

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
SUPERINTENDÊNCIA DE ENSINO
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE NÁUTICA (APNT)-01/2019

ALLAN SILVIO FERNANDES MOREIRA

A OPERAÇÃO DE UM NAVIO PETROLEIRO

RIO DE JANEIRO
2019

ALLAN SILVIO FERNANDES MOREIRA

A OPERAÇÃO DE UM NAVIO PETROLEIRO

Monografia apresentada ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como exigência ao cumprimento do curso APNT.

Orientador: HENRIQUE VAICIBERG
Coorientador: CLC- HORLANDO

RIO DE JANEIRO
2019

ALLAN SILVIO FERNANDES MOREIRA

A OPERAÇÃO DE UM NAVIO PETROLEIRO

Monografia apresentado como requisito parcial para a aprovação no curso de Aperfeiçoamento Para Oficial de Náutica, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Orientador Henrique Vaicberg.

Prof. Lais Raysa Lopes Ferreira

Prof. César Dias Quintana.

DATA: _____

NOTA FINAL: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho às minhas filhas Carina e Adhara, minhas duas estrelas guias no rumo do sucesso.

Resumo

O transporte marítimo num todo, é um assunto que deveria estar elencado desde os livros primários até as cátedras universitárias. Nosso país, com uma extensa costa marítima e com a maior parte de sua economia advinda da exportação e importação pelo mar, o nosso “ouro negro” e seus derivados, que tanto geram riquezas e divisas à nação, estão entre os produtos que são transportados pelo mar e que, sem os navios, não seria possível obter o progresso e o desenvolvimento advindo deles. Desta forma, espera-se com este trabalho colaborar com a disseminação da importância dos navios e dos marinheiros no progresso da nação.

Abstract

Maritime transport as a whole is a subject that should be listed from primary books to university professorships. Our country, with an extensive coastline and most of its economy from export and import by sea, our “black gold” and its derivatives, which both generate wealth and foreign exchange to the nation, are among the products that are transported and that without the ships, progress and development would not be possible.

In this way, this work is expected to collaborate with the dissemination of the importance of ships and sailors in the nation’s progress.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Fonte: Rs Paltou Ref.1	9
Figura 2 – modelo de malha grossa de três tanques de carga	13
Figura 3 – Modelo mais detalhado e refinado	13
Figura 4 – Tendência natural de um petroleiro carregado quando em águas calmas	14
Figura 5 – Navio petroleiro carregado sob efeito de ondas	15
Figura 6 – Seção transversal de um navio com casco duplo	16
Figura 7 – Mangote com flange de isolamento	23
Figura 8 – Válvula de alívio de pressão e vácuo de um tanque de carga	27
Figura 9 – Detalhe do manifold de carga, bandeja e suas tomadas	28
Figura 10 – Braço de carregamento	30

Sumário

1	Introdução	8
2	A Frota mundial de Petroleiros	9
3	Particularidades estruturais de um petroleiro	10
3.1	Convenções e Regulamentos aplicáveis.	11
3.2	Processo de desenho inicial	12
3.3	Esforços estruturais com relação as ondas	14
3.4	Estrutura dos tanques de carga	15
4	Segurança operacional	17
4.1	Preparação para operação de carga e descarga	18
4.1.1	Antes da chegada do navio	19
4.1.2	Procedimentos quando o navio já estiver atracado	20
5	Operações com a Carga.	22
5.1	Carregando o navio	22
5.2	Descarregamento	28
6	Considerações finais	31
	Referências	32

1 Introdução

Navio petroleiro é um tipo específico de navio-tanque usado para transporte de petróleo bruto e seus derivados. Alguns tem capacidade para levar cerca de até 330 milhões de litros de petróleo.

Atualmente, devido à grande agilidade e dinâmica que estes devem ter para atender a demanda de mercado, contam com uma tecnologia embarcada que muito contribui para que o trabalho desses gigantes dos mares seja realizado com maior segurança e agilidade. Cerca de dois terços do petróleo produzido e comercializado no mundo chegam ao destino através dos petroleiros. São mais de 2,4 bilhões de toneladas de óleo em cerca de 3.500 desses navios.

Os navios tanques petroleiros, são divididos e categorias de acordo com o tipo de carga que estes podem transportar, são eles:

-PETROLEIRO (CRUDE OIL): navios que transportam o petróleo in natura, o óleo cru como é chamado no meio petrolífero.

-PRODUTOS: navios para transporte de derivados de petróleo, produtos advindos do refino do petróleo.

-SHUTTLE TANKER: navio que faz exclusivamente o transporte de óleo cru das plataformas para os terminais costeiros e conseqüente refinarias. Estes têm a particularidade de não utilizar apoio de rebocadores para manter posição junto a unidade offshore, utilizando para isso recursos de posicionamento dinâmico.

Mais de 50,000 navios de carga estão envolvidos no comércio internacional. Cerca de um quarto destes navios são petroleiros, destinados ao transporte de petróleo bruto e / ou produtos petrolíferos.

Os armadores independentes controlam a maioria da tonelage dos navios-tanque. Esses proprietários tendem a construir embarcações versáteis que são menos propensas a se tornar obsoletas à medida que os mercados e as condições mudam.

Essa prática levou a uma semelhança em tamanhos, essa prática levou a uma semelhança em tamanhos e configurações. Essa paridade permite que os estaleiros construam grandes séries do mesmo projeto, que reduz significativamente o custo de construção.

(ESTRANHO, 2017)

2 A Frota mundial de Petroleiros

A Tabela 1 mostra a capacidade da frota mundial de petroleiros por tamanho de embarcação.

O Aframax, o Suezmax e o VLCC (very large crude carrier) são geralmente preparados para o transporte de petróleo bruto, enquanto o Panamax e embarcações menores geralmente podem transportar uma variedade de produtos de petróleo.(CORP; PROJECT, 2012)

Figura 1 – Fonte: Rs Paltou Ref.1

	Size DWT tonnes	Fleet Capacity million DWT		Orderbook million DWT
Panamax and smaller	less than 80,000	95.9	22%	13.3
Aframax	80,000 - 120,000	98.3	22%	8.9
Suezmax	120,000 - 200,000	67.8	15%	15.9
VLCC	200,000 - 320,000	177.9	40%	34.5
		439.9		72.6

Frota mundial e suas capacidades em tonelagem bruta.

