ser apresentada quando das inspeções periódicas que as autoridades marítimas fazem aos navios atracados nos portos, com ou sem aviso prévio no sentido de atestar se a legislação específica está sendo cumprida, neste caso, o *ISM Code*.

O MCP possui diversos sistemas para que possa funcionar, sistema esses que possuem diversos equipamentos que estão sujeitos também a manutenção, portanto toda a Praça de Máquinas deve ser corretamente gerenciada para que as manutenções dos diversos sistemas sejam feitas adequadamente evitando assim a pane do equipamento principal que é o MCP.

6.7.1 Plano de Manutenção do Fabricante do Motor Principal

Não existe um sistema de manutenção confiável para o MCP se não forem levados em consideração todos os componentes acima já que são sistemas auxiliares, mas que impactam diretamente na operação do MCP.

Portanto, além de existir um sistema de manutenção confiável que atenda as partes principais do MCP, este sistema deve contemplar também em seu escopo um programa de manutenção para todos os equipamentos auxiliares.

O fabricante fornece em seu manual de instruções uma programação de manutenção que deve ser cumprida a intervalos regulares que anexamos neste trabalho para referência.

Nele podemos observar que o fabricante descreve o componente passível de manutenção, o trabalho a ser feito e o intervalo entre manutenções, bem como a referência no manual para consulta.

Observamos que a manutenção normalmente aplicada é a manutenção preventiva, que visa manter o MCP em funcionamento e evitar paradas imprevistas, mas a manutenção preditiva também é aplicada em diversas ocasiões e equipamentos.

No gerenciamento da manutenção baseado no manual do fabricante que trabalha com horas de funcionamento cabe ao Chefe de Máquinas como o gestor do processo fazer o

planejamento adequado para que o plano de manutenção estabelecido seja cumprido dentro das horas determinadas. Para que o mesmo tenha sucesso será necessário verificar:

- a) em quais portos da escala será possível atender o planejamento;
- b) verificar com o comandante o tempo de estadia nos portos para confirmar a viabilidade da manutenção ocorrer naquele porto;
- c) disponibilidade de sobressalentes para reposição e execução da manutenção;
- d) a condição das ferramentas especiais para a execução do trabalho sem contratempos ou riscos de acidentes;
- e) a necessidade ou não de auxílio de oficina de terra para a execução do trabalho;
- f) o conhecimento da tripulação do trabalho a ser executado e a necessidade de um treinamento prévio;

A condução e a observação do MCP em funcionamento deve ser objeto de atenção especial da tripulação de máquinas de uma instalação propulsora, cuidados com controle de níveis de tanques de água de resfriamento, combustível, lubrificantes, bem como controles de temperatura e pressões de trabalho constituem ações adicionais a serem observadas para um bom controle de manutenção.

Através da coleta de dados do desempenho do MCP (modelo anexo a este trabalho) durante seu funcionamento podemos ter um retrato sobre as possíveis necessidades de manutenção, essa ferramenta gerencial deve ser utilizada nas travessias, durante a operação do MCP e é importante auxílio na programação da manutenção coletando dados de desempenho do equipamento e quando bem interpretados permitem diagnosticar problemas possíveis de serem reparados antes de ocorrer uma falha. Porém podem ocorrer falhas imprevistas e teremos que partir para uma manutenção corretiva, esta requer que haja um controle rígido de sobressalentes críticos já que diferentemente de uma instalação em terra, não existe a disponibilidade em alto mar de solicitarmos sobressalentes para um reparo imprevisto e uma manutenção corretiva, esta responsabilidade cabe ao Chefe de Máquinas.

Muitas vezes o MCP completa as horas de funcionamento para a manutenção prevista em alto mar e devemos aguardar o momento mais apropriado quando navio estiver no porto e o MCP parado para podermos efetuar a manutenção.

6.7.2 Utilização de Técnicas de Manutenção Preditiva no MCP

Escolhemos dentre as técnicas de Manutenção Preditiva três para sugerir que sejam utilizadas a bordo por entender que estas podem ser consideradas de maior abrangência e que fornecem uma maior quantidade de informações gerenciais para a correta condução da instalação.

São elas:

- a) Análise de Óleo Lubrificante
- b) Análise do Óleo Combustível
- c) Análise de Água de Resfriamento de Cilindros

6.7.2.1 Análise de Óleo Lubrificante

Toda empresa de navegação possui um fornecedor de óleo lubrificante para os navios de sua frota, geralmente escolhido numa licitação.

Está previsto no contrato de fornecimento a análise de óleo lubrificante dos principais equipamentos a bordo dentre eles inclui-se o Motor de Combustão Principal, sem custo adicional para o armador, também está embutido no contrato treinamento da tripulação em lubrificação e coleta de amostras e um kit de análise de emergência a bordo.

As amostras são coletadas periodicamente e enviadas para o laboratório do fornecedor utilizando frascos especialmente para esta finalidade.

A análise inclui um histórico para a observação da tendência dos elementos da análise como viscosidade, o número de basicidade total - *Total Base Number* (TBN) e oxidação e mais nove elementos de desgaste presentes no óleo como:

Cobre (Cu), Chumbo (Pb), Estanho (Sn), Alumínio (Al), Ferro (Fe), Silício (Si), Prata (Ag), Cromo (Cr), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni).

Além de elementos contaminantes como Boro(B), Potássio(K), Sódio (Na), e Vanádio(V) bem como água e resíduos de combustão.

A análise inclui ainda um código de cores para rápida compreensão da qualidade do óleo sendo verde representando o óleo em condições normais, amarelo requer atenção e ações preventivas para o retorno a condição anterior e vermelho sinal de alerta quando algum tipo de contaminante ou elemento presente no óleo lubrificante indica algum risco de avaria para o equipamento e requer uma ação imediata para evitar que o contaminante ou a condição do óleo provoquem algum dano ou quebra do equipamento.

A coleta de amostras requer cuidados especiais que vão desde o ponto de coleta que deve ser sempre o mesmo, passando por cuidados com o frasco para evitar contaminação e com a correta identificação da amostra.

