

# CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA



## A IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DO ÓLEO COMBUSTÍVEL NAS INSTALAÇÕES MARÍTIMAS.

**Denis Eduardo Katagi Lós**

Monografia apresentada para o curso de Aperfeiçoamento de Oficiais de Máquinas da Marinha Mercante, E.F.O.M.M, do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, como parte dos requisitos necessários ao título de Primeiro Oficial de Máquinas da Marinha Mercante.

Orientador : **Hermann Regazzi Gerck**

Rio de Janeiro  
Agosto de 2012.

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**ORIENTADOR**

**PROFESSOR :** Hermann Regazzi Gerke

Observações:

---

---

---

---

**Nota :**

---

**Herrmann Regazzi Gerke**

---

Rio de Janeiro  
Agosto de 2012.

## **Agradecimentos**

É de suma importância agradecer primeiramente ao Sr. Jesus, a sua infinita misericórdia me permitiu chegar até aqui.

Merecem agradecimentos também todos os professores que se dedicaram em verdadeiramente no processo de aprendizado dos alunos e também colegas de profissão do APMA 2012.

Agradeço além dos professores, o Sr. Comandante do CIAGA e todos os profissionais do Departamento de Ensino e do CIAGA pelo empenho e dedicação em nos fornecer subsídios para realizar o presente trabalho.

Agradeço a Empresa Brasdril por ter permitido que eu pudesse fazer o curso sem rescindir o contrato de trabalho, demonstrando assim confiança ao fazer investimento no futuro do seu quadro de funcionários, demonstrando seu compromisso com o Ensino Profissional Marítimo Brasileiro.

Merecem também agradecimentos meus filhos Erick, Heitor, Julia e minha esposa Roseneri, meus pais Paulo Tito Peçanha Lós e Dylma Katagi Lós.

Por último mas não menos importante agradeço ao Mestre Hermann Regazzi Gerk que muito gentilmente aceitou ser meu Orientador e me forneceu grade auxílio para concluir o presente trabalho.

Rio de Janeiro  
Agosto de 2012.



## **Dedicatória.**

O presente trabalho é dedicado a Minha Família que sempre me ajudou e me fortaleceu para que eu jamais desistisse de seguir a carreira marítima.

A Minha esposa que aturou meu stress e mal humor para formatar a monografia e acertar tudo dentro das normas da ABNT, e meus filhos pequenos de 1 e 3 anos respectivamente que ficavam insistentemente demandando atenção e carinho, quebrando e destruindo tudo a minha volta nos momentos em que eu sentava para fazer o presente trabalho.

Fiz este trabalho com o ânimo de auxiliar realmente os colegas de profissão para que não passem por problemas com combustíveis e não venham a ficar em situações de risco por conta deste problema, uma vez que combustível de má qualidade pode levar a instalação marítima a condição inoperante

Dedico este trabalho também só profissionais marítimos que faça chuva ou faça sol estão no mar produzindo ou transportando riquezas para o engrandecimento do nosso amado país.

Rio de Janeiro  
Agosto de 2012.

## RESUMO

O Objetivo central deste trabalho é definir as causas principais de contaminação de óleo combustível nas instalações marítimas, e esclarecer como isto pode comprometer a integridade dos equipamentos, seres humanos e meio ambiente.

Fornecer subsídios para que os tripulantes possam reconhecer e combater estas contaminações em todas as etapas de utilização do combustível, (recebimento, armazenamento, purificação e queima).

Serão definidas as principais formas de contaminação química, contaminação física e biológica, enumerando os fatos que nos levam a um diagnóstico preciso acerca do problema que compromete o combustível, e os procedimentos que devem ser tomados pelos tripulantes para remediar o problema.

Por fim será estabelecida uma conexão entre a qualidade do combustível a eficiência da queima e a preservação do meio ambiente.

Palavras-chave: Combustíveis, Contaminantes, Prevenção.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Bactérias que contaminam o combustível vistas do microscópio.....	18
Figura 2 – Resíduos de contaminação biológica presentes no purificador de combustível.....	19
Figura 3 – Colônia de bactérias na interface líquida.....	19
Figura 4 – Teste kit de bactérias presentes no diesel.....	24
Figura 5 – Teste kit de óleo combustível.....	32









## SUMÁRIO

IINTRODUÇÃO.....	13
1 – Óleos Combustíveis Nas Instalações Marítimas.....	13
2 – Tipos de Contaminações Possíveis Dos Combustíveis Usados Nas Instalações Marítimas.....	18
2.1 – Contaminação Biológica.....	18
2.2 – Contaminação Física.....	21
2.3 – Contaminação Química.....	22
3 – Diagnóstico De Agentes Contaminantes.....	23
4 – Ações Preventivas e Corretivas de Contaminação de Combustíveis.....	32
5 – Responsabilidade Social dos Tripulantes Nas Operações Com Combustíveis.....	35
6 – Considerações Finais Acerca Deste Trabalho.....	37

## INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é abordar os problemas que a indústria Naval têm enfrentado ao longo destes anos por conta das contaminações presentes nos Óleos Combustíveis e no Gás Liquefeito usado a bordo das instalações marítimas.

Vale ressaltar que este trabalho não esgota a infinidade de assuntos relacionados a este tema escolhido e que a evolução tecnológica poderá e deverá promover alteração na forma de abordagem das problematizações abordadas.

Ao fazermos uma breve abordagem histórica acerca do assunto percebemos que o óleo combustível sempre foi amplamente utilizado na navegação mercante e nos navios de guerra, sendo inclusive considerado até os dias de hoje um recurso mineral estratégico e essencial para a economia de qualquer país, atualmente devido a evolução tecnológica podemos ter Gás liquefeito nas instalações de produção de petróleo e nos navios de luxo como no caso do Queen Mary II.

Devido a versatilidade e segurança, o óleo continua sendo usado em navios e nas instalações off-shore, atividades de apoio marítimo e demais instalações marítimas, havendo, claro a opção de Gás Natural, mas lembrando sempre que este tipo de combustível exige uma segurança maior e por isso, é mais comum a sua utilização nas embarcações de produção de Petróleo.

Portanto é de suma importância que o profissional tenha conhecimento acerca das técnicas de utilização do óleo combustível e os possíveis problemas que este pode apresentar e receba treinamento específico para trabalhar nas unidades onde o gás liquefeito é usado como combustível.

Mesmo com todos os treinamentos e especializações, certas práticas devem estar no automático, na rotina diária do tripulante.

Podemos citar como exemplo o hábito de drenar diariamente os tanques, de ter o purificador ou o clarificador funcionando constantemente do tanque de sedimentação para o tanque de serviço, pois o bom funcionamento dos equipamentos depende disso.

Mas este trabalho vai além de recomendações de boas práticas pois será feita também uma abordagem sobre os parâmetros internacionais que óleo têm que atender para ser considerado bom para uso, abordaremos também os testes que são feitos e os métodos de conservação da qualidade do óleo.

Sempre mantendo o foco na praticidade e na exequibilidade que o seguimento naval exige, pois não teríamos proveito algum se fosse feita uma abordagem extremamente teórica e intangível a realidade que se vive a bordo das instalações marítimas.

Por fim pode-se dizer que o objetivo do presente trabalho é fornecer subsídios práticos e aplicáveis em instalações marítimas aos leitores para que os mesmos possam identificar os problemas do óleo mesmo estando a bordo e que sejam capazes de remediar em tempo hábil os problemas identificados, tendo o perfeito entendimento das

situações em que podemos receber o óleo ou que possam recusar o recebimento do óleo com segurança de saber o que estamos fazendo.

## **1.0- ÓLEOS COMBUSTÍVEIS USADOS NAS INSTALAÇÕES MARÍTIMAS.**

O óleo é um combustível fóssil derivado do petróleo cru, é predominantemente formado por cadeias longas de hidrocarbonetos, particularmente alcanos, cicloalcanos e aromáticos, que sofrem processos de refino e tornam-se produtos de acordo com as especificações das máquinas onde será usado, para cumprir sua finalidade.

O óleo mais empregado nas embarcações é o Bunker, este nome foi dado a este combustível porque antigamente o carvão era armazenado em porões chamados de bunker, e este carvão formava uma lama preta parecida com este combustível por isso ele recebeu este nome.

Este combustível é composto por óleo residual básico misturado com solventes em proporções definidas; Quando este combustível surgiu, inicialmente passou a ser armazenados nos porões que anteriormente eram destinados ao armazenamento de carvão, muito usados nos antigos vapores.

