

**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE NÁUTICA  
(APNT.)**

**SEGURANÇA DAS OPERAÇÕES COM CONTROLE DE EMISSÃO  
DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS**

**Apresentação da monografia ao  
Centro de Instrução Almirante Graça  
Aranha como condição prévia para a  
conclusão do Curso de Bacharel em  
Aperfeiçoamento para Oficiais de  
Náutica - APNT**

**Por: Alex Alves Pequeno**

Rio de Janeiro  
2015

**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE NÁUTICA  
(APTN)**

**SEGURANÇA DAS OPERAÇÕES COM CONTROLE DE EMISSÃO  
DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS**

**Alex Alves Pequeno**

**ORIENTADOR: HERMANN REGAZZI GERK**

Rio de Janeiro  
2015

**Alex Alves Pequeno**

**SEGURANÇA DAS OPERAÇÕES COM CONTROLE DE EMISSÃO  
DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS**

Monografia apresentada como requisito necessário para conclusão do Curso Aperfeiçoamento para Oficiais de Náutica – APNT, ministrado no Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

---

**ORIENTADOR:** HERMANN REGAZZI GERK – Engenheiro Químico. Professor de Química/Materiais Perigosos/Hidrodinâmica com especialidade em Mecânica dos Fluidos

**Nota:** \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA (apresentação oral):**

---

**1º EXAMINADOR:** HERMANN REGAZZI GERK – Engenheiro Químico. Professor de Química/Materiais Perigosos/Hidrodinâmica com especialidade em Mecânica dos Fluidos.

---

**2º EXAMINADOR:** LAÍS RAYSA LOPES FERREIRA – Bacharel em Ciências Náuticas e Professora

---

**3º EXAMINADOR:** HENRIQUE VAICBERG – Bacharel em Ciências Náuticas e Professor.

**Nota:** \_\_\_\_\_

**Monografia apresentada em:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/2015.

**Nota Final:** \_\_\_\_\_

# DEDICATÓRIA

Aos meus pais e irmã, pelo amor, incentivo e por terem me dado todo o suporte para  
que eu chegasse até aqui.

A Deus por ter me agraciado com tudo que uma pessoa precisa pra ser feliz.  
A minha amada esposa que tem estado do meu lado e sempre me apoiou para que esse  
sonho se tornasse realidade.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

A minha Esposa e filha que são a minha base de vida. Aos meus pais e irmã que sempre estiveram comigo em todas as minhas conquistas.

Ao CIAGA pela oportunidade de poder participar deste curso tão importante para a carreira do Oficial de Náutica.

Ao Professor Hermann, pela orientação, apoio e confiança.

A Coordenadora do Curso, Professora Laís, pela competência e apoio a todos os alunos na solução de problemas e contorno dos obstáculos que a caminhada exigiu, sempre com serenidade e cordialidade.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais sem nominar terão os meus eternos agradecimentos.

A TRANSPETRO por ter me dado a oportunidade de participar deste curso, me dando todo apoio logístico necessário. Aos meus colegas de trabalho na Gerência a qual pertenceo, assim como os colegas das demais Gerências, os quais me deram todo apoio e suporte com materiais para confecção do meu trabalho.

A Bibliotecária, Sra. Teresa, que me ajudou bastante na procura de material para elaboração deste trabalho, sempre atenta e prestativa.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis.”

Fernando Sabino

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Petroleiro Torrey Canyon	24
Figura 2 – Navio Exxon Valdez	26
Figura 3 – Derrame de óleo – Navio Exxon Valdez	26
Figura 4 - Derrame de óleo – Navio Exxon Valdez	27
Figura 5 – Emissão Atmosférica	29
Figura 6 – Carregamento de Derivados Líquidos de Petróleo	30
Figura 7 – Carregamento de um navio tanque	30
Figura 8 – Flanges do Manifold da Linha de Retorno de Vapores (VECS)	37
Figura 9 – Navio Shuttle Tanker “Navion Stavanger”	41
Figura 10 – Diagrama Planta Sistema de Gás Inerte	43
Figura 11 – Válvula de Isolamento Linha de Gás Inerte de tanque de carga	44
Figura 12 – Poste de ventilação (Vent Riser)	45
Figura 13 – Esquema de funcionamento do Ruptor de Vácuo Pressão	46
Figura 14 – Válvula de Pressão e Vácuo de alta velocidade	48
Figura 15 –Tomada de VECs para conexão da rede de retorno de vapores	53
Figura 15 a - Mangote para conexão da rede de retorno de vapores do Terminal	53
Figura 16 – Manutenção de válvula PV	59
Figura 17 – Diagrama de Operação do Sistema de limpeza COW circuito Fechado	62