A figura 4 menciona o ponto de coleta do óleo lubrificante (*sampling point*) que deve ser na descarga da bomba e antes da entrada no motor. A amostra deve ser coletada com o óleo em circulação e o mesmo e o equipamento na temperatura de operação.

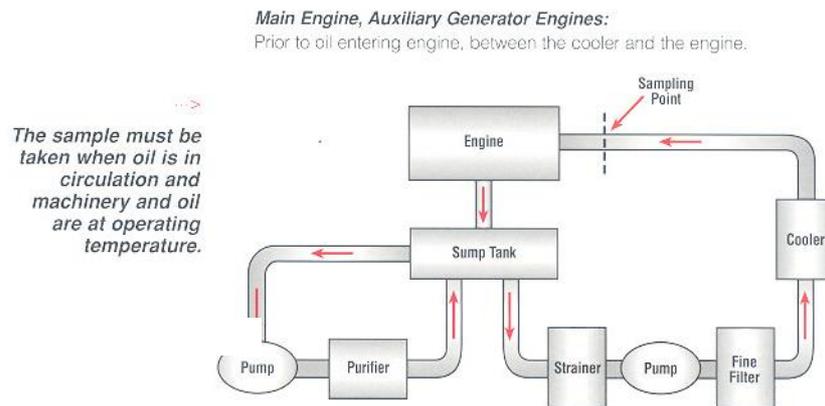


Figura 4 – Pontos de Coleta de Óleo Lubrificante para análise

Fonte: ExxonMobil, *Service Guide*

A interpretação dos elementos contaminantes presentes no óleo lubrificante direciona para possíveis causas de avarias futuras sugerindo a manutenção necessária para evitar que a avaria ocorra. Na Tabela 3 abaixo estão as principais fontes de contaminação do óleo lubrificante de um motor diesel e serve de referência na interpretação da análise de um óleo lubrificante do MCP da figura 5. Na análise de Figura 5 observamos que existe um aviso do aumento do percentual de água presente no óleo de 0.16% da última análise para 0.22% na atual indicando a necessidade de verificar em primeiro lugar qual seria a fonte contaminante para eliminá-la e em segundo lugar intensificar a centrifugação ou melhorar a performance da centrífuga de óleo lubrificante para reduzir este índice.

Principais Fontes de Elementos Contaminantes (Dependendo do Ambiente)																																						
Main Sources Of Elements (Depending on Environment)																																						
MOTORES DIESEL (Diesel Engines)	Camisas de Cilindros(Cylinder Liners)	Biela	*	*	*						*																											
	Pistões(Pistons) , Anéis(Rings)	Cruzeta	*	*		*	*																															
	Mancais(Bearings)	Biela				*	*	*	*	*																												
		Cruzeta				*	*		*	*																												
	Caixa de Gaxetas(Stuffing Box)					*			*																													
Engrenagens(Gears)	Redutora(Reductions)		*	*		*	*		*	*																												
	Outras (Others)		*	*		*	*																															
Tubo Telescópico (Stem Tube)			*				*		*																													
Sistemas Hidráulicos((Hydraulics Systems)			*			*			*																													
Óleo Combustível (Fuel)										*	*	*	*		*																							
Ar (air)			*							*				*																								
Água (Water)	Mar(Sea)													*	*																							
	Resfriamento(Cooling)			*								*	*	*																								
Aditivos de Lubrificantes(Lubricant Additives)												*				*	*	*	*																			
*	Maior (Greater)																																					
*	Menor (Lesser)																																					
			Fe Ferro (Iron)		Cr Cromo (Chromium)		Mo Molibdênio (Molybdenium)		Cu Cobre (Cooper)		Pb Chumbo (Lead)		Ag Prata (Silver)		Sn Estanho (Tin)		Al Alumínio(Aluminium)		Ni Niquel(Nickel)		V Vanádio(Vanadium)		Si Silício (Silicon)		B Boro (Boron)		Na Sódio(Sodium)		Mg Magnésio (Magnesium)		P Fósforo(Phosphorus)		Zn Zinco (Zinc)		Ba Bário (Barium)		Ca Cálcio (Calcium)	

Fonte: Lubricants & Service Guide - ExxonMobil

Tabela 3 – Principais Fontes de Elementos Contaminantes

Fonte: ExxonMobil, *Service Guide*



30228141

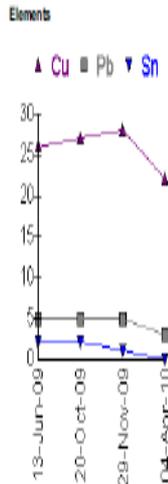
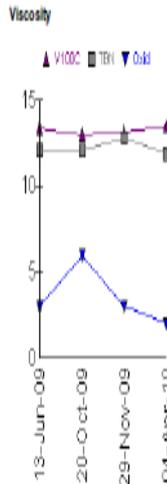
Normal

Account Number : 200088
 Account Name : Alianca Navegacao e Logistica Ltda
 IMO Number : 9000730
 Vessel Name : Alianca Brasil
 Equipment Number 001

Date : 14-May-2010
 Description : M-Engine
 Application Type : MARINE - ENGINE
 Manufacturer : SULZER
 Model : RTA
 Registered Lubricant : MOBILGARD 300

Comments: No action is required on oil or engine. - Results are within acceptable ranges. - Examine progressive changes and monitor results for changing trends. - Sample at next scheduled interval.