O Bunker deverá atender as especificações da norma ISO 8217, a determinações do Departamento Nacional de Combustíveis e demais entidades que regulamentam a produção e comercialização dos derivados de petróleo, justamente por ser o combustível um recurso mineral estratégico.

O óleo combustível está dividido em dois grupos A e B de acordo com o seu teor de enxofre.

O grupo A são óleos com o teor de enxofre mais altos variando de 1% a 5.5% de acordo com a ANP (AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO).

Já o grupo B são os óleos com um teor de enxofre menor ou igual a 1%, justamente porque o enxofre é um dos principais contaminantes químicos, o elevado teor de enxofre promove um processo de corrosão sério que diminui consideravelmente a vida útil dos equipamentos mediante processos corrosivos, daí a necessidade de classificar os combustíveis segundo o seu teor de enxofre.

Observa-se que em 1970 houve uma grande crise de petróleo no mundo e o processo de refino do petróleo foi modificado, passando de um simples processo de destilação primária e de destilação a vácuo para a inclusão de um processo de craqueamento térmico onde sobre altas pressões e temperaturas onde as moléculas de hidrocarbonetos proveniente dos resíduos da destilação atmosférica são quebrados aumentando o volume de destilados que poderão ser submetidos agora a um craqueamento catalítico, que apesar de aumentar o volume de óleo Bunker produzido, agrega Alumínio Silicato ao combustível porque as refinarias não são capazes de remover completamente este catalizador usado no processo de craqueamento catalítico.

O Diesel é um combustível mais nobre e por isso mais caro, sua qualidade está intimamente ligada ao seu preço, a ponto de ser dividido em grupos de acordo com a sua qualidade e com a aplicação a que se destina.

O Diesel que possui uma série de variedades de acordo com o fim para que se destina.

Conforme determinação do Departamento Nacional de Combustíveis, a PETROBRAS coloca à disposição do mercado três tipos de Óleo Diesel, a saber:

**TIPO A** – Diesel automotivo, utilizado em motores diesel e instalações de aquecimento de pequeno porte.

**TIPO B** – Diesel metropolitano. É também utilizado para aplicação automotiva. Difere do diesel Tipo A por possuir no máximo 0,5 % de enxofre e por somente ser comercializado para uso nas regiões metropolitanas das seguintes capitais: Porto Alegre, Curitiba, São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Salvador, Recife, Fortaleza e Aracaju.

**TIPO D – DIESEL MARÍTIMO.** É produzido especialmente para utilização em motores de embarcação marítimas. Difere do diesel Tipo A por Ter especificado o seu ponto de fulgor em, no mínimo, 60 °C.

Desta forma podemos ter um óleo diesel que não atenda a aplicações marítimas pois há um parâmetro muito importante que está relacionado ao PONTO DE FULGOR do óleo diesel, pois o diesel marítimo não deverá ter o ponto de fulgor superior a 60°C, sob pena da embarcação marítima ser considerada fora de classe.

Ao receber o óleo a bordo, antes do recebimento o fornecedor entrega uma folha de identificação do produto, esta folha chama-se FISPQ .

Estas qualificações são muito importantes para nortear a escolha do combustível a ser comprado para o equipamento, por isso a indústria já especifica em seu produto através de análises de laboratório que especificam no (FISPQ) do produto suas características de maior relevância qual sejam, viscosidade, teor de enxofre, ponto de ignição , ponto de combustão, ponto de fluidez e demais informações que são de suma relevância para verificar a compatibilidade com o equipamento.

Temos que olhar primeiramente as características físicas do combustível ASPECTO procurando por turbidez ,E impurezas visíveis, partes de tinta que podem se desprender do tanque contaminando o combustível, de forma física.

A DENSIDADE DO ÓLEO COMBUSTÍVEL é importante pois temos que ter em mente que densidades menores que o normal sinalizam para um baixo rendimento do combustível uma vez que tende a compor misturas pobres e induzem a um maior consumo para produzir a potência necessária, por outro lado os combustíveis mais densos que o normal tendem a formar depósitos nas câmaras de combustão e aumentam as emissões poluentes.

O TEOR DE ENXOFRE é informado pelo fabricante pois o combustível com um teor de enxofre alto , após queimado fornece grande quantidade de SO<sub>2</sub> (dióxido de enxofre) e SO<sub>3</sub> (Tri óxido de enxofre) que na presença da umidade formam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Ácido Sulfúrico), que além de ser um poluente é altamente corrosivo.

O teor de enxofre não deverá ser superior a 2% pois isto implicaria em um processo corrosivo muito acentuado e emissões tóxicas para o meio ambiente.

Olharemos o valor fornecido da VISCOSIDADE do óleo, os métodos adotados no nosso país são CINEMÁTICA e SAYBOLT sendo seus valores expressos em (cSt) Centistokes e Segundos Saybolt Furol respectivamente, a viscosidade é uma medida de resistência ao fluxo portanto quanto maior for o valor da viscosidade de um fluido mais difícil será seu escoamento, estes valores são importantes pois o fabricante do equipamento recomenda uma faixa de viscosidade ideal de funcionamento e se o óleo estiver acima desta faixa poderá causar aumento de desgaste do conjunto bomba injetora e queimadores e deficiência de atomização aumentando fumaça e poluição do ar, se a densidade for menor que a faixa estabelecida pelo fabricante o combustível não promoverá a lubrificação adequada ocasionando o desgaste do sistema de injeção ocasionando vazamentos.

Vale ressaltar que estes danos não serão cobertos pelo seguro uma vez que o equipamento funcionou fora dos parâmetros operacionais descritos pelo fabricante.

Não havendo manual técnico podemos dizer que o Bunker deverá estar com uma faixa de viscosidade entre 12 e 17 cSt, no momento do consumo no motor.

O PONTO DE FLUIDEZ é determinado pela menor temperatura que o combustível ainda escoar, a princípio poderíamos pensar que trata-se de um dado irrelevante mas quando consideramos que este óleo será armazenado em tanques e terá que ser bombeado para consumo e isto depende de aquecimento e este aquecimento custa dinheiro, percebemos que é um dado relevante pois quanto menor for o seu ponto de fluidez menores serão os custos com aquecimento para transferir este óleo através de bombas.

É de SUMA IMPOTÊNCIA lembrar que o óleo pesado não poderá ser armazenado com temperatura maior que 60°C, pois isto implica PERDA DE CLASSE da embarcação, portanto se recebemos um óleo com ponto de fluidez superior a 60°C seria necessário aquecer este óleo a uma temperatura igual ou superior a esta, o que colocaria a embarcação FORA DE CLASSIFICAÇÃO, pois a sociedade classificadora seria convocada para estabelecer parâmetros de controle adicionais para operar com a embarcação nestas condições gerando custos elevados à operação, por isso é muito importante observar esta parâmetro.

O PODER CALORÍFICO deverá ser observado pois ele indica a quantidade de calor produzida pela queima completa de uma determinada massa do combustível, sendo expressa em Kcal / Kg, é mister que precisamos do maior poder calorífico possível, isto fornecerá mais energia com menor gasto de transporte e armazenamento de combustível.

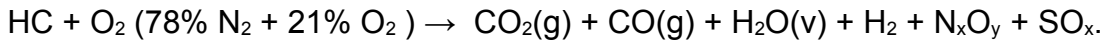
O TEOR DE ASFALTENOS representa a quantidade de asfaltenos presente nos combustíveis, asfaltenos são estruturas grandes compostas por hidrocarbonetos aromáticos com ramificações de cadeias parafínicas nas extremidades contendo, infelizmente, átomos de nitrogênio, enxofre e vanádio. O teor de asfalto implicará diretamente no percentual de material particulado durante a queima, sendo responsável por entupimentos de filtros e bicos queimadores e sedimentação de tanques.

Porque nos preocupar com estes átomos de Nitrogênio, Enxofre e Vanádio?



Simplemente porque estes elementos químicos quando submetidos a altas temperaturas e pressões reagem quimicamente com os elementos da queima de combustível e formam componentes extremamente nocivos à instalação marítima.

Observemos senão as equações genéricas e não equilibradas de queima e seus produtos:



Estes ácidos serão responsáveis por um severo processo de corrosão nas estruturas metálicas, e os óxidos de nitrogênio  $\text{N}_x\text{O}_y$  e os óxidos de enxofre  $\text{SO}_x$ , combinados com outras substâncias presentes na atmosfera, causam uma séria poluição atmosférica conhecida como SMOG FOTOQUÍMICO, que é muito frequente em grandes centros urbanos.