Figura 18 - Válvula VOCON	65
Figura 19- Processo de Formação de VOV em tanques sem KVOC	67
Figura 20 – Aplicação do Sistema KVOC	68
Figura 21 – Tanque para Recuperação de COV	69
Figura 22 – Planta de Condensação para tratamento COV instalada a bordo de um navio	70
Figura 23 – Esquema de funcionamento de uma planta de recuperação de COV do tipo Absorção	72
Figura 24 – Adsorvedor de leito fixo de carvão ativado	74

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

- BLS – Bow Loading System
- CFC –clorofluocarbonos
- CO – monóxido de carbono
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- COV – Composto Orgânico Volátil
- COW – Crude Oil Washing
- EPA – Agência de Proteção Ambiental Americana
- ERD – Emission Reduticon Device
- HCFC – hidroclorfluocarbonos
- HFC – hidrofleurcarbonos
- IMDG – Internacional Maritime Dangerous Goods Code
- IMO – International Maritime Organization
- MARPOL – Convenção Internacional para Prevenção da Poluição por Navios
- MP – material particulado
- NOX – óxido de nitrogênio
- O3 – ozônio troposférico
- PAN – Nitrato de peroxiacetila
- SO2 – dióxido de enxofre
- VECS – Sistema de Controle de Emissão de Vapores

## RESUMO

Os Compostos orgânicos voláteis são compostos químicos que possuem carbono em sua estrutura química e realizam reações fotoquímicas no seu estado gasoso à temperatura e pressão ambientes. Os impactos provenientes da emissão de compostos orgânicos voláteis para atmosfera acarretam em consequências à saúde humana, expondo as pessoas, o meio biótico e o meio físico. Estes impactos vão desde a problemas respiratórios nas pessoas à problemas de contaminação do solo e águas por ser um dos precursores da chuva ácida, além de ser um dos responsáveis pelo efeito “smog” qual impacta diretamente os processos de fotossíntese das plantas. Por isso é necessário que exista o monitoramento e controle destas emissões. Deseja-se mostrar a embarcação e seus diversos fatores causadores de poluição. Consequência de uma rotina operacional como em qualquer outra indústria. Este trabalho apresenta uma síntese dos procedimentos operacionais na operação de carga e descarga, bem como nas travessias até os portos de escala, em navios que transportam óleo cru, onde é realizada uma abordagem sobre algumas tecnologias aplicadas para a recuperação dos COV's neste tipo de navio, os quais são uma fonte importante de emissão de compostos orgânicos voláteis (COV's) do planeta.

**PALAVRAS-CHAVE:** Composto Orgânico Volátil, Emissões, Poluição.

## **ABSTRACT**

Volatile organic compounds are chemical compounds that have carbon in their chemical structure and undergo photochemical reactions in its gaseous state at room temperature and pressure. The impacts resulting from the emission of volatile organic compounds into the atmosphere result in consequences to human health, exposing people, the biotic environment and the physical environment. These impacts range from respiratory problems in people to the problems of contamination of soil and water by being one of the precursors of acid rain, in addition to being one of those responsible for the smog effect which directly impacts the processes of photosynthesis. For this reason it is necessary monitoring and control of these emissions. Disered to show the vessel and its various pollution-causing factors. Consequencies over an operational routine as in any other industry. This work presents a summary of the operational procedures in the operation of loading and unloading, as well as voyage fase until a port of calls for this kind of tanker where its take a approach of some technologies applied on board to VOC recovery, it is a important source of VOC emissions of planet

**KEYWORDS: Volatile Organic Compound Emissions, Pollution.**

## **METODOLOGIA**

A metodologia utilizada neste trabalho constituiu-se da pesquisa bibliográfica.