3 Particularidades estruturais de um petroleiro

O naufrágio do Exxon Valdez foi um divisor de águas provocando mudanças fundamentais na forma como os petroleiros são gerenciados, operados e mantidos. Os órgãos reguladores reconheceram a necessidade de melhoria contínua do desempenho ambiental e muitas novas regulamentações foram introduzidas nas últimas duas décadas.

Algumas das ações regulatórias mais significativas incluem:

- Requisitos de casco duplo para tanques de carga e subsequentemente para tanques de combustível;
- Requisitos de subdivisão de tanques de carga destinados a mitigar escoamento em caso de colisão ou encalhe;
- Requisitos para revestimento de tanques de lastro e os topos / fundos dos tanques de carga para minimizar a corrosão;
- Regras de projeto estruturais comuns às sociedades classificadoras;
- Requisitos para levantamentos aprimorados para manter a integridade estrutural.

Devido ao alto nível de atividade da construção naval nos últimos anos, uma parcela significativa da frota mundial de navios-tanque é projetada e mantida para esses padrões aprimorados. Muitos desses novos regulamentos tornaram-se de fato, práticas na indústria, bem antes que os regulamentos da Organização Marítima Internacional (IMO) fossem oficialmente adotados e implementados.

Por exemplo, os acordos de tanques de carga do tipo singelo não foram empregados em grandes petroleiros desde o início dos anos 90, embora a regulação acidental de vazão não tenha sido imposta até 2010. Da mesma forma, os topos e fundos dos tanques de carga na maioria dos petroleiros de casco duplo são revestidos, embora a regulamentação do revestimento do tanque de carga ainda não esteja em vigor.

A razão para a adoção antecipada dessas práticas é o desejo dos armadores de navios de atender às expectativas de afretadores futuros, controlar os custos de manutenção e reduzir o risco de derramamento de óleo.

As regras e regulamentos aplicados à concepção e construção de petroleiros são principalmente desenvolvidos pela IMO e pelas sociedades classificadoras.

3.1 Convenções e Regulamentos aplicáveis.

A IMO é uma agência das Nações Unidas, encarregada de desenvolver um marco regulatório que promova a segurança marítima e a proteção ambiental. A maioria dos regulamentos da IMO relativos ao projeto e construção de navios-tanque estão contidos na Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS) e na Convenção Internacional para Prevenção da Poluição por Navios (MARPOL 73/78 e emendas subsequentes).

Os regulamentos da IMO concentram-se nos arranjos e equipamentos da embarcação no que se refere à segurança e desempenho ambiental. Por exemplo, essas regulamentações cobrem os requisitos de linha de carga (borda livre), estabilidade intacta e danos estruturais, equipamentos de combate a incêndios e de salvatagem.

Em 2006, a IMO adotou regulamentos sobre o revestimento de tanques de lastro, e os requisitos para o revestimento de tanques de carga em novas construções desde 2013, abrangendo a concepção estrutural dos petroleiros e graneleiros.

Este regulamento estabelece padrões de desempenho para a integridade estrutural na condição intacta e danificada durante a vida útil da embarcação e descreve o processo de auditoria das regras das organizações (provavelmente as sociedades classificadoras) quanto à conformidade com os padrões baseados em metas.

As sociedades classificadoras desenvolvem regras técnicas e guias para o projeto e construção de navios, realizam a revisão do plano para verificar que o projeto está em conformidade com suas regras, vistorias são realizadas nos navios durante a construção e testes (comissionamento). As sociedades classificadoras também realizam pesquisas periódicas durante a vida útil da embarcação para verificar o cumprimento continuado das regras e regulamentos.

Estando o navio cumprindo todas as regras e medidas com relação a segurança da construção, dos equipamentos, casco, borda livre e demais, é emitido então pela classificadora um certificado de classe que é geralmente uma condição necessária para obter um seguro. As autoridades nacionais geralmente exigem que uma embarcação seja mantida em classe como condição para o registro nacional.

As sociedades classificadoras verificam a integridade estrutural do casco e a funcionalidade da propulsão e outros sistemas essenciais através do desenvolvimento e verificação do cumprimento de suas próprias regras. As sociedades de classificação começaram a produzir regras para o projeto estrutural e levantamento de navios em 1800. Essas regras foram principalmente na forma de fórmulas empíricas baseadas em experiência. Com o advento de ferramentas mais sofisticadas para a determinação de cargas e a avaliação da resposta estrutural, as regras tornaram-se predominantemente

baseadas em princípios embora ainda fortemente influenciada pelas experiências.

As sociedades de classificação também são chamadas para verificar o cumprimento das regulamentações nacionais e internacionais em nome das administrações dos Estados de bandeira.

A Associação Internacional de Sociedades de Classificação (IACS), cuja composição é formada pelas 13 maiores sociedades classificadoras que cobrem mais de 90% da tonelagem mundial, serve como base central de conhecimento e instrumento de pesquisa para as sociedades classificadoras. O IACS publica “requisitos unificados” e “interpretações unificadas” dos regulamentos da IMO, o que proporciona um nível de uniformidade entre as classificadoras e técnicas para determinar os escantilhões do navio.

As regras da sociedade classificadora servem como um padrão mínimo. Os proprietários de navios podem especificar aumento de escantilhões com a intenção de reduzir os custos de manutenção durante a vida útil da embarcação.

Na avaliação estrutural, são avaliadas as cargas na estrutura do navio que incluem cargas estáticas (peso da estrutura, pressão do mar, pressão do tanque, etc.), cargas dinâmicas (forças decorrentes dos movimentos do navio), cargas de carga (forças devido ao movimento de líquidos dentro dos tanques) e cargas de impacto (por exemplo, cargas de impacto de ondas e arco batendo).

O CSR (regras estruturais comuns) descreve em detalhes como as cargas devem ser determinadas e a relação de fase entre as cargas. Fórmulas prescritivas são fornecidas ditando escantilhões mínimos que devem ser satisfeitos. Os escantilhões são então verificados aplicando análise de elementos finitos para confirmar que tensões, deflexões e resistência a flambagem estão dentro dos critérios especificados. Detalhes críticos são avaliados quanto à fadiga em relação à uma vida útil de 25 anos.