O Vanádio também está presente nestes produtos, e ao queimar forma o peróxido de vanádio,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{V}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{Vanadatos}$ , que desencadeiam processos corrosivos severos em superfícies metálicas em altas temperaturas.

Por isso temos que considerar o teor de asfaltenos é um parâmetro importante para a conservação das estruturas metálicas.

AS CINZAS E O TEOR DE METAIS indicam a presença de compostos minerais inorgânicos no combustível, tais como átomos de alumínio, ferro, níquel, vanádio, cálcio, silício e sódio.

Alguns deles são introduzidos no processo de refino do óleo como catalizadores (ALUMÍNIO SILICATO DE SÓDIO).

Antigamente o processo de refino de petróleo baseava-se apenas na destilação atmosférica e na destilação a vácuo, mas devido a crise de petróleo que assolou o mundo na década de 70 os cientistas buscaram formas de aumentar a fração de combustível no processo de refino do petróleo, e descobriram os processos de craqueamento simples e craqueamento catalítico, que usam os catalizadores sendo um deles o Alumínio Silicato, e que não podem ser totalmente removidos no processo de refino e por isso ficam resíduos no óleo combustível Bunker.

Quando recebemos o óleo temos que verificar o percentual destes resíduos no óleo, para recebimento de combustível ele não deverá ser maior que 80 ppm, mas para o consumo no motor ele deverá estar entre 9 a 10 ppm., observem que a centrifugação separa sólidos e água e este processo feito a bordo é quem irá assegurar esta redução da concentração de sólidos para os padrões aceitáveis.

Observamos anteriormente que todos estes sólidos residuais realizam combinações corrosivas após a queima.

Mas nos motores de combustão interna seus efeitos são piores pois além de acelerar processos corrosivos eles promovem abrasão das bombas e bicos injetores e

corrosão do sistema de descarga.

Nas instalações de caldeira seus efeitos também são extremamente danosos uma vez que estas cinzas se depositam nas paredes da câmara de combustão e diminuem a eficiência térmica do equipamento, e aceleram processos corrosivos no interior da câmara de combustão e nas partes estruturais.

PERCENTUAL DE ÁGUA E SEDIMENTOS é um dado extremamente importante pois a água é responsável por modificações químicas no combustível, alteração de PH que propicia a proliferação de bactérias e fungos, surgimento de borra resultando em entupimentos do sistema de injeção, corrosão e perda de eficiência da queima, Petrobras recomenda que este valor não esteja superior a 2% em volume.

O Gás Liquefeito de Petróleo é uma realidade recente para as instalações marítimas e não é comum em navios, mas é extremamente usado em instalações de produção de petróleo uma vez que é abundante e muitas vezes queimado no flare por falta de equipamento para liquefazer e armazenar o gás.

Os problemas que enfrentaremos são bastante parecidos com os presentes no combustível líquido, pois também encontraremos no GLP o enxofre, o nitrogênio e a umidade presentes no comburente que é o ar.

Por isso os resíduos corrosivos formados após a queima serão praticamente os mesmos.

Os problemas adicionais serão de ordem termodinâmica pois para armazenar este combustível temos que comprimir o Gás Natural e este ficará armazenado em temperaturas muito baixas na ordem de  $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ , o que poderá causar congelamentos de redes e conseqüentemente obstrução de fluxo de combustível e parada de equipamentos, nas hipóteses de vazamento e ruptura de tubulações queimaduras criogênicas, asfixia e incêndio.

Note que este tipo de combustível requer medidas especiais de combate a incêndio pois ao identificarmos um vazamento com feixe de fogo não deveremos apagar, pois o gás vazaria de forma indefinida e causaria incêndios secundários, teríamos nesta hipótese que resfriar o entorno até que se possa isolar o gás.

Este tipo de Gás é um dos componentes presentes no óleo produzido pelo poço de petróleo, e muitas vezes era queimado no Flare por medida de segurança desperdiçando energia.

Atualmente a ANP fez constar nos novos contratos, um fator de aproveitamento do gás liquefeito pois muito se perdeu neste país por falta de capacidade técnica de liquefazer e armazenar o gás produzido pelo poço.

O gás também possui contaminações e impurezas, somado a isto teremos problemas de congelamento e outros problemas que exigem um controle de qualidade criterioso.

Percebemos que a qualidade do combustível é muito importante, o recebimento deste óleo é um momento sério que requer diligência e cuidados, pois no ato do recebimento do combustível já podemos ter uma ideia muito boa dos futuros problemas

que iremos enfrentar se recebermos um óleo de péssima qualidade.

Ocorre que muitas vezes a aquisição do combustível não passa pelo setor técnico da empresa, pois em algumas empresas a aquisição dos consumíveis é feita pelo departamento comercial, não havendo outra alternativa senão aceitar o óleo.

Contudo na condição de 1º OM pode-se elaborar um parecer técnico alertando a empresa sobre o problema e tentar administrativamente que o departamento comercial adquira um óleo baixa qualidade.

## **2.0- TIPOS DE CONTAMINAÇÕES POSSÍVEIS DOS COMBUSTÍVEIS USADO NAS INSTALAÇÕES MARÍTIMAS**

O óleo combustível por ser um produto derivado do petróleo, possui contaminantes já existentes no óleo cru e ainda recebe contaminantes durante os processo de refino, armazenamento e transferência de combustível da refinaria até o usuário final.

A natureza da contaminação pode se originar de três fontes : Biológica, Física e Química.

Todas estas fontes são capazes de comprometer consideravelmente o funcionamento da nossa instalação, muitas vezes a ponto de inviabilizar o uso do combustível contaminado devido aos elevados custos de recuperação do combustível.

Pode-se dizer que é impossível eliminar completamente estas fontes de contaminação, por isso trabalha-se no sentido de controlar as mesmas dentro de limites aceitáveis para o funcionamento dos equipamentos que se deseja operar, fixando os parâmetros sempre de acordo com os parâmetros de qualidade do equipamento mais exigente a bordo. Suponha que o MCP possa operar com um diesel que tenha até 0.9% em enxofre e o MCA aceite até 0.7%, nesta hipótese deve-se atender o menor valor para garantir a qualidade definida pelo equipamento mais exigente, assim procede-se com meios de controle de contaminação trabalhando dentro destas faixas de aceitação dos contaminantes pois será extremamente custos para a empresa comprar um combustível livre de contaminantes inviabilizando a operação da instalação marítima.

Vejamos mais detalhadamente as fontes de contaminação :

### **2.1 - CONTAMINAÇÃO BIOLÓGICA.**

A contaminação Biológica consiste em uma proliferação exacerbada de bactérias e Fungos no sistema de óleo combustível, a figura abaixo ilustra bactérias do diesel.



*Figura -1*

Os tanques de combustível não funcionam completamente cheios, sempre há um espaço vazio no tanque que é preenchido com ar mais vapores de combustível.

Ocorre que quando esta massa de ar alcança o ponto de orvalho a umidade do ar precipita-se para o fundo do tanque por ser a água mais densa que o combustível, além disso o próprio combustível possui até 2% de água em sua composição.

Esta água associada a ótima temperatura para proliferação de matéria viva e à fartura de alimento orgânico, propicia a proliferação das bactérias e de fungos, que espalham-se por todo o sistema de óleo combustível, promovendo uma série de problemas que vão de aceleração do processo corrosivo até bloqueio do sistema.

Este tipo de contaminação promove entupimentos no sistema de óleo combustível porque as bactérias tendem a formar colônias para reduzir o fluxo de combustível o que facilita a fixação de suas colônias geralmente nos filtros e nas curvas de tubulações.

Veamos a figura ilustrativa que mostra contaminação biológica:



*Figura - 2*

As bactérias alimentam-se dos hidrocarbonetos e excretam água e sais que contaminam o combustível, promovendo a acentuação do processo corrosivo uma vez que acidificam o sistema.

Observem na figura abaixo como as bactérias formam suas colônias na interface líquida:



*Figura - 3*

Os fungos acidificam o combustível e também colaboram para a acentuação do processo corrosivo dos tanques, tubulações e todas as partes metálicas que integram o sistema.

A contaminação biológica se mostra mais acentuada nos sistemas onde a circulação do óleo combustível não é feita de forma correta e as rotinas de drenagem dos tanques não são seguidas.