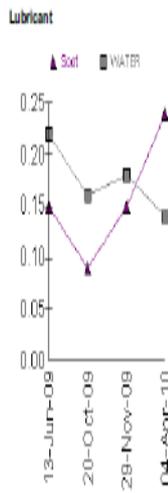
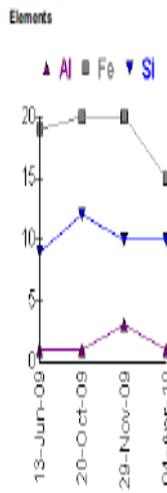
Sample Data				
Sample ID	0120504011	0036692139	9327521122	9196764146
Date Sampled	04-Apr-2010	29-Nov-2009	20-Oct-2009	13-Jun-2009
Date Reported	04-May-2010	09-Feb-2010	24-Nov-2009	20-Jul-2009
Date Received	30-Apr-2010	05-Feb-2010	23-Nov-2009	15-Jul-2009
Date Landed		01-Dec-2009		15-Jun-2009
Port Landed	SANTOS	SANTOS	SANTOS	SEPETIBA
Lubricant Tested	MG 300	MG 300	MG 300	MG 300
Total Equip. Hrs.	93912	91692		89252
Hrs Sin. Overhaul				
Oil Service Hrs.				
Oil Vol.				
Oil Used / 24 Hrs.				



Sample Data				
Sample ID	0120504011	0036692139	9327521122	9196764146
Date Sampled	04-Apr-2010	29-Nov-2009	20-Oct-2009	13-Jun-2009

Wear Elements - ppm (mg/kg)				
Ag (Silver)	0	0	0	0
Al (Aluminum)	1	3	1	1
Cr (Chromium)	0	0	0	0
Cu (Copper)	22	28	27	26
Fe (Iron)	15	20	20	19
Mo (Molybdenum)	0	1	0	0
Ni (Nickel)	9	11	11	10
Pb (Lead)	3	5	5	5
Sn (Tin)	0	1	2	2

Lubricant Data				
Contamination	Normal	Normal	Normal	+Caution
Equipment Rating	Normal	Normal	Normal	Normal
Oil Rating	Normal	Normal	Normal	Normal
Visc@100C (cst)	13.5	13.2	13.0	13.4
SAE Viscosity	40	40	40	40
Oxidation (Ab/cm)	2	3	6	3
PQ Index	5	3	4	3
Soot (Wt%)	0.24	0.15	0.09	0.15
TBN (mg KOH/gm)	11.9	12.8	12.1	12.1
Water (Vol%)	0.14	0.18	0.16	+0.22



Contaminant Elements - ppm (mg/kg)				
B (Boron)	1	2	2	1
K (Potassium)	4	3	3	7
Na (Sodium)	22	29	34	36
Si (Silicon)	10	10	12	9
V (Vanadium)	15	14	16	17

Normal + Caution Alert

Results and comments of this analysis are advisory only; the validity of the data may be impaired by a non-representative sample or incorrect data. This analysis is provided for the confidential information of the party submitting it. Any use by any other person is prohibited. © Copyright 2003 Exxon Mobil Corporation. Exxon, Esso, Mobil, ExxonMobil and Signum are trademarks of Exxon Mobil Corporation or one of its subsidiaries.



Figura 5 – Exemplo de resultado de Análise de Óleo Lubrificante de um Motor de Combustão Principal
 Fonte: ExxonMobil, Signum Oil Analysis.
 Disponível em <https://portal.exxonmobil.com>
 Acesso em 27 de Maio de 2015.

A bordo também será fornecido um kit da análise de óleo lubrificante como o da figura 6 para três análises básicas antes da chegada ao porto para envio de amostras aos laboratórios que permitirá diagnosticar problemas como variação da viscosidade, presença de água no óleo e mudanças no TBN, permitindo que medidas possam ser tomadas, antes de uma análise completa do óleo lubrificante. Está incluso no pacote também treinamento da tripulação.



Figura 6 – Kit de Análise de Óleo Lubrificante

Fonte: ExxonMobil, *Service Guide*

Portanto para a análise de óleo lubrificante do MCP que propomos é que o fornecedor escolhido forneça seis análises anuais, com envio de relatórios dentro do menor prazo possível com observações relativas a anormalidades e linhas de tendência como mencionados na figura 6 especificando os tipos de contaminantes encontrados e seus percentuais, treinamento para a tripulação na interpretação das análises recebidas, no processo de coleta das amostras e preparação para o envio bem como a utilização do kit de análise de bordo, que deve ser fornecido sem custo adicional para o Armador.

6.7.2.2 Análise de Óleo Combustível

A finalidade de haver um sistema de análise de óleo combustível fornecido ao navio é monitorar a condição do óleo e permitir que o mesmo possa ser tratado adequadamente antes de sua utilização a bordo no MCP.

A amostra é coletada no momento do abastecimento, enviadas para o Laboratório que irá emitir um relatório como este abaixo contendo informações importantes para a análise e procedimentos necessários para melhorar a qualidade do mesmo. Problemas comuns como acúmulo da água doce ou salgada nos tanques de armazenamento, sedimentação ou serviço também podem ser diagnosticados com amostras coletadas em pontos estabelecidos na instalação. Esta condição de coleta de amostras em outros pontos da instalação ocorre quando há suspeita da qualidade do óleo abastecido ou a análise do óleo combustível do exemplo abaixo apresenta alguma observação. Após a análise, na seção dos comentários o laboratório confirma a especificação do combustível, sugere a temperatura de injeção entre outras informações importantes para o consumo a bordo como alto ou baixo teor de enxofre do combustível e outros valores que devem estar dentro dos limites estabelecidos pela norma ISO 8217, conforme as figuras 6 e 7 abaixo, com relação ao combustível fornecido. Estes parâmetros permitem uma análise e a verificação da qualidade do combustível recebido a bordo bem como medidas preventivas de tratamento do mesmo com as centrífugas que podem estar operando como purificadores e clarificadores do óleo retirando o excesso de água e sedimentos destes. Instalações modernas prevêm também homogenizadores.

Os combustíveis pesados usados em navios são compostos por várias impurezas que diferem em tamanho, peso e textura. A fim de reduzir a quantidade de lama e borra produzidas e também as emissões de gases de escape, a filtração, centrifugação, clarificação e homogeneização dessas impurezas precisa ser feita.

A filtração ocorre desde o momento do abastecimento, no filtro de recebimento de óleo combustível. É novamente filtrado quando transferido do tanque de armazenamento para o tanque de sedimentação. Para ser centrifugado, clarificado e enviado ao tanque de consumo diário é mais uma vez filtrado. Para o consumo no MCP é filtrado mais uma vez na aspiração das bombas de combustível.