3.2 Processo de desenho inicial

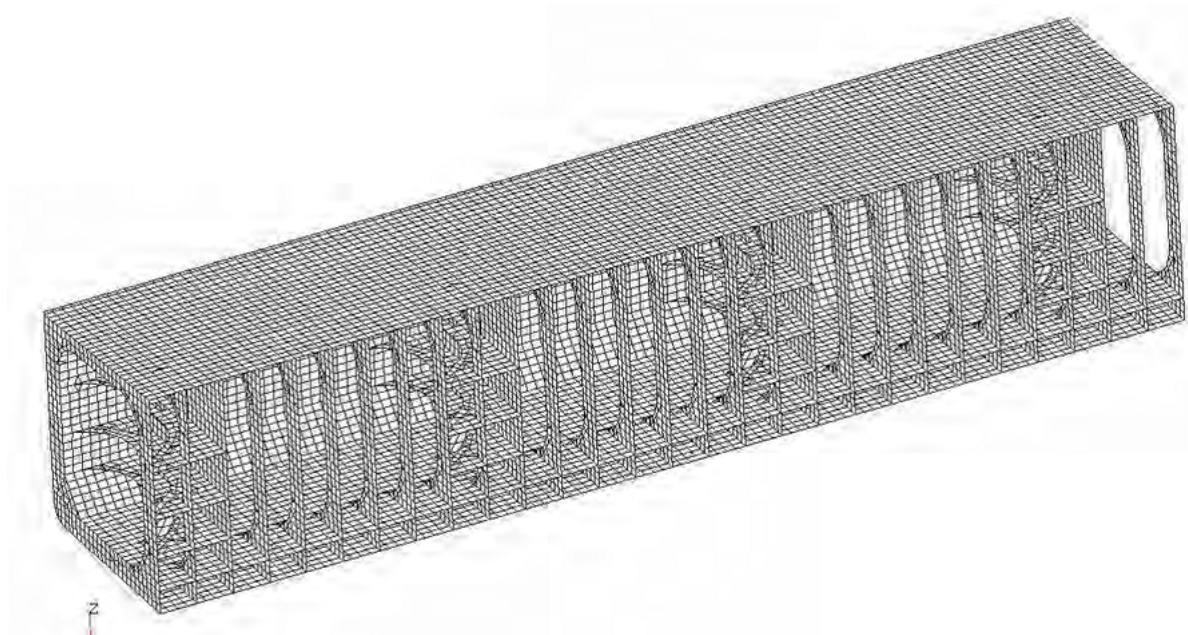
Os navios são projetados em escritórios de design de navios ou em escritórios de projeto em estaleiros navais por arquitetos navais, engenheiros navais e outros engenheiros e técnicos. Esses profissionais de design desenvolvem o arranjo e a forma do casco do petroleiro e aplicam os princípios das regras das sociedades classificadoras e design de engenharia.

A análise de elementos finitos envolve a modelagem da estrutura do navio, incluindo chapeamento, vigas e reforços. A aplicação de uma série de cargas estáticas e dinâmicas que simulam a variedade de condições que o navio pode encontrar. A CSR exige a avaliação de um modelo de malha grossa de três tanques de carga (conforme a Figura 2) e modelos detalhados e mais refinados (conforme a Figura 3). O modelo

maior é aplicado para que as interações entre os membros estruturais primários sejam devidamente explicadas. Os modelos de malha fina permitem que o projetista avalie regiões de alta tensão com mais detalhes

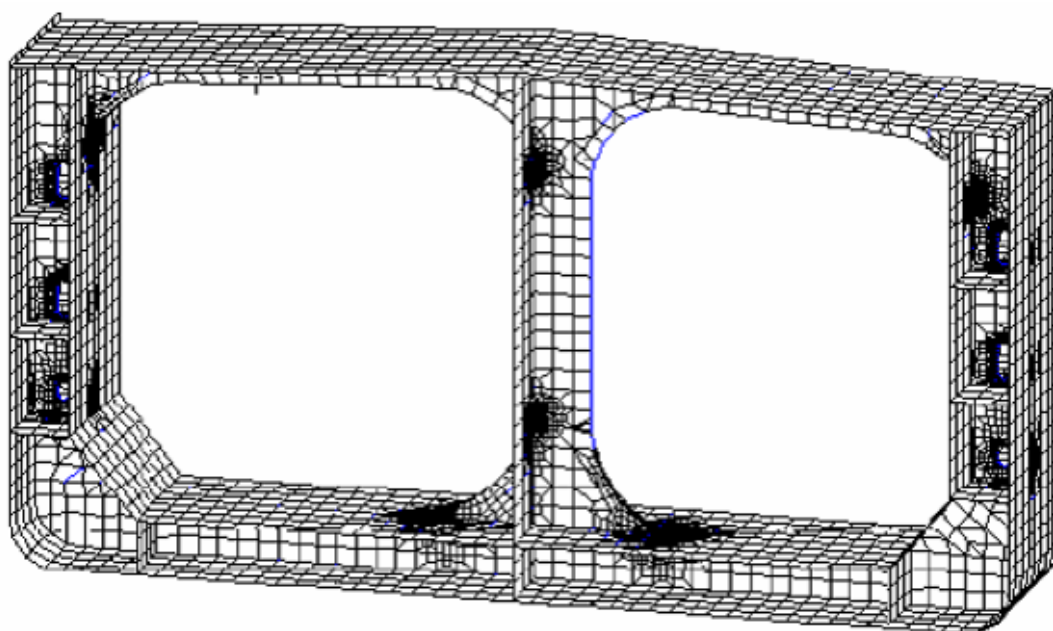
.(CORP; PROJECT, 2012)