Pode-se ainda identificar como uma das hipóteses de favorecimento deste tipo de contaminação a falta de um aquecimento controlado permanente nos tanques de diesel, pois apesar de existirem em alguns projetos serpentinas de aquecimento nos tanques de diesel, muitas vezes os tripulantes não fazem a circulação do vapor isolando a serpentina, observe que se eleva a temperatura do diesel para 50°C já teríamos eliminado grande parte de umidade com simples processo regular de drenagem e um grande número de bactérias e fungos que não são resistentes a esta temperatura.

Outro fator que contribui sobremaneira para este tipo de contaminação é manter o combustível muito tempo armazenado sem usar, isto ocorre porque há decantação do combustível que promove a formação de uma camada de água no fundo do tanque e as bactérias e fungos se reproduzem nesta interface.

Nos navios mercantes necessariamente encontra-se tanques de sedimentação, armazenamento e serviço, justamente porque temos que receber o combustível nos tanque de armazenamento onde ele fica estocado para uso futuro, por isso deve haver o cuidado de estabelecer um plano de consumo de forma que o combustível não permaneça tempo demasiadamente longo na condição de armazenamento, ou seja deveremos usar prioritariamente o combustível por ordem de recebimento para que não se receba e use o óleo novo e o que já estava armazenado fique esquecido e por isso armazenado mais tempo do que deveria.

No que diz respeito à transferência deste combustível podemos dizer que a melhor maneira de fazer isto é transferir o combustível para o tanque de sedimentação por meio de purificador ou clarificador para que o tanque de serviço e este irá transbordar continuamente de volta para o tanque de sedimentação de forma que teremos assim uma máxima remoção de água e sedimentos do combustível, e isto ajuda a prevenir as contaminações biológicas.

Observe que durante este processo todos os tanques deverão ser drenados de forma rotineira, de acordo com a frequência determinada pelo Chefe de Máquinas da embarcação.

Também temos que ter o cuidado de saber que o combustível recebido pela embarcação poderá conter contaminação, sendo esta mais uma modalidade de adquirir a contaminação biológica do combustível, justamente por isso é extremamente razoável que ao recebermos um combustível novo não devemos receber o mesmo em um tanque que já possui combustível, mas receber em um tanque vazio e limpo e logo após ao recebimento deveremos dosar em caráter preventivo BIOCIDAS e fazer os testes de diagnóstico de bactérias e fungos no combustível recebido .

Concluimos este tópico certos de que as principais formas de contágio de contaminação biológica do combustível estão fortemente ligadas à deficiência do

processo de remoção de água do combustível pelo pessoal de bordo, a falta de controle de temperatura do combustível armazenado e a desorganização e falta de critério em estabelecer uma ordem de consumo e recebimento de combustíveis nos tanques que levam a um armazenamento prolongado excedendo o tempo que um combustível deve permanecer em repouso e a aquisição de combustível de um combustível previamente contaminado sem que fossem tomadas as medidas preventivas de contaminação biológica, por isso podemos afirmar que se instruímos a tripulação a tomar as medidas de prevenção apontadas reduziremos a níveis despreocupantes e insignificativos

## **2.2 - CONTAMINAÇÃO FÍSICA.**

A contaminação Física ocorre por conta de contaminantes físicos já presentes no combustível ou quando são introduzidos detritos físicos no sistema de combustível, como exemplo parafusos, chave de fenda, marreta, trapos, porcas, arruelas, camisa do vasco e todos as demais espécies de coisas que são completamente inúteis ao bom funcionamento do sistema de óleo combustível.

Ao se usar um tanque por tempo prolongado sem fazer uma parada para abrir, limpar e inspecionar, nós teremos uma camada de detritos de sílica na parte inferior do tanque que poderá causar sérios danos às partes móveis do MCP e Bomba Injetora. Justamente por isso devemos estabelecer uma rotina de limpeza dos tanques de combustível para que estes resíduos sejam eficientemente removidos antes de alcançar o MCP e Acessórios.

Não raras as vezes ouve-se depoimentos de colegas que tiveram que transferir o combustível para outro tanque de combustível, por conta de contaminação física que impediam a sucção de óleo do tanque por força de entupimento das válvulas de sucção, por intermédio de detritos de natureza física, amargando assim prejuízo de ter que disponibilizar mão-de-obra para o fazer o trabalho novamente, observe que por conta de entupimento das válvulas de sucção do referido tanque a transferência far-se-á mediante bombas sapo o que faz com que a faina seja muito demorada, exaustiva e perigosa uma vez que o tanque possui gases inflamáveis que criam atmosfera potencialmente explosiva, que envolve procedimentos da NR 33 e tudo isto por uma simples inobservância de procedimentos de checagem do local de trabalho após o serviço.

Pode-se também apontar como experiência empírica que nos trabalhos realizados por bloco temos que fazer um controle minucioso, pois recebemos diversos tipos de trabalhadores que não estão devidamente comprometidos com o serviço ou com o bom funcionamento da embarcação, não raras as vezes flagramos integrantes de bloco consumindo entorpecentes no interior dos tanques durante o serviço, dormindo e fazendo coisas que sequer convém mencionar, os tripulantes devem sempre estabelecer rotinas de inspeção pré-serviço e pós-serviço rigorosas, anotando e registrando todo e qualquer tipo de alteração por mais simples que seja.

Não raras as vezes, estes trabalhadores deixam pra trás detritos tais como roupas, trapos, baldes, ferramentas de raspagem, cordas, etc.... Tudo isto contribui para entupimentos de redes, impedimento de fechar a válvula de forma completa, danificação de equipamentos, comprometimento da qualidade do combustível, pane e na pior das hipóteses acidentes ambientais e marítimos.

Para ilustrar estes problemas podemos citar um caso extremo onde um cadáver foi deixado dentro do tanque, pois segundo o relato do colega de profissão ocorreu briga entre integrantes do bloco e um funcionário matou o outro, para livrar-se do problema ele colocou o corpo no canto do tanque, o oficial negligenciou a contagem de pessoal e fez uma inspeção após trabalho ruim e por isso não percebeu que faltava um trabalhador e que havia um cadáver dentro do tanque.

Somente quando o cadáver entupiu a sucção do tanque de serviço causando pane na embarcação, somente então os tripulantes, perceberam o problema e a empresa teve grande problema para solucionar juridicamente o problema.

Portanto pode-se concluir que a contaminação física é em sua maioria causada por ação humana de negligência e irresponsabilidade, que propicia a entrada e o acúmulo de detritos de toda natureza no interior dos tanques de forma que a qualidade do combustível e a integridade dos componentes do sistema acabam tendo seu funcionamento comprometido.

### **2.3 - CONTAMINAÇÃO QUÍMICA.**

A contaminação química é decorrente de elementos químicos inerentes à própria constituição natural do petróleo ou elementos agregados nos processos de obtenção e refino, que por razões de custo e benefício não são devidamente removidos nos processos de refino.

Quanto aos contaminantes químicos acrescentados no próprio processo de refino do petróleo, estes contaminantes promovem desgaste excessivo das partes móveis do motor e acentuam o processo corrosivo da instalação marítima devido aos ácidos formados a partir dos gases de descarga do motor e o desgaste ocorre devido aos catalizadores conhecidos como cat fines.

Vamos fazer uma abordagem mais aprofundada acerca dos principais contaminantes químicos a saber:

**Água** – Este contaminante é muito comum nos combustíveis e já está presente nos primeiros momentos de obtenção do petróleo pois o mesmo é removido do poço junto com gás e água salgada.

Após a separação do óleo, gás e água o óleo é bombeado por meio de oleodutos ou navios tanque para refinarias onde sofre um processo de refino e apesar de ter água removida ainda sim é permitido pela ANP um percentual de até 2% de água no produto final o combustível Bunker.

Já o diesel não deverá conter água mas mesmo assim sabemos que o combustível possui um percentual de água pois ele é armazenado em tanques de armazenamento que possuem um volume considerável de ar que possui umidade e esta umidade precipita-se no combustível contaminando o mesmo.

Portanto pode-se perceber que não há como ter um diesel armazenado sem água, portanto a solução é ter uma rotina de drenagem muito consistente e ter separadores centrífugos funcionando a todo tempo, de forma que o combustível centrifugado esteja

enchendo e transbordando do tanque de serviço de volta para o tanque de sedimentação.