Homogeneização significa ter uma estrutura homogênea de todos os componentes do óleo pesado utilizado nos motores marítimos. Homogeneidade melhora a combustão do combustível

e, portanto, o desempenho do motor. Homogeneizador é um equipamento que auxilia neste processo de homogeneização. O seu trabalho consiste em formar uma estrutura uniforme de todos os materiais sólidos presentes no óleo combustível pesado. Um homogeneizador também quebra as partículas de água em grande estrutura homogênea de pequeno porte, resultando em uma emulsão composta por moléculas de água espalhadas uniformemente por todo o líquido todo. Consiste de um estator e um rotor que literalmente macera o óleo combustível reduzindo as partículas a 5µm.

Os tipos de óleos combustíveis utilizados a bordo são o MDO (*Marine Diesel Oil*) ou o MGO (*Marine Gas Oil*) e o IFO (*Intermediate Fuel Oil*), este último pode ser com a viscosidade de 180 ou 380 e até 700 Centistokes dependendo da instalação. Todos atendendo a especificação ISO 8217 que estabelece os padrões de óleo combustível para a área naval.

ISO 8217 Fuel Standard, Third Edition 2005

For marine distillate fuels and for marine residual fuels.

MARINE DISTILLATE FUELS

Parameter	Unit	Limit	DMX	DMA	DMB	DMC
Density at 15 °C	kg/m ³	Max	-	890.0	900.0	920.0
Viscosity at 40 °C	mm ² /s	Max	5.5	6.0	11.0	14.0
Viscosity at 40 °C	mm ² /s	Min	1.4	1.5	-	-
Micro Carbon Residue at 10% Residue	% m/m	Max	0.30	0.30	-	-
Micro Carbon Residue	% m/m	Max	-	-	0.30	2.50
Water	% V/V	Max	-	-	0.3	0.3
Sulphur ^c	% (m/m)	Max	1.0	1.5	2.0	2.0
Total Sediment Existent	% m/m	Max	-	-	0.10	0.10
Ash	% m/m	Max	0.01	0.01	0.01	0.05
Vanadium	mg/kg	Max	-	-	-	100
Aluminium + Silicon	mg/kg	Max	-	-	-	25
Flash point	°C	Min	43	60	60	60
Pour point, Summer	°C	Max	-	0	6	6
Pour point, Winter	°C	Max	-	-6	0	0
Cloud point	°C	Max	-16	-	-	-
Calculated Cetane Index		Min	45	40	35	-
Appearance			Clear & Bright		-	-
Zinc ^d	mg/kg	Max	-	-	-	15
Phosphorus ^d	mg/kg	Max	-	-	-	15
Calcium ^d	mg/kg	Max	-	-	-	30
^c	A sulphur limit of 1.5% m/m will apply in SOx Emission Control Areas designated by the International Maritime Organization, when its relevant Protocol comes into force. There may be local variations					
^d	The Fuel shall be free of ULO. A Fuel is considered to be free of ULO if one or more of the elements are below the limits. All three elements shall exceed the limits before deemed to contain ULO.					

Figura 7 - Padrões de óleo combustível usados a bordo

Fonte: DNV, ISO 8217, Terceira Edição, 2005.

Disponível em <http://www.dnv.com.br>. Acesso em: 29 de Maio de 2015.

MARINE RESIDUAL FUELS

Parameter	Unit	Limit	RMA 30	RMB 30	RMD 80	RME 180	RMF 180	RMG 380	RMH 380	RMK 380	RMH 700	RMK 700
Density at 15 °C	kg/m ³	Max	960.0	975.0	980.0	991.0		991.0		1010.0	991.0	1010.0
Viscosity at 50 °C	mm ² /s	Max	30.0		80.0	180.0		380.0			700	
Water	% V/V	Max	0.5		0.5	0.5		0.5			0.5	
Micro Carbon Residue	% m/m	Max	10		14	15	20	18	22		22	
Sulphur ^c	% m/m	Max	3.5		4.00	4.50		4.50			4.50	
Ash	% m/m	Max	0.10		0.10	0.10	0.15	0.15	0.15		0.15	
Vanadium	mg/kg	Max	150		350	200	500	300	600		600	
Flash point	°C	Min	60		60	60		60			60	
Pour point, Summer	°C	Max	6	24	30	30		30			30	
Pour point, Winter	°C	Max	0	24	30	30		30			30	
Aluminium + Silicon	mg/kg	Max	80		80	80		80			80	
Total Sediment, Potential	% m/m	Max	0.10		0.10	0.10		0.10			0.10	
Zinc ^d	mg/kg	Max						15				
Phosphorus ^d	mg/kg	Max						15				
Calcium ^d	mg/kg	Max						30				
^c	A sulphur limit of 1.5% m/m will apply in SOx Emission Control Areas designated by the International Maritime Organization, when its relevant Protocol comes into force. There may be local variations.											
^d	The Fuel shall be free of ULO. A Fuel is considered to be free of ULO if one or more of the elements are below the limits. All three elements shall exceed the limits before deemed to contain ULO.											

Source: ISO 8217 Third Edition 2005 -11-01

Petroleum products - Fuels (class F) - Specifications of marine fuels

Figura 8 - Padrões de óleo combustível diesel usados a bordo**Fonte:** DNV, ISO 8217, Terceira Edição, 2005.Disponível em <http://www.dnv.com.br>

Acesso em: 29 de Maio de 2015.

A análise de óleo combustível fornece importantes informações que corretamente interpretadas permitem ações preventivas no tratamento do combustível que será consumido.

A análise traz ainda uma importante informação que é a temperatura de injeção do combustível em determinada viscosidade, para melhor pulverização e queima do combustível. Estas informações possibilitam uma melhor utilização do combustível prevenindo problemas no motor principal.