No que se refere a abordagem do problema, esta é qualitativa, já que seu conteúdo está diretamente ligado aos dados pesquisados, sem dados quantitativos ou números estatísticos.

Para elaboração do trabalho, quanto aos procedimentos técnicos, utilizou-se a pesquisa bibliográfica, através dos livros, artigos e publicações em sites de órgãos relacionados ao tema.

# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1- COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS	15
1.1 – DEFINIÇÕES	15
1.2 – CLASSIFICAÇÃO DE COV'S	16
1.3 – PRINCIPAIS FONTES DE COV'S	18
2-OPERAÇÕES DE CARGA E DESCARGA EM NAVIOS	20
2.1 – TRANSPORTES MARÍTIMOS	20
2.1.1 – Vantagens e Desvantagens do Transporte Marítimo	20
2.2 – CARGA E DESCARGA	21
2.3 – CARGA PERIGOSA	22
3 – REQUISITOS LEGAIS	23
3.1 – NORMAS E LEGISLAÇÃO BRASILEIRA	23
3.2 – IMO E A LEGISLAÇÃO INTERNACIONAL	24
4 – EMISSÃO DE COV NAS OPERAÇÕES DE CARGA E DESCARGA	28
4.1 – EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	28
4.1.1 – Natureza das Emissões Atmosféricas Gasosas	29
4.1.1.1 – Emissões pontuais	29
4.1.1.2 – Emissões fugitivas	29
4.1.1.3 – Emissões evaporativas	29
4.2 – EFEITOS QUE OS POLUENTES PODEM CAUSAR NA ATMOSFERA	31
4.3 – EFEITOS QUE O COV'S PODEM CAUSAR À SAÚDE	32
5 – CONTROLE NAS EMISSÕES DE COV'S NAS OPERAÇÕES DE CARGA E DESCARGA DE DERIVADOS LÍQUIDOS DE PETRÓLEO	34
6 – PLANO DE GERENCIAMENTO DO COV	38
6.1 – OS TANQUES DE CARGA E SUAS POSIÇÕES	40

6.2 – SISTEMA DE VENTILAÇÃO DOS TANQUES E REDE PRINCIPAL DE GÁS INERTE	42
6.3 – VÁLVULAS DE ISOLAMENTO E ARRANJOS DE VEDAÇÃO	44
6.4 – VÁLVULAS DE PRESSÃO/ALÍVIO DE VÁCUO NO CASO DE O TANQUE DE CARGA ESTEJA ISOLADO DOS DEMAIS TANQUES DE CARGA E LINHA DE GÁS INERTE	46
6.5 – SISTEMA, MÉTODO E PARÂMETROS DE OPERAÇÕES DO EQUIPAMENTO PARA CONTROLAR AS EMISSÕES DE COV DURANTE A OPERAÇÃO DE CARGA	52
6.5.1 – SISTEMA DE CONTROLE DE EMISSÕES DE GASES	52
6.5.2 – PROCEDIMENTOS PRÉ OPERACIONAIS – ANTES DA CHEGADA	53
6.5.3 – PROCEDIMENTOS PRÉ OPERACIONAIS – ATRACADO	54
6.5.4 – PROCEDIMENTOS DURANTE O CARREGAMENTO	55
6.6 – PROCEDIMENTOS ADOTADOS EM CASO DE ANORMALIDADES OPERACIONAIS	56
6.7 – PROCEDIMENTOS PARA MINIMIZAR A EMISSÃO DE COV EM VIAGEM	59
6.8 – PROCEDIMENTOS PARA MINIMIZAR A EMISSÃO DE COV DURANTE A OPERAÇÃO DE CARGA E DESCARGA/DELSASTRO	61
6.9 – OUTRAS TECNOLOGIAS PARA O CONTROLE DE EMISSÃO DE COV'S	64
6.10 – SISTEMA KVOC	65
6.10.1 – FORMAÇÃO DE COV EM TANQUES SEM A INSTALAÇÃO DO SISTEMA KVOC	66
6.11 – SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE VAPOR – URV	68
6.11.1 – SISTEMA DE CONDENSAÇÃO	70
6.11.2 – SISTEMA DE ABSORÇÃO	71
6.11.3 – SISTEMA DE ADSORÇÃO	73
6.11.4 – SISTEMA DE SEPARAÇÃO DE MEMBRANA	74
CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXOS	79