Deve-se ter em mente que a umidade é extremamente danosa a boa operação da embarcação, pois ela é responsável por falha de queima conhecida como chama pulsante, causa corrosão e abrasão extrema nos injetores, além disso a água combina-se com os óxidos residuais da queima do combustível, e formam ácidos que atacam o sistema de descarga da máquina térmica, no caso particular da caldeira o ataque será feito dentro da fornalha.

Enxofre – Este contaminante é inerente ao óleo combustível, não há como remover completamente o mesmo, pois isto não seria economicamente viável, as indústrias fazem uma seleção na hora de comprar o combustível baseada no equipamento e suas características técnicas segundo o fabricante de forma a trabalhar dentro do teor de enxofre permitido pelo fabricante.

Por exemplo para um motor a combustão interna deseja-se um óleo com baixo teor de enxofre de no máximo 1%, ao passo que para um queimador de óleo tipo flare destinado a queimar possíveis gases durante um procedimento de teste de poço novo, se usaria um óleo com teor de enxofre maior e desta forma nos cabe apenas checar se óleo atende as especificações do fabricante para otimizar custos.

Vanádio - Este contaminante assim como o enxofre também esta na composição do petróleo e será o responsável por uma série de problemas como descreveremos a seguir, é importante ressaltar que trabalhamos com um binômio de custos nestes casos, pois os equipamentos que suportam trabalhar com taxas de contaminantes maiores são mais caros e os que não suportam trabalhar com taxas tão altas de contaminantes são mais baratos por isso o departamento técnico tem que tomar estas decisões baseadas no projeto.

O departamento técnico deverá decidir se é mais vantajoso escolher um equipamento caro que trabalhe com óleo de pouca qualidade ou se é mais vantajoso fazer a aquisição de um equipamento mais barato que aceite trabalhar apenas com óleo de ótima qualidade, o fato certo é que quanto melhor o combustível mais caro será o preço porque custa muito remover estes contaminantes e quanto maior a permissibilidade do equipamento em trabalhar com óleo cheio de contaminantes mais caro será o equipamento.

### **3.0- DIAGNÓSTICO DE AGENTES CONTAMINANTES.**

Diagnosticar o agente contaminante presente no combustível é fundamental para que se possa estudar as ações necessárias para eliminar os agentes contaminantes ou reduzir seu percentual para níveis aceitáveis segundo as especificações técnicas dos fabricantes dos equipamentos.

Este diagnóstico normalmente é feito por laboratórios especializados em análises de combustíveis e lubrificantes para indústria naval.

Entretanto muitas vezes o navio pode se encontrar em localidades remotas que não permitem acesso a estes laboratórios ou os meios logísticos são ineficientes



ao ponto de permitir receber os resultados somente após o consumo do combustível já tenha sido iniciado, o que não nos permitiria evitar colocar um combustível contaminado no sistema, por isso o Sr. Chefe de Máquinas deverá dispor kits de análise de combustíveis a bordo do navio e prover treinamento aos tripulantes para analisar o combustível de bordo.

Observe as fotos de um dos diversos tipos de kits de teste de combustível que podemos ter a bordo:



Figura - 4

Quanto mais sofisticado for os kits e mais aprofundado for o treinamento do pessoal, maior será a probabilidade de identificar uma provável não-conformidade com o combustível e evitar que ele entre no sistema causando danos às instalações.

Observe que é fundamental receber o óleo em um tanque vazio e limpo, pois desta forma é possível ter certeza de que o óleo não se contaminou por misturar-se com um óleo já contaminado que possuíamos antes, portanto se constatado que o óleo recebido era ruim será possível bombear de volta para a chata que forneceu o óleo sem ter o problema de contra argumentos acerca da contaminação do produto recebido.

Vejamos portanto alguns dos testes previstos na especificação do óleo diesel, assim como os seus respectivos significados e sua influencia no funcionamento dos motores:

## Aspectos

É uma indicação visual da qualidade e de possível contaminação do produto. O diesel deve apresentar-se límpido e isento de materiais em suspensão que, quando presentes, podem reduzir a vida útil dos filtros do equipamento.

O teste é feito observando-se, contra a luz natural, uma amostra de 0,9 litros do produto contido em recipiente de vidro transparente e com capacidade total de 1 litro.

Este teste permite identificar contaminações físicas e biológica pois os sólidos inorgânicos e orgânicos são normalmente visíveis.

## **Cor ASTM**

É uma avaliação da cor característica do produto.

Alterações na mesma pode ser indicativo de problemas no processo produtivo, contaminação ou degradação do diesel (o que ocorre quando o mesmo é estocado por períodos longos ou quando fica exposto a temperaturas acima do ambiente), o que propicia desenvolvimento de contaminação biológica.

O teste é feito comparando sua cor com discos coloridos que apresentam uma faixa de valores de 0,5 a 0,8.

Nesse ensaio utiliza-se uma fonte de luz padrão que compõe uma aparelhagem específica para esta avaliação. Na expressão do resultado desse teste, a letra L colocada antes de um valor numérico significa que a cor do produto foi definida como sendo menor que a cor do padrão indicado e maior do que o padrão imediatamente inferior

Por exemplo, uma cor expressa como L3 indica que a cor é menor que 3, porém, maior que o valor anterior da escala de padrões, isto é, maior do que 2,5.

## **Teor de enxofre**

É um indicativo da concentração deste elemento no óleo.

O enxofre é um elemento indesejável em qualquer combustível devido à ação corrosiva de seus compostos e à formação de gases tóxicos com  $\text{SO}_2$  (dióxido de enxofre) e  $\text{SO}_3$  (trióxido de enxofre), que ocorre durante a combustão do produto.

Na presença de água, o trióxido de enxofre leva à formação de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), que é altamente corrosivo para as partes metálicas dos equipamentos, além de ser poluente.

O teste é feito queimando-se uma pequena quantidade de amostra em equipamento específico.

Esta queima transforma o enxofre presente em óxidos que, após serem quantificados, fornecem a concentração de enxofre total no óleo.

Estão também disponíveis equipamentos que fazem a análise incidindo raios X em uma amostra do produto, colocada confinada em uma célula própria.

Nesse caso os átomos de enxofre absorvem energia de um comprimento de ondas específico numa quantidade proporcional à concentração de enxofre presente no diesel.

Para os tripulantes não há possibilidade de fazer testes tão complexos, por isso a FISPQ deverá ser checada quanto ao valor de enxofre informado pelo fornecedor e ser verificado se o mesmo está compatível com a faixa de permissibilidade do equipamento, de acordo com o manual do fabricante ou com as recomendações do departamento técnico da empresa.

### **Temperatura da destilação de 50% do produto**

É a temperatura na qual 50% do volume do produto é destilado.

Essa análise visa controlar a relação entre o teor de frações leves e pesadas no produto com objetivo, entre outros de possibilitar um bom desempenho do motor quando o mesmo já se encontra em regime normal de funcionamento e nas retomadas de velocidade.

O teste é feito destilando-se 100 ml da amostra e anotando a temperatura correspondente à destilação de 50% do produto.

### **Temperatura de destilação de 85% do produto**

É a temperatura na qual 85% do volume do produto é destilado.

Essa análise visa controlar o teor de frações pesadas no óleo com objetivo de minimizar a formação de depósitos no motor, as emissões gasosas de hidrocarbonetos não queimados, fumaça e óxido de nitrogênio.

É feito na determinação da temperatura de destilação dos 50%, anotando-se a temperatura correspondente à destilação de 85% da amostra.

### **Densidade a 20/4° C**

É a relação entre a massa específica do diesel a 20° C e a 4° C (em g/cm<sup>3</sup>).

Os motores são projetados para operar com combustíveis em uma determinada faixa de densidade, tendo em vista que a bomba injetora dosa o volume injetado.

Variações na densidade levam a uma significativa variação na massa de combustível injetada, impossibilitando a obtenção de uma mistura de ar\combustível o que aumenta a emissão de poluentes como hidrocarbonetos, monóxido de carbono e material particulado.

Valores baixos para a densidade reduzem o desempenho dos motores pela formação de uma mistura pobre, o que leva a uma perda de potência do motor e a um aumento do consumo de combustível.

A densidade a 20/4° C também é usada para calcular o volume do produto a 20° C, que é usado para efeito de faturamento.

O teste é feito imergindo-se um densímetro de vidro em proveta de 1.000 ml contendo amostra do produto (conforme método ASTM DI 298). Nesse caso o resultado é expressão como densidade a 20/4° C.