Quando o armador desconfia da qualidade do combustível é possível coletar amostras em pontos específicos do sistema de óleo combustível para um análise mais profunda como demonstra a figuras 8, estas amostras permitem avaliar a qualidade do tratamento do óleo combustível que está sendo feita a bordo com a correta filtragem, purificação e clarificação do combustível nas centrífugas e se as mesmas estão operando corretamente.

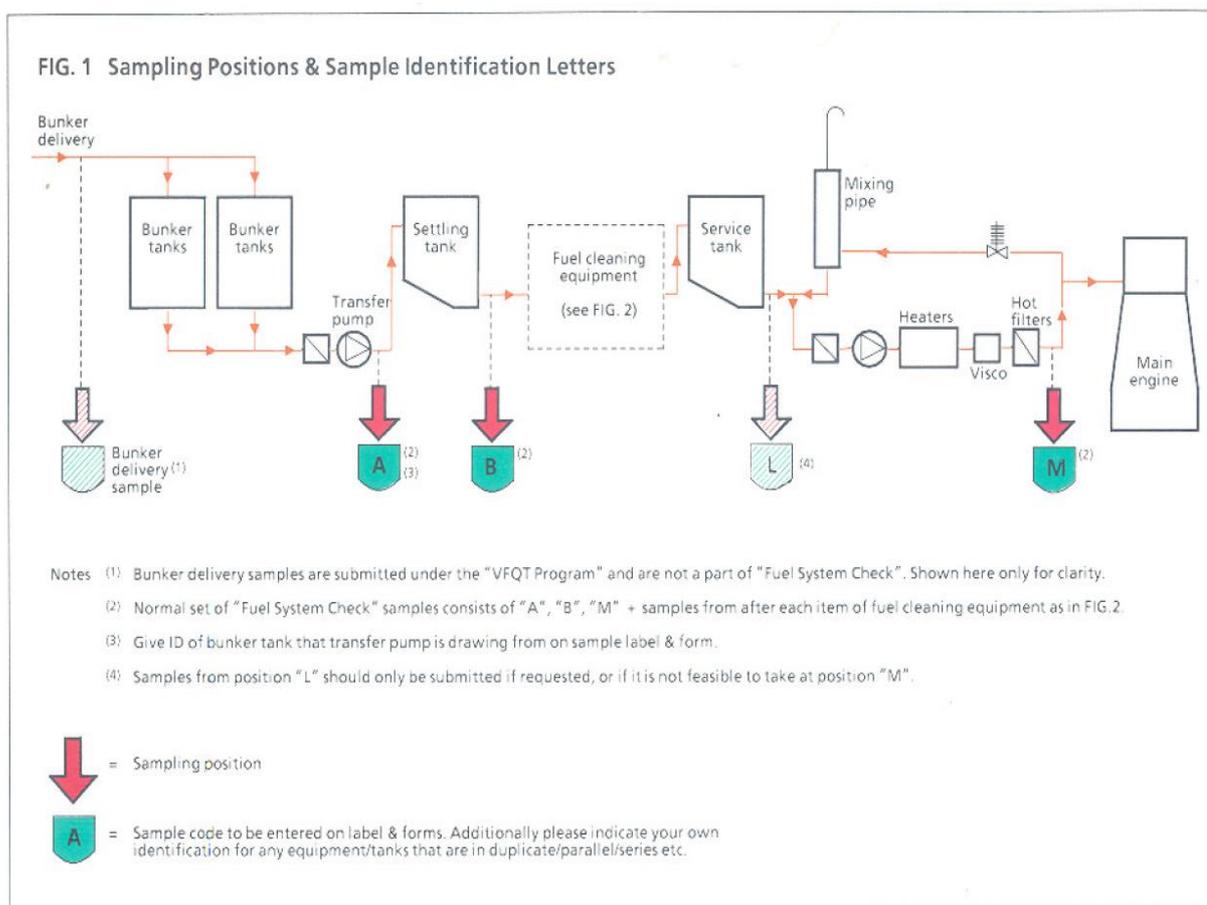


Figura 9 – Pontos de Coleta de Óleo Combustível em uma instalação

Fonte: Veritas Petroleum Services, Fuel System Check Guide – Instruction Manual

6.7.2.3 Análise de Água Doce de Resfriamento de Cilindros e Pistões

Este tipo de motor tem a água doce como agente de resfriamento de cilindros e pistões. Seu sistema está demonstrado nas figuras 12 e 13 abaixo. Esta água doce de resfriamento precisa ser analisada semanalmente e produtos químicos anti-corrosivos e anti-incrustantes precisam ser adicionados para evitar desgaste prematuro das camisas e pistões, sobreaquecimento e avarias em virtude da redução da eficiência da troca de calor provocada pelo acúmulo de incrustações e oxidação.

Para tal adicionam-se produtos químicos a base de nitrito e inibidores de corrosão de metais ferrosos e não ferrosos nos tanques de expansão de água de resfriamento para proteger o sistema. Um filme estável se forma nas tubulações, camisas e pistões prevenindo a corrosão causada pela ação eletrolítica. O componente é alcalino e evita também a corrosão ácida, mantendo o pH dentro do limite.

Os testes são realizados através de kit fornecido como exemplificados nas figuras 12 e 13 abaixo e são:

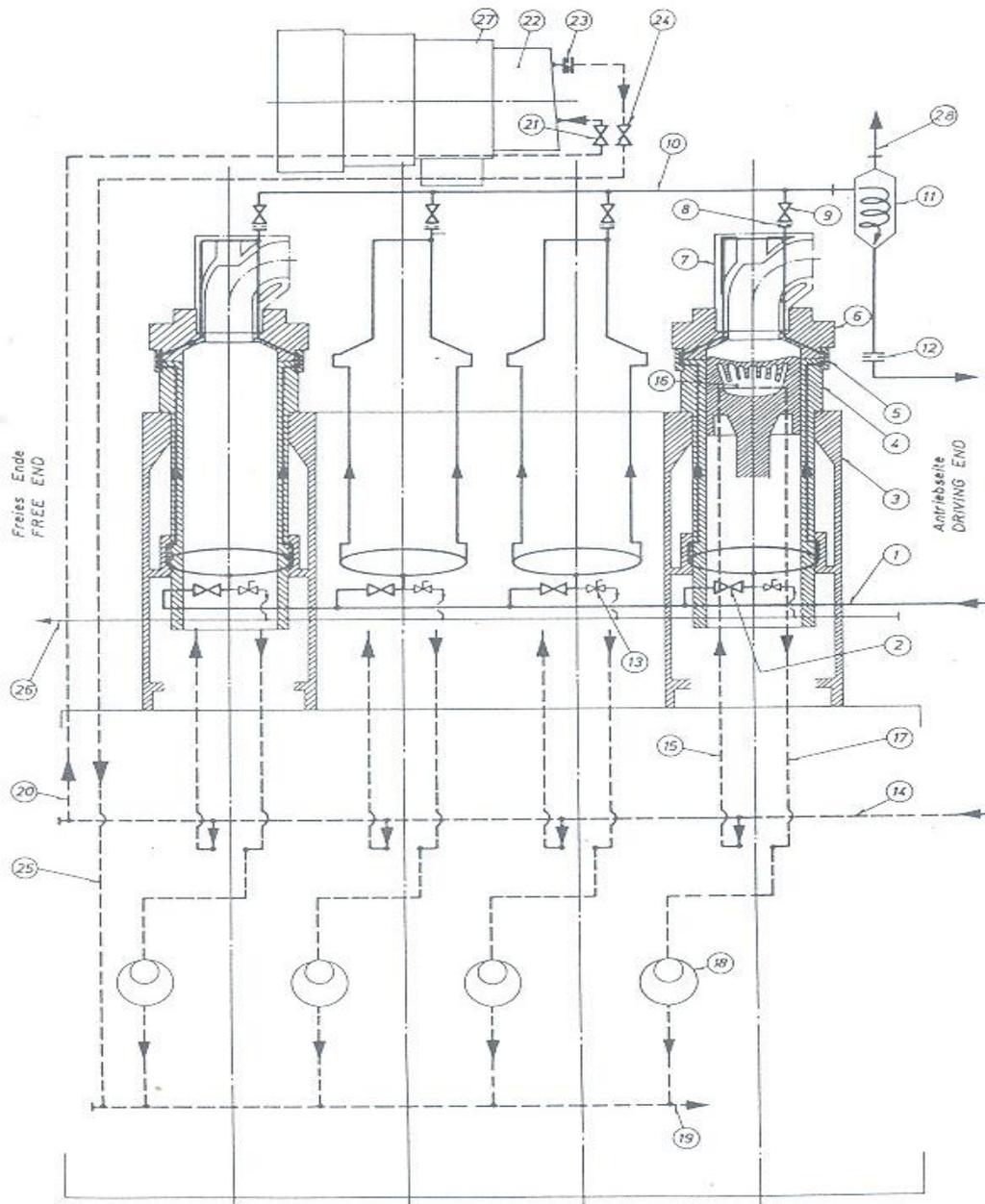
- a) Teste de alcalinidade - para verificar o pH da água de resfriamento
- b) Teste de cloretos - verifica a contaminação por água salgada
- c) Teste de nitritos - verifica a dosagem do inibidor de corrosão

O fornecedor dos produtos químicos irá fornecer para o Armador um kit para Teste para controle da dosagem e conferência dos níveis de nitrito, bem como treinamento para a tripulação do uso e interpretação dos dados além do preenchimento do mapa de controle de análise mensal que deverá ser entregue ao Chefe de Máquinas para análise, valores embutidos no contrato de fornecimento.

A complementação do sistema de Água Doce de Resfriamento de Cilindros e Pistões deve ser controlada e qualquer aumento do consumo reportado, pois pode indicar vazamentos em resfriadores, pistões avariados ou camisas rachadas e é um bom indicador, pois não adianta dosar produtos químicos no sistema se as perdas obrigam a suplementar o sistema com água não tratada.

*Turboladerkühlung mit
Kolbenkühlwasser*

*Turbo charger cooled
piston cooling water*



Motoren mit Turboladern VTR 454-31, -564-31, -714-31
Engines with turbochargers

Figura 10 - Diagrama esquemático do Sistema de Água Doce de Resfriamento do MCP

Fonte: *New Sulzer Diesel, Diesel Training Course Documentation – Type RTA76, 1994*

Key to Schematic Diagrams 830-20, -20a

830-20 : Valid when turbochargers are connected with piston cooling system	
830-20a : Valid when turbochargers are connected with cylinder cooling system	
1 Cyl. cooling water inlet pipe	14 Piston cooling water supply pipe
2 Inlet stop valve	15 Piston cooling water inlet
3 Cylinder jacket	16 Piston crown
4 Cylinder liner	17 Piston cooling water outlet
5 Water guide jacket	18 Flow check
6 Cylinder head	19 Piston cooling water return pipe
7 Exhaust valve cage	20 Turbocharger cooling water inlet pipe
8 Throttling disc	21 Stop valve
9 Outlet stop valve	22 Turbocharger gas inlet casing
10 Cylinder cooling water outlet manifold	23 Throttling disc
11 Air separator	*23a,23b,23c Throttling disc
*11a Air separator	24 Stop valve
12 Throttling disc	**25 Turbocharger cooling water return pipe
13 Drain cock	26 Drain collecting main
	27 Turbocharger gas outlet casing
	28 Venting pipe
	* 28a Venting pipe
* only on diagram 870-20a	
** only on diagram 870-20	

————— Cylinder cooling water
 - - - - - Piston and turbocharger cooling water

Figura 11 - Identificação dos Componentes do Diagrama anterior

Fonte: *New Sulzer Diesel, Diesel Training Course Documentation – Type RTA76, 1994*

SPEKTRAPAK 309

Unitor's Cooling Water Treatment Programme Water Test Kits

Product no: **661 739466**

The tests recommended to maintain cooling water within the prescribed limits when using Dieselguard NB/Rocor NB Liquid are as follows:

Nitrite - Recommended Limits 1000-2400 ppm as NO₂

The nitrite concentration should be maintained within the above recommended limits to effectively inhibit any corrosive or scaling action within a closed cooling system. Too high a concentration should be avoided to minimize the cost to maintain the system. Insufficient dosage can set up a condition where accelerated corrosion can occur in areas which become unprotected. Dieselguard NB/Rocor NB Liquid is dosed according to the nitrite level recommended.

pH - Recommended Limits 8.3-10

The effectiveness of a corrosion inhibitor is restricted to within a certain pH range. Treatment with Dieselguard NB/Rocor NB Liquid ensures that this pH range is observed when the nitrite level is sufficiently maintained to prevent corrosion. Under certain conditions, because of external contamination, the pH may not fall into the range usually found with the correct nitrite dosage. In such cases, Wilhelmsen Ships Service recommends dosing 50 ml of Unitor's Alkalinity Control per ton of cooling water to raise the pH value when the pH is below 8.3. Re-test pH after dosage to assure pH value is being maintained between 8.3-10.0.

Chlorides - Recommended limit max. 50 ppm

The chloride value of the cooling water should be kept as low as possible, any increase in value whether sudden or gradual, will be an indication of sea water contamination. Check with engine manufacturer for other specified limits. If the chloride level exceeds 50 ppm, the possibility of corrosion in the system increases because chlorides have a negative effect on the passivation film created by nitrites. Therefore, until corrective action has succeeded in bringing the chloride level back down below 50 ppm, the nitrite level should be kept close to the upper limit (2400 ppm).

Sampling of diesel engines

Accessible sampling cocks should exist on all cooling systems for each diesel engine. This including, but not limited to, main jacket water, piston cooling, fuel oil valve, auxiliary engines, low temperature systems, etc. A representative sample, must be taken from each cooling water system to be tested. To minimize the effort in obtaining cooling water samples, a sample cock located in a position to draw a sample/having access to draw the sample quickly and easily, will make the task of drawing samples simple. In each case of drawing a sample, the container should be filled with the water to be tested, sealed and labelled.



It is advisable to conduct the appropriate tests within 30 minutes of drawing the sample, although this time limit can be extended when the sample container is completely filled and sealed.

Test results - cooling water treatment

- A. Recording - Always use Unitor's Rapid Response log forms to record all readings and to keep track of all results.
 1. Log form - Cooling Water Treatment Log, No. 309.
 2. Frequency - Samples should be drawn, tested and results logged for each system a minimum of once per week and if possible six times per month.
- B. Reporting - The completed log sheet for the month should be distributed as shown at the bottom of the form, at the end of each month:
 1. Blue copy - to Wilhelmsen Ships Service Rapid Response Centre in Norway (address labels at back of log pad)
 2. Beige copy - Vessel owner
 3. Lilac copy - to be kept onboard
- C. Evaluation
 1. Logs will be reviewed at the Wilhelmsen Ships Service Rapid Response Centre for adherence to recommended specifications, by Unitor's Rapid Response staff.
 2. A report letter indicating the status of the ship's system, any problems and relevant recommendations will be issued to the ship's operator.

See also next page

Figura 12 - Kit de Teste e Procedimentos de Análise

Fonte: Unitor Chemicals, *Product Guide*, 1994

SPECTRAPAK 309 Cooling Water Test Kit

Cooling Water Treatment NITRITE, CHLORIDE & pH

 Product no: **661 739466**

Nitrite test

1. Take a 5 ml water sample with the syringe and put into the container provided.
2. Make the sample up to 50 ml using distilled water.
3. Add two nitrite No. 1 tablets and shake to disintegrate (or crush with the rod provided). Sample will be white.
4. Add one nitrite No. 2 tablet and shake to disintegrate.
5. Continue adding the nitrite No. 2 tablets, one at a time, until a pink colour persists for at least one minute.

Calculation

NITRITE (ppm) = number of No. 2 tablets x 180

For example:

If 9 tablets are used, nitrite = 9 x 180 = 1620 ppm.

6. Mark the result obtained on the log sheets provided, against the date on which the test was taken.

Chloride test

1. Take a 50ml water sample in the container provided.
2. Add one chloride tablet and shake to disintegrate, sample will turn yellow if chlorides are present.
3. Repeat tablet addition, one at a time until the yellow colour changes to orange/brown.

Calculation

Chloride ppm = (number of tablets used x 20) - 20

For example:

If 3 tablets are used then chloride

ppm = (3 x 20) - 20 = 40 ppm.

4. Mark the result obtained on the log sheets provided, against the date on which the test was taken.

pH test

1. Dip one of the test strips into the water sample so that the colour zone is completely immersed.
2. Compare the colour obtained with the reference, and read off the printed pH value.
3. Mark the result obtained on the log sheet provided, against the date on which the test was taken.

Spares

Standard replacement reagents are available from your Wilhelmsen Ships Service Representative.

REAGENTS RE-ORDER	Product no:
Nitrite No. 1 tablets	661 555623
Nitrite No. 2 tablets	661 555631
Chloride tablets	661 739458
pH papers (6.5.10)	661 555698
EQUIPMENT	
Plastic sample container	661 555714

Figura 13 - Kit de Teste e Procedimentos de Análise**Fonte:** *Unitor Chemicals, Product Guide*, 1994

7.4 Interpretações dos dados coletados

Os dados da pesquisa proporcionaram uma visão clara da necessidade de programar uma manutenção que possa reduzir os índices de deficiências encontrados pelos inspetores e ao mesmo tempo aumentar a confiabilidade das instalações propulsoras a bordo.

Em nossa análise de dados percebemos em primeiro lugar que as deficiências em máquinas propulsoras e auxiliares representam o maior percentual de deficiências encontradas nos navios inspecionados durante os dois anos evidenciando que a manutenção destes equipamentos está deficiente e necessitando ser intensificada. Em segundo lugar observa-se que de um ano para o outro apesar de haver uma redução do número de deficiências encontradas em torno de 10%, as deficiências nas instalações propulsoras reduziram-se somente 3,5% aumentando o percentual de deficiências neste quesito de 13,42% para 14,47% de 2008 para 2009, o que demonstra claramente que não houve melhoria no planejamento de manutenção nestes equipamentos.