Figura 2 – modelo de malha grossa de três tanques de carga



Rs Paltou Ref.1

Figura 3 – Modelo mais detalhado e refinado



Fonte: Paltou. Ref.1

3.3 Esforços estruturais com relação as ondas

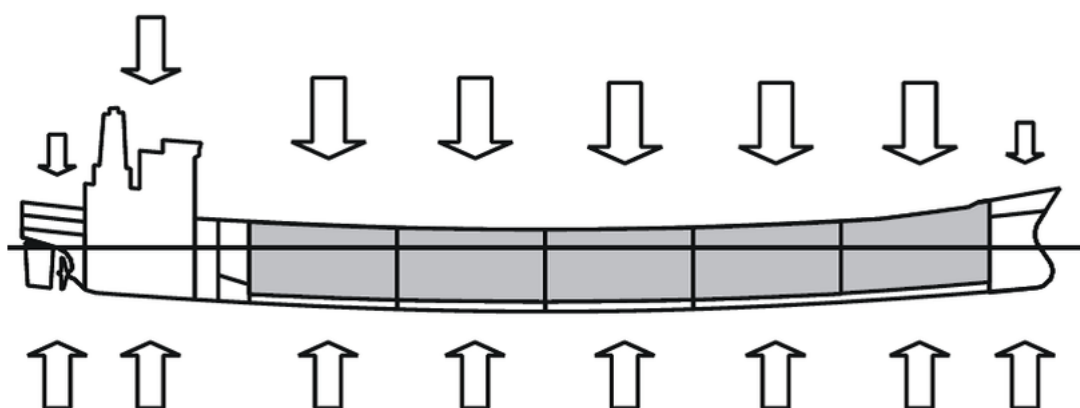
A força descendente devido ao peso do aço do casco, máquinas, equipamentos e carga é contrabalançada por uma força ascendente igual ao peso da água do mar deslocada. Quando a distribuição de pesos ao longo do comprimento do navio difere da distribuição das forças de empuxo, o navio está sujeito a flexão. Este efeito, no que tange ao cálculo dos esforços estruturais do navio, é considerado em duas condições, águas calmas (porto) e no mar.

Quando os pesos estão concentrados no meio do navio, o navio tenderá a fletir para baixo no meio e para cima nas extremidades. O momento de flexão é referido como um momento de flacidez, que é a condição típica de um petroleiro totalmente carregado com óleo de carga (conforme a Figura 4). E quando o navio está no mar esses esforços são ainda mais acentuados devido a ação das ondas que causam diferentes pressões ao longo do casco (conforme figura 5)

Por outro lado, a distribuição de pesos para as extremidades do navio induz um momento de inflexão. Um navio com pesos concentrados nas extremidades vai fletir no meio para cima e para baixo na proa e na popa. Esta é a condição típica de um petroleiro em lastro.

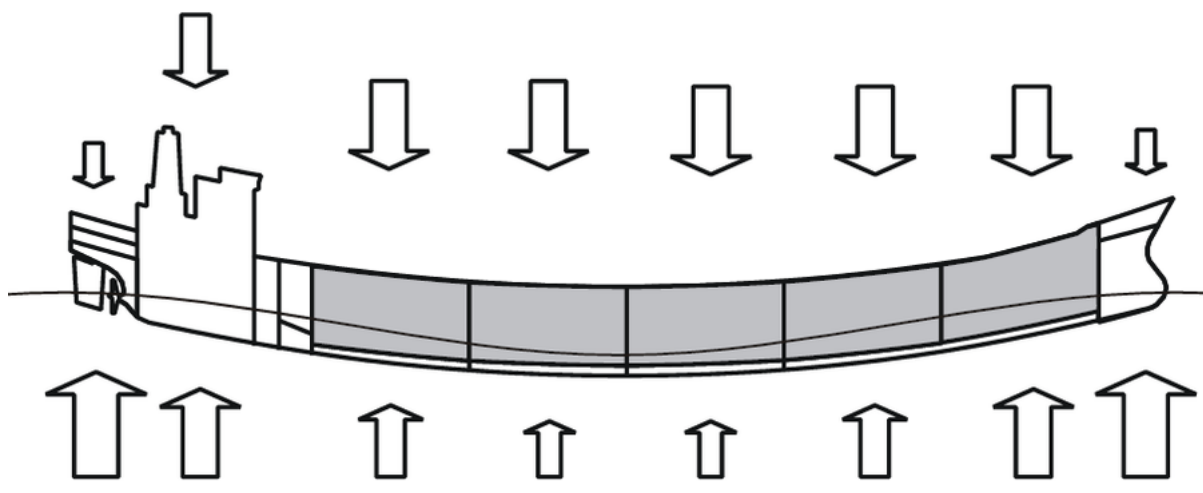
(CORP; PROJECT, 2012)