Existem aparelhos eletrônicos que são mais atuais e que, a partir de uma pequena quantidade da amostra, determinam o período de vibração de uma célula (um tubo de vidro em forma de U) cheia com o produto e a partir daí calculam a sua densidade.

## **Viscosidade**

É uma medida da resistência oferecida pelo diesel ao escoamento.

Seu controle visa permitir uma boa atomização do óleo e preservar sua característica lubrificante.

Valores de viscosidade abaixo da faixa podem levar a desgaste excessivo nas partes auto-lubrificantes do sistema de injeção, vazamento na bomba de combustível e danos ao pistão.

Viscosidades superiores à faixa podem levar a uma aumento do trabalho da bomba de combustível, que trabalhará forçada e com maior desgaste, além de proporcionar má atomização do combustível com conseqüente combustão incompleta e aumento da emissão de fumaça e material particulado.

O teste é feito fazendo-se escoar sob gravidade, uma quantidade controlada da amostra através de um viscosímetro de tubo capilar de vidro, sob temperatura previamente fixada e mantida sob controle. Anota-se o tempo necessário ao escoamento que posteriormente é corrigido conforme o fator do tubo.

Quanto maior for o tempo necessário ao escoamento, mais viscoso é o produto.

A viscosidade assim determinada é conhecida como viscosidade cinemática sendo seu resultado expresso em centésimos de Stokes (centiStokes).

Este teste é extremamente simples e devemos fazer o mesmo a bordo especialmente nos navios com tubulão de cambagem de combustível pois nesta hipótese a viscosidade da mistura é variável de acordo com a proporção de mistura Óleo Pesado e Diesel.

## **Ponto de Névoa**

É definido como a menor temperatura em que se observa a formação de uma turvação numa amostra do produto, indicado o início da cristalização de parafinas e outras substâncias de comportamento semelhante que estão presentes e tendem a

separar-se do diesel, quando este é submetido a baixas temperaturas de resfriamento contínuo.

Os valores do Ponto de Névoa superiores à temperatura ambiente conduzem a maiores dificuldades de partida do motor e a perdas de potência do equipamento devido a obstrução, por parafinas, das tubulações e filtros do sistema de combustível.

O teste é feito submetendo-se uma dada quantidade da amostra a resfriamento numa taxa específica, até que haja o aparecimento, pela primeira vez, de uma área turva no fundo do tubo de teste.

### **Corrosividade ao cobre**

É uma avaliação do caráter corrosivo do produto.

Esse teste dá uma indicação do potencial de corrosividade do diesel no que se diz respeito à peças de cobre, ligas de cobre e outros metais.

O caráter corrosivo do diesel é normalmente associada à presença de enxofre elementar ( $S^0$ ) e gás sulfídrico ( $H_2S$ ). O teste é feito imergindo ma lâmina de cobre devidamente preparada numa amostra do produto mantida a  $50^{\circ} C$ , por 3 horas.

Decorrido esse tempo, a lâmina é retirada, lavada e sua coloração é comparada com lâminas-padrão da ASTM.

### **Percentagem de Resíduo de Carbono**

É o teor do resíduo obtido após a evaporação das frações voláteis do produto, submetido a aquecimento sob condições controladas.

Considerando-se o produto sem aditivos, a percentagem de resíduo de carbono correlaciona-se com a quantidade de depósitos que podem ser deixados pelo diesel na câmara de combustão.

Valores altos de resíduo de carbono podem levar à formação de uma quantidade excessiva de resíduo na câmara de maior contaminação de óleo lubrificante por fuligem.

O teste consiste em aquecer uma amostra (tomada dos 10% finais da destilação), colocando-a em bulho de vidro, a  $550^{\circ} C$ , por um tempo pré-determinado. O resíduo remanescente é calculado como fração percentual da amostra original.

### **Porcentagem de Água e Sedimentos**

É uma medida percentual do teor dessas substâncias no produto.

A presença desses contaminantes em níveis superiores àqueles pré-fixados,

são altamente prejudiciais ao diesel pois aceleram sua deterioração e prejudicam sua combustão além de acelerar a saturação dos filtros e provocar danos ao sistema de combustível.

O teste é feito centrifugando-se, em tubo de ensaio, uma quantidade pré-fixada da amostra misturada com quantidade igual de um solvente(tolueno).

No final, lê-se a camada de água e de sedimentos presentes na parte inferior do tubo e a seguir calcula-se a percentagem (de água + sedimentos) em relação à amostra tomada.

Se houver o recebimento de um combustível com um teor de água elevado já se sabe os cuidados com as medidas de eliminação de umidade do combustível deverão ser reforçados, por exemplo citamos o aquecimento do tanque, centrifugação do óleo combustível e rotina de drenagem dos tanques.

### **Teor de Cinzas**

É o teor de resíduos inorgânicos não combustíveis apurado após a queima de uma amostra do produto.

Essa avaliação visa garantir que os sais ou óxidos metálicos, formados após a combustão do produto e que se apresentam como abrasivos, não venham a causar depósitos numa quantidade que prejudique os pistões, a câmara de combustão, etc.

O ensaio é feito queimando-se uma determinada quantidade de amostra, seguido da calcinação do resíduo com sua posterior quantificação como percentagem de cinzas no óleo.

### **Número de Cetano**

O número de cetano mede a qualidade de ignição de um combustível para máquina diesel e tem influência direta na partida do motor e no seu funcionamento sob carga. Fisicamente, o número de cetano se relaciona diretamente com o retardo de ignição de combustível no motor de modo que, quanto menor o número de cetano maior será o retardo da ignição.

Conseqüentemente, maior será a quantidade de combustível que permanecerá na câmara sem queimar no tempo certo. Isso leva a um mau funcionamento do motor pois, quando a queima acontecer, gerará uma quantidade de energia superior àquela necessária.

Esse excesso de energia força o pistão a descer com velocidade superior àquela pelo sistema, o que provocará esforços anormais sobre o pistão, podendo causar danos mecânicos e perda de potência.

Combustíveis com alto teor de parafinas apresentam alto número de cetano,

enquanto produtos ricos em hidrocarbonetos aromáticos apresentam baixo número de cetano.

Devido a isso, na determinação dessa característica o desempenho do diesel é comparado com o desempenho do n-hexadecano, produto parafínico comercializado como cetano, o qual é atribuído um número de cetano igual a 100.

A um produto aromático (alfa mentil-naftaleno) é atribuído um número de cetano igual a zero.

A determinação do número de cetano requer o uso de um motor de teste padrão (motor CFR) operando sob condições também padronizadas.

**Índice de Cetano** Assim como o número de cetano, o índice de cetano está ligado à qualidade de ignição.

O índice de cetano apresenta correlação com o número de cetano e é determinado pelas refinarias como substituto do mesmo, pela sua praticidade.

É calculado a partir da densidade e temperatura de destilação de 50% do produto.

A fórmula utilizada foi desenvolvida pela ASTM (American Society for Testing Materials), consta no método D976, e é representado pela expressão abaixo:

$$IC = 454,74 - 1641,416D + 774,74D^2 - 0,554B + 97,803(\log B)^2$$

**Onde:**

**D** = massa específica a 15° C, (g/cm<sup>3</sup> )

**B** = temperatura da destilação de 50% do produto,( °C )

O método ASTM D4737 também fornece uma fórmula que pode ser usada para cálculo de índice de cetano.

Baixos valores de índice de cetano acarretam dificuldades de partida a frio, depósito nos pistões e mau funcionamento do motor. Valores altos de índice de cetano apresentam as seguintes influências:

Facilita a partida a frio do motor. Permite aquecimento mais rápido do motor. Reduz a possibilidade de erosão dos pistões. Impede a ocorrência de pós-ignição. Possibilita funcionamento do motor com baixo nível de ruído. Minimiza a emissão de poluentes como hidrocarbonetos, monóxido de carbono e material particulado.

## **Ponto de Fulgor**

É a menor temperatura na qual o produto gera uma quantidade de vapores que se inflamam quando se dá a aplicação de uma chama, em condições controladas.

O ponto de fulgor está ligado à inflamabilidade e serve como indicativo dos cuidados a serem tomados durante o manuseio, transporte, armazenamento e uso do produto. Atualmente, o ponto de fulgor é especificado apenas para o diesel tipo D. o ponto de fulgor varia em função do teor de hidrocarbonetos leves existentes no diesel.