8. CONCLUSÃO

A manutenção Preditiva a bordo tem grande aplicação e deve ser mais explorada, sua implementação aumentará a confiabilidade dos equipamentos críticos. Com o crescimento da frota mercante nacional, principalmente ligada a exploração do petróleo, é necessário difundir este conhecimento, pois os riscos de acidentes com riscos ambientais provocados por falta de manutenção irão aumentar se nas empresas não houver uma política de manutenção que leve em consideração o uso da Manutenção Preditiva como ferramenta gerencial. Esta por sua vez não descarta o uso de outros tipos de manutenção que associada à manutenção preditiva irão aumentar a confiabilidade e a operacionalidade do Motor de Combustão Principal atendendo a legislação pertinente e reduzindo os índices de deficiências encontrados nas frotas inspecionadas pelo Memorando de *Viña Del Mar*.

A costa brasileira tem uma extensão de mais de 8000 quilômetros, existem diversos rios navegáveis, nossa vocação é para o mar.

Os grandes centros urbanos onde está a maior concentração da população estão na sua maioria no litoral ou próximo a ele. É importante explorar esta vocação, investir na frota mercante nacional, modernizá-la, e atender a nova demanda e mercado aberto com a exploração do petróleo em águas do mar territorial brasileiro. O crescimento trará uma necessidade maior de investir em manutenção para manter a confiabilidade e a manutenibilidade dos equipamentos a bordo, é necessário que as autoridades responsáveis e o governo federal façam um planejamento de longo prazo e invistam na formação, qualificação, atualização e aperfeiçoamento do homem do mar e estes munidos das ferramentas necessárias apliquem este conhecimento num sistema de manutenção confiável para salvaguardar a vida humana no mar e proteger o meio ambiente marinho com operações seguras a bordo.

Entendemos que o objetivo de reduzir as deficiências encontradas nas inspeções realizadas pelo *Port State Control* pode ser alcançado aplicando-se a manutenção preditiva no Motor de Combustão Principal, porém é necessário um compromisso do Armador, fornecendo o suporte necessário com investimentos em fornecedores de combustíveis e lubrificantes confiáveis, em parceria com estes fornecedores, em investimentos em produtos químicos para controle de corrosão e análise de água doce, combustíveis e lubrificantes e em treinamento de suas tripulações para a conscientização da necessidade de programar a manutenção preditiva sem o qual este objetivo não poderá ser alcançado já que passa pelo compromisso profissional dos tripulantes embarcados, pelo gerenciamento da manutenção realizado pelo Chefe de Máquinas,

por sua liderança em administrar os seus subordinados e guiá-los para alcançar este objetivo dando-lhes as ferramentas necessárias para a realização do trabalho bem como a instrução e para o conhecimento necessário da instalação e de suas particularidades.

Portanto o objetivo só pode ser alcançado com o comprometimento de empregadores e empregados com a segurança da embarcação, proteção do meio ambiente marinho e a salvaguarda da vida humana no mar.

REFERÊNCIAS

ACUERDO LATINOAMERICANO SOBRE CONTROL DE BUQUES POR EL ESTADO RECTOR DEL PUERTO VIÑA DEL MAR 1992. **Dados Estatísticos sobre o Memorando de Viña Del Mar**. Disponível em <http://www.acuerdolatino.int.ar/> acesso em 30/07/10 às 22:15

CLARK, B.E.G. *Steamboat Evolution, A Short History* . 1.Ed. London: Lulu Enterprise Ltd, 2007.

COMITTI, A., **Por que Investir em Manutenção Preditiva**, Revista Mecatrônica Atual - nº 16. 2004.

DEUTSCHE BANK. *The peak oil Market – price dynamics at the end of the oil age.2009*

EXXONMOBIL. *Marine Lubricants Service Guide*,[S.l:s.n][200-]

FORMIGLI, José. **Santos Basin Pre-Salt Cluster**. Rio Oil & Gas Conference, Rio de Janeiro. Setembro de 2008.

FUNDAÇÃO DE ESTUDOS DO MAR. **História da Marinha Mercante Brasileira 1822-1945**, 1. Ed. Rio de Janeiro: Serviço de documentação da Marinha, 2007.

FUNDAÇÃO DE ESTUDOS DO MAR. **História da Marinha Mercante Brasileira 1945-2002**, 1. Ed. Rio de Janeiro: Serviço de documentação da Marinha, 2009.

HARRIS. A. Kelly e M.J. **Administração da Manutenção Industrial**. São Paulo: Atlas,1987.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. **História da IMO**. Disponível em <http://www.imo.org/About/HistoryOfIMO/Pages/Default.aspx>. Acesso em 28/05/2015 às 16:10

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. **Fator Humano**. Disponível em <http://www.imo.org/OurWork/HumanElement/Pages/Default.aspx>. Acesso em 29/07/2010 às 11:50.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. *International Convention for the Safety of Life at Sea –SOLAS 1974 and its Protocol of 1988, amendments from 1, July 2004*. London,[s.n],2004

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. **ISM Code, International Safety Management Code**. London, [s.n],1997

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. **STCW Convention - Convenção Internacional de Atribuições de Tripulantes para Serviço a Bordo**.London,[s.n], 2000

JUNIOR, Joaquim Martins. **Como escrever trabalhos de conclusão de curso: instruções para planejar e montar, desenvolver, concluir, redigir e apresentar trabalhos monográficos e artigos**. 2. ed. Petropolis: Vozes, 2008.

MARINHA DO BRASIL. **Normas da Autoridade Marítima para Aquaviários**. Rio de Janeiro, [s.n], 2003.

NEW SULZER DIESEL. Diesel Training Course Documentation Type RTA76.

UNITOR CHEMICALS. **Product Guide**, [S.l:s.n][199-?]

VERITAS PETROLEUM SERVICES. Fuel System Check Guide Instruction Manual, [S.l:s.n][199-?]

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 9. Ed. São Paulo: Atlas, 2007.