Figura 4 – Tendência natural de um petroleiro carregado quando em águas calmas



Tendência natural de um petroleiro carregado e em águas calmas

Figura 5 – Navio petroleiro carregado sob efeito de ondas



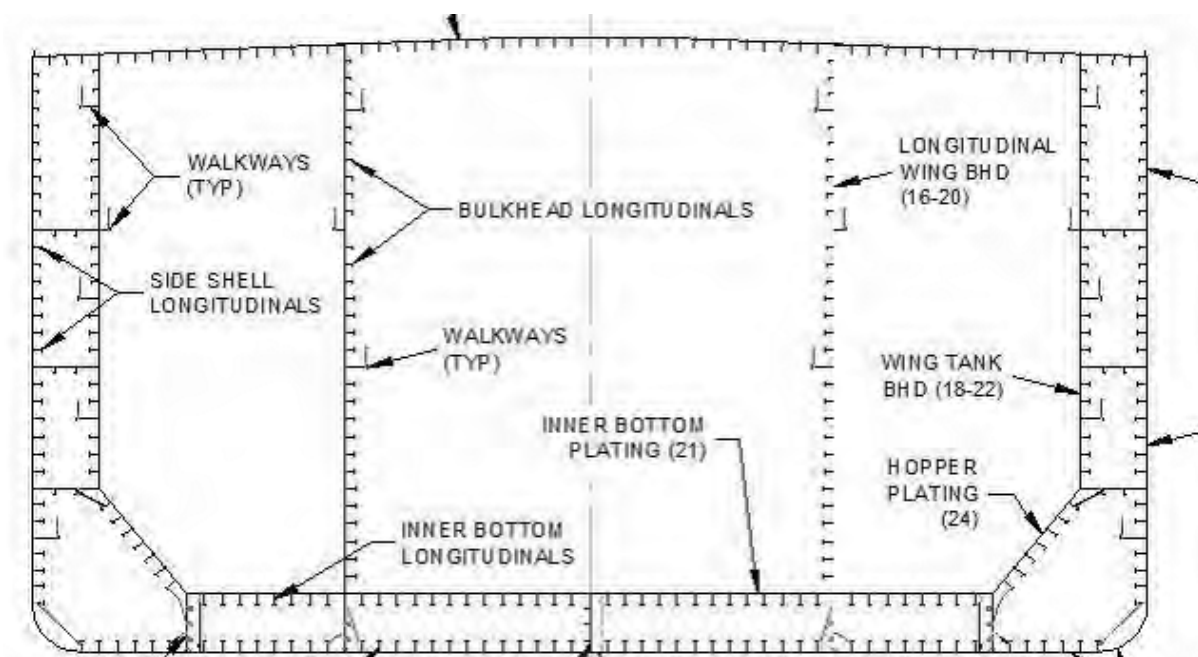
por: Herbert Engineering Corp

3.4 Estrutura dos tanques de carga

Segundo a convenção para a poluição causada por navios (MARPOL), todos os petroleiros construídos desde 1990 são de construção de casco duplo, duplo costado e duplo fundo, como forma de evitar que um simples rasgo no fundo do navio causado por um encalhe, venha a dar passagem do óleo para o meio hídrico. A figura 6 mostra os arranjos típicos de tanques para os petroleiros de casco duplo.

As larguras dos tanques laterais variam de 2,0 metros para petroleiros tamanhos Panamax até 3,0 a 4,0 metros para VLCC. As alturas de fundo duplo são geralmente comparáveis à largura do tanque lateral.

Figura 6 – Seção transversal de um navio com casco duplo



por: Herbert Engineering Corp

4 Segurança operacional

Em um mundo cada vez mais globalizado e preocupado com questões ambientais e com as mudanças climáticas, as industriais têm que se adequar a cada dia a estas novas tendências e desta forma garantir a continuidade de suas atividades de forma a agradar a comunidade internacional e a contribuir com a preservação do meio ambiente.

Os navios não são diferentes e atualmente existe uma grande preocupação com relação a poluição e danos ambientais que possam ser causados pela atividade petrolífera. Desta forma, se faz necessário que os navios petroleiros e demais instalações voltadas ao mercado de petróleo e seus derivados tenham que cumprir alguns procedimentos e obedeçam às normas e padrões internacionais de prevenção à poluição e preservação do meio ambiente.

Alguns fatores devem ser conhecidos quando o assunto é a segurança operacional de um navio petroleiro, são eles:

A) Vapores inflamáveis

Todos os óleos crus e os produtos petrolíferos habituais são essencialmente misturas de uma vasta gama de compostos hidrocarbonatos (isto é, compostos químicos de hidrogénio e carbono). Os pontos de ebulição destes compostos variam de -162°C (metano) a bem acima de $+400^{\circ}\text{C}$, e a volatilidade de qualquer mistura particular de compostos depende principalmente das quantidades dos constituintes mais voláteis, isto é, aqueles com um ponto de ebulição mais baixo.

A volatilidade (tendência de um petróleo bruto ou produto petrolífero para produzir gás) é caracterizada pela pressão de vapor. Quando uma mistura de petróleo é recebida em um tanque, ela começa a vaporizar, ou seja, libera gás no espaço acima dela. Há também uma tendência para este gás se dissolver no líquido e o equilíbrio é finalmente alcançado com uma certa quantidade de gás uniformemente distribuída por todo o espaço.

A pressão exercida por este gás é chamada de pressão de vapor de equilíbrio do líquido, geralmente referida simplesmente como a pressão de vapor.

B) Toxicidade do petróleo

Toxicidade é o grau em que uma substância ou mistura de substâncias pode prejudicar os seres humanos. Tóxico significa o mesmo que venenoso.

Substâncias tóxicas podem prejudicar os seres humanos de três formas principais: por ingestão (ingestão), contato com a pele (absorção) e pelos pulmões (inalação). As substâncias tóxicas podem ter efeitos locais, como irritação da pele ou dos olhos,

mas também podem afetar outras partes do corpo (efeitos sistêmicos) mais distantes. Os gases tóxicos mais presentes no petróleo e seus derivados são o benzeno e também o gás sulfídrico.

(PARANÁ, 2014)

Equipamentos de segurança utilizados nas operações:

Devido a periculosidade que apresenta o petróleo e seus derivados, alguns equipamentos são exigidos para realização de operações de carga e descarga de um navio petroleiro. Estes equipamentos vão desde equipamentos de proteção individual (EPI) a equipamentos que fazem a análise e monitoração de atmosferas onde está ocorrendo a movimentação das cargas.

As maiores preocupações com relação a atmosfera de um tanque ou suas proximidades, são: mistura explosiva causada pela mistura de ar e gás hidrocarboneto, teor de oxigênio e toxicidade das cargas que podem afetar diretamente a integridade física das pessoas envolvidas nas operações.

Alguns equipamentos merecem um especial destaque, são eles:

a) Explosímetro:

Mede a concentração de gases hidrocarbonetos em uma atmosfera não inertizada; neste caso a razão desta monitoração se dá para verificar a concentração de gas inflamável está abaixo de um percentual onde possa ocorrer uma atmosfera explosiva.

b) Oxímetro:

Mede a concentração de oxigênio no ambiente ou compartimento. No caso de medição do teor de oxigênio em compartimentos que não sejam tanques de carga, se faz para garantir a permanência de pessoas naquele espaço ou compartimento. Já no caso de verificação deste teor dentro dos tanques de carga se faz para saber se a atmosfera do tanque está com um teor abaixo de 8% com intuito de mitigar a possibilidade de haver uma atmosfera explosiva ou inflamável.

c) Tankskope

Mede a concentração de gases de hidrocarbonetos presentes em uma atmosfera inertizada. Atmosfera inertizada é aquela onde foi inserido um gás inerte com intuito de baixar/diminuir o teor de oxigênio em um determinado compartimento ou tanque de carga.

4.1 Preparação para operação de carga e descarga

As operações de carga e descarga dos navios petroleiros podem ocorrer das seguintes formas:

A) Terminal x Navio - Operação de carga advinda dos tanques de um terminal em terra, onde o bombeio do produto se dá pelas bombas do terminal onde o navio esteja atracado;

B) Navio x Navio (ship to ship) - Tipo de operação onde um navio atraca a contrabordo do outro e por meio de mangotes flexíveis se conectam e fazem a operação de carga e descarga, neste caso o bombeio se faz diretamente de um navio para o outro sem interferência do terminal.