Devido a isso, ele limita o ponto inicial de destilação do produto e, conseqüentemente, a sua produção. Por esse motivo, a especificação dessa característica foi eliminada do óleo diesel do tipo A e B, com o fim de se permitir uma maior produção desse combustível.

O ensaio do ponto de fulgor desses dois tipos de diesel é realizado facultativamente pelas refinarias da PETROBRAS.

O teste consiste em aplica uma chama padrão em uma amostra de diesel colocado em um vaso fechado e submetida a aquecimento, até que os vapores gerados se inflamem, o que é detectado por um lampejo que se apaga logo após o correr.

Esse ensaio é feito usando-se equipamento específico para esse fim mantendo-se sob controle fatores como: velocidade do aquecimento, temperatura inicial do banho, tamanho da chama piloto, intervalo entre aplicações, etc.

A tabela I traz a especificação dos três tipos de óleo diesel, conforme portaria nº 28, de 20 de dezembro de 1993, do Departamento Nacional de Combustíveis – DNC. Na tabela II são apresentados os limites da especificação do ponto de névoa, definidos apenas para alguns estados.

### **Kit teste para detectar presença de Bactérias e Fungos no diesel**

O kit de teste de bactérias consiste em uma lâmina de plástico que contém um gel aquoso que deverão ser imersos na amostra de diesel e após permanecer em repouso para que as bactérias e fungos se reproduzam neste meio.

É de suma importância salientar que estas bactérias e fungos podem ser mais facilmente encontrados na interface líquida que a água forma com o combustível no interior do tanque, por isso devemos recolher esta amostra nos pontos de drenagem dos tanques que ficam na parte inferior do mesmo.

Observe que após a imersão da lâmina de teste na amostra, havendo presença de bactérias e fungos os mesmos se desenvolverão no gel que é próprio para este fim.

Após o tempo definido pelo fabricante do kit faremos uma comparação visual da lâmina de teste com uma escala comparativa fornecida pelo próprio fabricante, daí poderemos ter uma ideia se a contaminação é leve, média ou severa.

Observe a figura ilustrativa abaixo para melhor compreensão:





*Figura - 5*

#### **4.0 – AÇÕES PREVENTIVAS E CORRETIVAS DE CONTAMINAÇÃO DE COMBUSTÍVEIS.**

Inicialmente é necessário frisar que as medidas preventivas SEMPRE são mais simples e econômica para a empresa que as medidas corretivas.

Quando não se realizam os meios de prevenção necessários, pode-se receber grande quantidade de combustível contaminado e dificilmente haverá possibilidade de devolver o combustível contaminado e trocar por um combustível adequado ao consumo, devido aos altos custos e riscos que a transferência deste tipo de material apresenta.

O óleo é um resíduo que tem que ser disposto de forma segura ao meio ambiente por isso os custos para transferência e descarte são muito altos.

Portanto havendo a contaminação do combustível normalmente é importante entrar com as ações corretivas, no sentido de recuperar este combustível contaminado para uma condição própria de consumo.

Daí a importância de fazer os testes preliminares ao recebimento de combustível e se forem observadas não-conformidades com o combustível não receberemos o mesmo a bordo oficiando a empresa de pronto a situação para evitar infortúnios maiores.

Para exemplificar a situação imagine que não fossem sondados previamente os tanques e fosse autorizado receber 1200 m<sup>3</sup> de óleo nos tanques de armazenamento e que somente no momento de receber o óleo fosse constatado pelo pessoal de bordo que não há espaço nos tanque para receber o óleo de forma segura na embarcação. Ou que o óleo fornecido pela chata apresenta uma FISPQ onde o ponto de fulgor do combustível BUNKER esta abaixo de 60 °C, sabemos que ao receber este tipo de combustível o navio estará sob condição fora de classe, necessitando uma vistoria da sociedade classificadora para estabelecer métodos de controle dos tanques de combustível, imagine ainda se a viscosidade for demasiadamente elevada de sorte que o equipamento de bordo não possa aquecer o combustível até que o mesmo entre na faixa de viscosidade ideal por limitações técnicas (o aquecedor de óleo térmico não excede 200 °c), todos estes casos práticos já representaram sérios custos adicionais para a empresa.

Todas as hipóteses propostas acima representam erro grosseiro , falta de diligência e compromisso com a operação da instalação marítima e por isso o Chefe de Máquinas seria possivelmente penalizado de forma rígida podendo inclusive perder o emprego por conta dos prejuízos causados para a empresa em decorrência destes comportamentos negligentes que não condizem com os oficiais responsáveis pela Praça de Máquinas.

O tripulante que está na Chefia da Praça de Máquinas deverá sempre agir de forma diligente e em caráter preventivo.

Agir em caráter preventivo requer :

Que se faça uma sondagem e cálculos devidamente corrigidos de acordo com a temperatura para certificar-se da quantidade de óleo que se pode receber a bordo fazendo o devido desconto da margem de segurança que o plano de operação do navio estabelece.

Checar fisicamente todos os equipamentos que serão utilizados durante o recebimento verificando a certificação das eslingas, mangotes off-shore, kit anti derramamento os meios de comunicação que serão empregados e se possível as condições meteorológicas que estarão em vigor no dia da operação, uma vez constatadas não conformidades deveremos de pronto fazer pedido de compra ou reparo do mesmo de forma escrita para que fique registrado a bordo de forma a eximir-se de futura responsabilidade civil ou criminal que possa decorrer da falta de reparo da não conformidade em tempo hábil para a operação com o combustível.

Quando iniciar o recebimento o mesmo deverá ser feito com uma vazão reduzida e devidamente anotada em bandalho e livro de óleo o horário de início, o tanque no qual se recebe o combustível, a progressão de vazão do bombeio que deve ser inicialmente feita com vazão reduzida e progressivamente aumentada, os testes de comunicação e os métodos de contenção de vazamento que estão disponibilizados para a operação, os meios de comunicação e seus testes respectivos, tudo isto devidamente checado e registrado no bandalho, pois havendo vazamento responderemos por estes itens.

Fazer uma vistoria preliminar dos dados do combustível e certificando-se que tudo está em conformidade com os parâmetros de qualidade estabelecidos pelo corpo técnico da empresa, somente se prossegue com o recebimento do combustível quando se têm um tanque VAZIO e LIMPO,proceder com a a devida obtenção de amostra durante todo o recebimento de combustível, havendo qualquer discrepância devemos informar prontamente a empresa por meio de comunicação seguro e que nos permita ter uma CÓPIA.

Após o término de operação, procede-se com as sondagens e registros nos livros de óleo e bandalho, depois deveremos proceder com a análise das amostras obtidas para identificar possibilidade de contaminação biológica e dosar os biocidas de acordo com os resultados obtidos sempre obedecendo as recomendações de dosagem do fabricante pois o biocida é um antibiótico e por isso tem que ser respeitado os horários de dosagem assim como é feito com remédios antibióticos para pessoas.

Mesmo nos casos negativos de resultado de contaminação biológica deve-se dosar biocida em caráter preventivo

Amostras deverão se encaminhadas para o laboratório de terra, de forma a certificar-se que o que foi informado na FISPQ condiz com o que foi recebido

Após as primeiras 24 horas as drenagens dos tanque devem ser iniciadas e o planejamento de transferência e consumo do tanque deverá ser feito de forma que um óleo de recebimento posterior não seja consumido primeiro que ele e venha fazer com que este óleo fique mais tempo que o necessário armazenado no tanque.

O tanque de sedimentação deverá bombeado 24 horas através do clarificador ou purificador para o tanque de serviço que transborda de volta para o tanque de sedimentação, isto já elimina em caráter preventivo grande parte da umidade e resíduos sólidos presentes no combustível, auxiliando também no combate à proliferação de bactérias e fungos uma vez que estes dependem de água para se proliferar.

Ainda em caráter preventivo deve-se manter uma amostra de óleo a bordo porque segundo o MARPOL 78 e anexos, quando há vazamentos de óleo dentro de uma determinada localidade, a autoridade marítima e ambiental que estiver apurando o sinistro poderá colher amostras de óleo a bordo das embarcações presentes no local para apurar mediante perícia de onde veio o óleo, por isso devemos ter amostras até que o óleo seja consumido.

No caso de combustíveis que necessitem aquecimento como o BUNKER as medidas preventivas aplicáveis são mais numerosas pois devemos ainda preocupar-se com a temperatura de operação e a viscosidade do óleo para saber se o nosso navio tem condições de aquecer o combustível até a faixa de operação, acredito que este seja o pior pesadelo de um Chefe de Máquinas pois hoje existem muito navios que não possuem sistema de cambagem e funcionam exclusivamente no óleo pesado, havendo ocorrido o referido problema o óleo inadequado deveria ser bombeado para uma chata para receber óleo adequado. Imagine só o custo que isso representa para a empresa? Temos que ter um planejamento prévio sempre para evitar estes problemas.

No que diz respeito às ações corretivas pode-se dizer que são ações para remediar os problemas que surgiram por conta da falta das ações preventivas.

Imagine que não foi feito um plano de recebimento e a quantidade fornecida de combustível não pode ser contido nos tanques de forma que se respeite a margem de segurança, a dilatação térmica poderá causar transbordamento dos tanques e a ação corretiva cabível é conter o óleo, evitando transbordamento e direcionar o excesso para o slop tank.

Havendo contaminação biológica exacerbada, que já tenha causado diversos entupimentos e corrosão, nesta hipótese as ações corretivas serão uma dosagem de biocidas, adoção de procedimentos de recirculação do combustível através dos purificadores e testes para confirmar a diminuição dos contaminantes.

Os contaminantes físicos por serem extremamente abrasivos destroem as partes móveis do motor, e em caráter corretivo estas partes deverão ser substituídas por peças novas que custam muito dinheiro e causam paradas de manutenção não programadas o que pode gerar multas contratuais.

Todas as ações corretivas apresentadas até o momento se referem a danos de

materiais e operacionais mas podemos ainda ter danos ambientais em decorrência de má qualidade de combustível pois havendo uma pane de motor por conta de má qualidade de combustível o navio poderá sofrer colisão ou encalhe que poderá resultar em danos ao casco e conseqüente vazamento de óleo, nestas hipóteses as ações corretivas poderiam inclusive inviabilizar a continuidade operacional da empresa, pois estes danos ambientais geram multas pesadas.

Por isso pode-se concluir que deve-se trabalhar no âmbito da prevenção com planejamento sólido e reuniões com todas as partes envolvidas nas operações com combustíveis.

## **5.0 – RESPONSABILIDADE SOCIAL DOS TRIPULANTES NAS OPERAÇÕES COM COMBUSTÍVEIS.**

A exploração da atividade marítima têm por objetivo transportar as riquezas de um país.

Ao longo do desenvolvimento do mundo a marinha mercante sempre esteve em favor dos povos, transportando as riquezas e os bens de consumo para o desenvolvimento das nações.

Mas infelizmente existem exceções a esta regra, nos últimos anos, especialmente durante o período de crise do petróleo no mundo, os navios foram percussores de grande acidentes ambientais, mormente devido ao péssimo estado de conservação em que se encontrava a frota mundial e secundariamente devido as péssimas condições de trabalho a que estavam submetidas as tripulações.

Os estudos apontavam que havia grande deterioração de qualidade presente na frota mercante mundial e o pior de tudo é que isto não ocorria apenas com equipamentos, pois o material humano que tripulavam os navios mercantes estavam contaminados pelo alcoolismo e demais problemas de formação de caráter que auxiliavam e muito nestas grandes catástrofes.

A partir do momento que as autoridades marítimas internacionais apuraram os acidentes puderam constatar que estes problemas inviabilizam a atividade marítima comercial com a condição de vida do planeta, pensou-se em melhorar a condição da marinha mercante mundial para poder continuar com a atividade marítima comercial sem danos ao planeta, e neste contexto mundial todos os países são chamados pela IMO para criar Leis e regulamentos que pudessem assegurar operações marítimas, surgem portanto normas importantes como o MARPOL 78 e anexos, posteriormente o SOLAS, o STCW, e demais normas marítimas.

Uma série de novas cobranças são feitas às sociedades classificadoras para eliminar os navios da vergonha, e surgem legislações mais rígidas para punir efetivamente os armadores e quanto ao material humano nasce uma série de exigências quanto a certificações de competência.

As empresas passam a atrelar a responsabilidade social à condição de empregabilidade.

A realidade que vivemos nos dias de hoje proíbe de forma rígida que os tripulantes

possam consumir bebidas alcoólicas a bordo estando ou não de serviço, estabelece tolerância ZERO quanto ao consumo de entorpecente estabelecendo uma rotina de testes aos tripulantes, as empresas estabeleceram regras de conduta para evitar problemas de relacionamento interpessoal que promoviam brigas e desavenças a bordo.

Os cursos de conscientização sobre o meio ambiente, sobre missão social que a empresa possui melhoraram a condição humana dos tripulantes que passaram a ser agente multiplicadores, levando as empresas novamente a um status de benemérito social.

A vantagem da proibição do consumo de bebidas alcoólicas a bordo e uma política rígida contra o uso de entorpecentes, foi que muitos problemas de relacionamento interpessoal foram resolvidos pois as drogas e o consumo regular de bebidas alcoólicas podem promover mudanças de comportamento e deteriorar as relações interpessoais entre os tripulantes e terceirizados, o que poderá secundariamente ser causa de acidentes pessoais e operacionais quando nas operações de óleo combustível, resultando em derramamentos, danos a equipamentos, danos a pessoas, ao meio ambiente, etc..

É importante ter em mente que para embarcação funcionar é emitida uma licença ambiental das autoridades do local onde o navio está operando, mas esta licença poderá ser cancelada a qualquer tempo, o que inviabilizaria a condição de operar a embarcação naquela localidade, gerando prejuízos e perda do contrato, daí a importância de operar em conformidade com todos os requisitos legais.

Fato de notável relevância e que deverá ser mencionado no presente trabalho é que por conhecimento empírico sabemos que a empresa sempre tenta presentear o tripulante com a culpa pelos danos decorrentes, pois desta forma poderá receber do seguro ou empurrar para o seguro a responsabilidade de indenizar os danos que sofreu e causou, especialmente nas situações que envolvem meio ambiente onde as multas são elevadas.

Justamente por isso tudo que fazemos, no que diz respeito a combustíveis deverá estar em conformidade com a legislação nacional e internacional e deverá estar devidamente registrada a fim de nos salvar de responsabilidades civil e criminal que poderá surgir de acidentes nestes tipos de operação.



## **6.0 – CONSIDERAÇÕES FINAIS ACERCA DO PRESENTE TRABALHO.**

Por todo exposto, certo de que não está esgotado plenamente o tema, pode-se fazer algumas considerações finais.

Os combustíveis usados nos navios e nas instalações marítimas são fluidos extremamente perigosos para o ser humano e para as instalações se não forem tomadas as medidas de segurança exigidas pelas normas técnicas, eles são inflamáveis, tóxicos para o organismo humano e quando fora das suas propriedades ideais podem ocasionar danos aos equipamentos.

Por este motivo, os tripulantes deverão estar familiarizados com os diferentes tipos de combustíveis usados na nossa instalação ou navio de forma a estar pronto a operar nas condições de emergência como incêndios, intoxicação humana e derramamento de combustível, para o caso específico de GLP deve-se ainda buscar cursos específicos e práticos para tripulação, pois neste caso particular qualquer erro poderá resultar em danos severos.

Deve-se buscar o aprimoramento técnico para fazer um recebimento de combustível correto, para armazenar o combustível de forma segura, para tratar este combustível de forma a assegurar uma boa qualidade que certamente proporciona economia com os custos de manutenção.

Sabe-se que se a empresa lograr êxito em treinar os tripulantes a ponto de poder contar com um comportamento pró-ativo fundamentado nas técnicas corretas de operação dos combustíveis, a empresa poderá contar com uma possibilidade bastante reduzida de enfrentar situações de emergência e danos a equipamentos.

Portanto fica o convite para a Chefia das instalações em investir na formação dos tripulantes e terceirizados, para os tripulantes convidar-se a comprometer-se no desenvolvimento pessoal e no aprimoramento técnico para ser um agente multiplicador de conhecimento e das boas práticas a bordo.

Deve-se agir inclusive com austeridade nos casos em que se identifique tripulantes irresponsáveis e desajeitados às responsabilidades que este tipo de atividade requer.

## REFERÊNCIAS

GARCIA,Roberto. Combustíveis e Combustão Industrial.2ªedição.  
R.J:Editora Interciência,2002

IMO. Bunkers Convention, London, IMO, 2004.

MARPOL 78 E ANEXOS.

STCW.