C) Navio x Terminal x Navio - Operação onde um navio atraca em um lado do berço ou píer do terminal e o outro no lado oposto do mesmo píer, os navios são conectados a braços de carregamento ou mangotes flexíveis do terminal e desta forma o navio que irá descarregar realizada o bombeio do produto com interligação através das redes do terminal.

Antes de qualquer operação, alguns procedimentos são previstos e de cumprimento obrigatório visando a segurança operacional, tais procedimentos estão de acordo com os códigos e normas aplicáveis a atividade dos petroleiros. Todos os navios e terminais cumprem procedimentos operacionais de acordo com um guia internacional chamado ISGOTT (Guia internacional para operações de navios tanques e terminais). Esse guia é uma publicação do OCIMF (fórum mundial das companhias petroleiras marítimas).

4.1.1 Antes da chegada do navio

O terminal deve passar as seguintes informações para o Navio:

- • Profundidade no berço por ocasião da baixa-mar e salinidade da água.
- • Disponibilidade de rebocadores e equipamento de atracação.
- • Se serão usados cabos do navio ou dos rebocadores.
- • Cabos de amarração e acessórios do navio a serem utilizados para todas as manobras e tipos de operações de atracação.
- • Número e a dimensão das conexões dos mangotes/tomadas de carga.
- • Particularidades do berço e ou boias de amarração essenciais para conhecimento prévio do navio.
- • Velocidade máxima permitida e ângulo de aproximação do cais.
- • Códigos de sinais visuais ou sonoros para uso durante a atracação.

- Disposição do espaço para colocação da prancha no berço ou disponibilidade de equipamento de acesso ao Terminal.
- Informação prévia sobre a operação proposta para manuseio da carga ou mudanças nos planos existentes para manuseio da carga.
- Se os tanques devem estar desgaseificados para carregamento de produtos não voláteis acumuladores de eletricidade estática.
- Notificação sobre restrições ambientais e de carga aplicáveis ao berço.
- Informações sobre Atracação,
- Detalhes do plano de atracação.

(THEOFANIS, 2013)

4.1.2 Procedimentos quando o navio já estiver atracado

Após atracação, o representante do terminal deve entrar em contato com o oficial responsável no navio para realizar a verificação dos seguintes itens de segurança:

- Se há pessoal a bordo em número suficiente para atender a situações de emergência a bordo e em terra durante todo o tempo em que o navio permanecer no terminal.
- Acordar áreas designadas para fumo.
- Acordar as restrições quanto ao acendimento de fogo na cozinha e a utilização dos equipamentos de cozinha.
- Alertar sobre procedimentos de “serviço a quente” e “permissão de serviço a quente”.
- Alertar sobre outras atividades relevantes nas proximidades.
- Prover informações sobre outros regulamentos do terminal ou locais sobre segurança e poluição.
- Alertar sobre os meios de obtenção de assistência do terminal, de incêndio, médica, policial e outros - serviços de emergência.
- Troca de informações sobre a disponibilidade e uso de equipamentos de combate a incêndio e equipamentos de emergência do terminal e do navio.
- Discutir as ações a serem tomadas em caso de incêndio ou outra emergência.

- • Discutir acordo para evacuação ordenada do berço em caso de emergência (pontos de reunião e rotas de acesso navio/terra).

Após a realização desta reunião inicial entre o representante do terminal e o oficial do navio que normalmente é o imediato, a operação então poderá ser iniciada. Alguns aspectos relativos a segurança que foram abordados no “check list” inicial deverão, segundo o ISGOTT continuar a serem checados periodicamente durante a operação.

5 Operações com a Carga.

Em virtude da operação de carregamento e descarregamento existirem aspectos inerentes e particulares para cada situação, observa-se a necessidade de analisar cada operação de forma separada para que se possa ressaltar suas características no que tange o trato com a segurança operacional.

5.1 Carregando o navio

Antes de iniciar o assunto com relação a operação de carga, é de extrema importância abordar um aspecto de alta relevância para a segurança desta operação: a eletricidade estática e seu risco para a segurança operacional.

Recordando o que é a eletricidade estática, segundo o portal mundo da educação, é o fenômeno de acumulação de cargas elétricas que pode se manifestar em qualquer material. Ela acontece, principalmente, com o processo de atrito entre materiais e se manifesta em vários fenômenos que ocorrem no cotidiano, às vezes ocorre de forma inofensiva, mas em outros casos sua manifestação pode ser muito perigosa.

As manifestações da eletricidade estática são observadas, principalmente, em locais onde a umidade do ar é muito baixa, ou seja, locais secos. Ao manusear um agasalho de lã sintética, por exemplo, é possível ouvir pequenos estalos que ocorrem em razão das descargas elétricas que acontecem entre seus fios. Se estiver no escuro é possível visualizar pequenas faíscas entre os fios que foram eletrizados.

Nos aviões, caminhões de combustível e carros de fórmula 1 a eletricidade estática também se manifesta, podendo acontecer grandes explosões em virtude do material altamente inflável que esses veículos utilizam. Nos caminhões que fazem o transporte de combustíveis inflamáveis, é comum existir uma corrente de metal que se arrasta pelo chão, fazendo com que as cargas elétricas que aparecem do atrito do caminhão com o ar sejam descarregadas no solo, evitando riscos de explosões.

O mesmo acontece com os aviões e os carros de fórmula 1 . Quando em movimento, esses móveis se atritam com o ar produzindo cargas elétricas, que são perigosíssimas no momento do abastecimento deles. Sendo assim, para não correr riscos com explosões, durante o abastecimento eles são conectados a terra, como medida para descarregar as cargas elétricas existentes sobre suas superfícies.(SANTOS, 2019)

Como visto, a eletricidade estática está presente na maioria dos corpos, onde na superfície ocorrendo o atrito com o ar ou água ela se potencializa. Neste sentido e sabendo que o navio é um bom condutor de eletricidade devido a sua estrutura em aço, surge a preocupação com possíveis faíscas e centelhas que podem ocorrer quando

o navio está sendo conectado ao braço ou mangotes de carga ou até mesmo algum equipamento metálico do navio esteja sendo manuseado na área de carga.

A fim de prover proteção contra a abertura de arco elétrico durante a conexão e desconexão, o terminal é responsável por assegurar que os braços e os mangotes de carregamento estejam equipados com um flange de isolamento ou com uma seção de mangote eletricamente descontínuo para garantir a descontinuidade elétrica entre o navio e o terminal.

O flange de isolamento é uma junta flangeada composta de junta, luvas e arruelas isolantes, destinada a impedir continuidade elétrica entre tubulações, linhas de carregamento conforme figura 7.

Figura 7 – Mangote com flange de isolamento



fonte:inaflex.com

Todas as partes metálicas, a partir da seção isoladora, que estiverem do lado do mar, devem ser eletricamente contínuas com o navio e, todas aquelas do lado de

terra devem ter continuidade elétrica com o sistema de aterramento do terminal.

O flange de isolamento ou a seção de mangote eletricamente descontínuo não deve fechar curto circuito através de contato com metais externos, ex. flange metálico exposto ou uma seção de mangote que estiver do lado do navio, a partir de um flange de isolamento ou do mangote descontínuo não deve entrar em contato diretamente ou através do equipamento de manuseio de mangotes, com a estrutura do terminal.

Os mangotes de carga, com interligação elétrica entre os flanges das extremidades, devem ser checados quanto à continuidade elétrica, antes de serem postos em serviço e, periodicamente, após esta primeira verificação. Tais medidas para evitar o desprendimento de centelhas

Além dos procedimentos dos flanges de interligação e continuidade elétrica, são previstos alguns cabos de interligação de aterramento entre o navio e o terminal, e também entre o navio e equipamentos portáteis tais como trenas de medição de nível de tanque e saca amostra.

Em meio a esta preocupação com a eletricidade estática e seus riscos para a operação, como medida de mitigar os riscos de uma explosão de um tanque de carga gerada por uma mistura explosiva entre o vapor de carga e o ar, foi desenvolvido um sistema que através da injeção de um gás capaz de diminuir a concentração de oxigênio na atmosfera de um tanque e ao ponto que essa concentração seja tão baixa que a atmosfera do tanque fique livre da possibilidade de passar pela faixa explosiva durante as operações, basicamente o gás inerte elimina um dos componentes do triângulo do fogo.

Segundo o que preconiza a convenção SOLAS, como emendas às regras II-2 / 4.5.5 e II 2 / 16.3.3 requerem a instalação de um sistema de gás inerte em todos os navios tanques de petróleo e produtos químicos de 8.000 toneladas de porte bruto ou mais (ao transportar cargas com baixo ponto de fulgor de < 60 ° C). Os petroleiros acima de 20.000 T de porte bruto já eram obrigados a instalar tais sistemas. De acordo com a convenção o teor de oxigênio tem que estar menos de 8% nos tanques contendo cargas inflamáveis.

O procedimento de inertizar um tanque denomina-se inertização, tal procedimento é feito antes da primeira operação do navio, onde se introduz o gás inerte que possui maior densidade do ar e desta forma ao ser introduzido no tanque ele vai se acumulando no fundo enquanto o oxigênio fica em cima e através de uma abertura no topo do tanque (vent. post) ele é expulso para a atmosfera até que sua concentração no interior do tanque fique abaixo de 8 % do volume.(IMO, 2016)

Após o tanque ter atingido o teor desejado, a operação de carga poderá iniciar-se com segurança, porém quando a operação inicia-se há um aumento gradativo na

pressão interna do tanque devido a entrada de carga, esta pressão deve ser aliviada para a atmosfera através de uma válvula de alívio ou através de um sistema de retorno para o terminal.

Outro fator muito importante quando se fala em segurança operacional de um petroleiro, é a certeza de que as redes de carga estarão preparadas para suportar as pressões de trabalho antes de qualquer operação, esse teste é feito normalmente com a pressão de trabalho das redes uma vez por mês e anualmente com 1,5 a pressão de trabalho. Nas redes de carga dos navios petroleiros existe uma junta chamada junta de expansão, essa junta tem a finalidade de permitir um grau de expansão e retração da rede devido ao movimento longitudinal do navio, pois como foi tratado no tópico 2.3 deste trabalho, o navio sofre esforços longitudinais e transversais como se uma viga fosse.(MOREIRA, 2016)

Finalmente após todas as verificações de segurança, checagem de válvulas e alinhamentos das redes e tomadas de carga, teor de oxigênio dos tanques, o imediato autoriza o início do bombeio do produto para o navio, o guia de operação recomenda que a operação seja iniciada com baixa vazão a fim de que possa ser realizada a verificação de segurança inicial, nesta verificação são checadas todas as redes de carga, bandejas de contenção das tomadas e, além disso, para evitar a névoa dentro do tanque devido ao movimento da carga dentro destes, também no início do carregamento o produto deve ser direcionado para um único tanque, até se confirmar que a carga está chegando somente naquele tanque e que todas as linhas e válvulas não apresentam vazamento; todos os tanques devem estar comunicados à linha principal de gás inerte.

Nos navios de produtos claros, quando carregando produtos segregados (produtos que não podem se misturar) e que possam se contaminar pelo vapor oriundo de outro produto, os tanques devem ser isolados da linha principal de gás inerte, utilizando o sistema de alívio independente de cada tanque. Este dispositivo que faz o alívio da pressão e vácuo de um tanque isoladamente está ilustrado na figura 8; após o carregamento ter sido iniciado e decorrido algumas horas é chegada a fase final de carregamento chamada de faz de tope. Na fase de tope algumas precauções devem ser tomadas a fim de se evitar o transbordamento do tanque, essas precauções são:

a) As válvulas dos tanques devem ser testadas antes da fase de top para se verificar o funcionamento;

b) O carregamento deve ser controlado para que seja dado top simultaneamente no menor número de tanques possível. O ideal é que seja dado top em um tanque de cada vez;

c) O top deve ser efetuado com vazão reduzida, quer pelo estrangulamento da válvula do tanque, no caso de top intermediário, quer pela redução da vazão do terminal,

no caso de top final; vazões elevadas na fase de top, além de risco de transbordamento, podem causar arrastamento de óleo pelo “vent-post” (Poste de alívio de pressão no teto do tanque);

d) Antes do top final, o navio deve chamar o terminal para confirmar a antecedência necessária para a redução de vazão e parada do carregamento;

e) Durante o carregamento, e principalmente na fase de top final, deve ser designado um tanque para alívio de um eventual risco de transbordamento do tanque que está sendo operado.

f) Após o top do último tanque, a válvula do manifold só deve ser fechada após confirmação com o terminal.

Figura 8 – Válvula de alívio de pressão e vácuo de um tanque de carga

Fonte: <https://pt.made-in-china.com/co>

Uma das maiores precauções a serem tomadas durante o carregamento, é com o surto de pressão ou contra pressão, isso pode ocorrer de duas formas, uma quando se aumenta acima da vazão máxima de trabalho e que foi acordada na reunião inicial entre o navio e o terminal, outra quando alguma válvula dos tanques ou linhas que estão recebendo a carga são fechadas parcialmente ou até mesmo bloqueadas, isso causa um efeito semelhante a um martelo hidráulico que pode ocasionar avarias nos equipamentos do terminal (bombas e redes), rompimento de alguma seção de rede, junta de expansão ou mesmo na própria tomada de carga onde esteja conectado o braço ou mangote e com isso poderá acarretar em um vazamento de óleo e risco de

poluição.

Abaixo, na figura 9 uma ilustração típica de um “manifold” e sua bandeja de contenção para casos de vazamentos na conexão entre o mangote/braço e a tomada de carga

Figura 9 – Detalhe do manifold de carga, bandeja e suas tomadas



fonte <https://thumbs.dreamstime.com>

.Então, terminado o carregamento, o oficial e/ou bombeador, em conjunto com o representante do terminal e inspetores da carga, devem efetuar a medição de ulagem, temperatura e da carga nos tanques para que seja feita a apuração da quantidade recebida e emissão dos documentos de carga para que possa o navio seguir viagem.

5.2 Descarregamento

A operação de descarga de um navio petroleiro, requer maior envolvimento do navio e seu pessoal que na operação de carregamento, pois neste caso a operação é realizada utilizando-se os equipamentos de bordo tais como bombas de carga, planta de produção de gás inerte, caldeiras entre outros. Além dos procedimentos comuns às operações de carregamento e descarga descritos anteriormente, nas operações de descarga devem ser tomadas algumas precauções específicas a essa operação, tais como:

a) Todos os tanques devem estar comunicados à linha principal de gás inerte. Nos navios de produtos claros, quando operando com produtos segregados que possam se contaminar pelo vapor, os tanques devem ser isolados da linha principal de gás inerte.

b) O início da descarga deve ser efetuado aspirando de um único tanque. As válvulas do manifold só devem ser abertas após igualar a pressão da rede de descarga do navio à pressão da rede do terminal, para evitar o retorno do produto para o navio (contrapressão)

c) A descarga deve ser iniciada com vazão reduzida, até que seja confirmado pelo terminal que a carga está chegando ao tanque receptor e que todas as linhas e válvulas não apresentam vazamento;

d) Durante a descarga, o navio não deve exceder a pressão máxima definida com o terminal na reunião inicial.

Ao final da descarga entra numa fase chamada “fase de dreno”, nesta fase o navio deve realizar uma drenagem dos tanques com preocupação em obter o melhor rendimento do sistema de drenagem; se nesta fase o pessoal do navio deve ter a preocupação de otimizar o tempo de operação e também com a quantidade de carga residual que irá ficar no tanque, que, neste caso deve ser somente alguns litros apenas. Ao término do dreno do último tanque, as válvulas do “manifold” devem ser fechadas para evitar retorno de produto, principalmente quando os tanques de receptores estão acima do nível de onde se encontra o navio, ou também uma quantidade que contenha num braço de carga. As redes do navio devem ser drenadas para o tanque designado.(ICS; OCIMF; IAPH, 2006)

Abaixo, na figura 10 temos uma ilustração de um braço de carreamento.

Figura 10 – Braço de carregamento



Fonte: <https://pt.made-in-china.com/co>

6 Considerações finais

Enfim, no que tange a operação de um petroleiro, vimos que a segurança operacional se faz primordial para que a atividade de transporte de petróleo pelo mar continue a existir.

De um modo geral, as tripulações e os profissionais que trabalham neste ramo, são exigidos pelas legislações nacionais e internacionais, a estarem bem preparados pois uma falha por mais pequena que ela seja poderá causar a falência de uma companhia petrolífera devido as grandes proporções de danos que um acidente pode causar.

Referências

CORP, H. E.; PROJECT, E. N. G. **Design and Construction of Oil Tankers**. 2012. Pdf. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/188144431/Design-and-Construction-of-Oil-Tankers>>. Acesso em: 24/05/2019.

ESTRANHO, R. M. **Tudo sobre navios petroleiros**. 2017. Web page. Disponível em: <<https://www.royalfic.com.br/tudo-sobre-os-navios-petroleiros/>>. Acesso em: 22/05/2019.

ICS; OCIMF; IAPH. **ISGOTT**. 2006. PDF. Disponível em: <<http://www.marinhamercante.com.br/cursos.php>>. Acesso em: 25/04/2019.

IMO. **International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974**. 2016. Pdf. Disponível em: <[http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-\(SOLAS\),-1974.aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS),-1974.aspx)>. Acesso em: 26/05/2019.

MOREIRA, A. S. F. **OS RISCOS ENVOLVIDOS NA OPERAÇÃO DE UM NAVIO PETROLEIRO**. 2016. 29 p. Dissertação (GESTÃO DE EMERGÊNCIAS E DESASTRES) — UNYLEIA.

PARANÁ, P. do. **Segurança de Navios Tanques e Terminais**. Paranguá: [s.n.], 2014. Disponível em: <http://www.portosdoparana.pr.gov.br/arquivos/File/chamamento/Seguranca_de_Navios_Tanque_e_Terminais.pdf>. Acesso em: 28/05/2019.

SANTOS, M. A. da S. **Manifestações da Eletricidade Estática**. 2019. Site. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/manifestacoes-eletricidade-estatica.htm>>. Acesso em: 23/05/2019.

THEOFANIS, Z. **TANKER SHIP'S DISCHARGING OPERATION AND CRUDE OIL WASHING**. 2013. Pdf. Disponível em: <<https://maredu.gunet.gr/modules/document/file.php/MAK265/Dissertations%20in%20English/Tanker%20ship%27s%20discharging%20operation%20and%20COW.pdf>>. Acesso em: 23/05/2019.