## INTRODUÇÃO

A navegação é a mais internacional das indústrias. As atividades de transporte marítimo cresceram, e, principalmente a de petróleo tem levado mais preocupação aos dirigentes de vários países, no que se refere a desastres causados pelo derrame dessas substâncias e suas consequências nas águas jurisdicionais.

Acidentes ambientes podem decorrer de falhas humanas, seja na manipulação de equipamentos ou através de gerenciamento operacional inadequado, envolvendo a manutenção e a segurança do navio ou também por condições metrológicas incontroláveis.

As discussões em torno da segurança nas operações de carga e descarga, em relação ao controle de emissão de compostos orgânicos estão cada vez mais em foco, no que diz respeito ao planejamento das metas ambientais.

Atualmente, algumas empresas têm demonstrado preocupação com as perdas envolvidas nas emissões de compostos orgânicos voláteis (COV), no procedimento de carga, transporte e descarga de navios, já que estão sendo cada vez mais cobradas pelos órgãos ambientais que visam maior controle das fontes poluidoras.

A discussão em torno dos compostos orgânicos tem sido frequente, em razão de estudos terem comprovado que tais compostos afetam o meio ambiente e diminuem a qualidade do ar. Sendo que as fontes que emitem esses poluentes podem ser de origem natural ou através de atividades humanas. Por isso, monitoramentos constantes têm sido feitos, mas ainda não temos estudos significativos sobre o controle a nível industrial. Não existe protocolo oficial sobre como evitar os COV's na atividade industrial.

O presente trabalho aborda os procedimentos operacionais e a segurança envolvida na execução destes procedimento tendo em vista que as operações de carga e descarga de navios petroleiros são uma das principais fontes nas emissões de compostos orgânicos voláteis.

# 1. COMPOSTOS ORGANICOS VOLÁTEIS (COV)

## 1.1 – DEFINIÇÕES

Os Compostos Orgânicos Voláteis (COV's), são poluentes do ar em sua maioria emitidos na atmosfera pela frota veicular, através de combustão de combustíveis fósseis e perdas evaporativas e por processos industriais, como na fabricação de tintas solventes, vernizes, colas e produtos de limpeza. (CAMPOS, 2007)

Considera-se COV todo composto que, à exceção do metano, contém carbono e hidrogênio, os quais possivelmente podem ser substituídos por outros átomos como halogênios, oxigênio, enxofre, nitrogênio ou fósforo, excluindo-se óxidos de carbono e carbonatos. Estes compostos encontram-se em estado gasoso ou de vapor dentro das condições normais de temperatura e pressão (CNTP). Acrescenta-se ainda que todo produto orgânico tendo pressão de vapor superior a 10 Pa nas CNTP, ou 0 °C e 105 Pa (1 atm) é considerado um composto orgânico volátil. Nos Estados Unidos, COV são definidos como compostos orgânicos com pressão de vapor superior a 13,3 Pa a 25 °C, de acordo com o método D3960-90 da ASTM. Pela União Européia, COV são compostos orgânicos com pressão de vapor superior a 10 Pa e 20 °C (European VOC Solvents Directive 1999/13/EC). O “Australian National Pollutant Inventory” define COV como um composto químico com REVISÃO DE LITERATURA 23 pressão de vapor superior a 2 mmHg (0,27 kPa) a 25 °C, excluindo o metano (LE CLOIREC, 1998; ZYSMAN, 2001). Os COV foram ainda definidos como compostos orgânicos com pontos de ebulição numa faixa de 50 a 260 °C (WHO, 1989). Este intervalo foi escolhido por razões de capacidade de amostragem e de análise, mais do que do ponto de vista dos efeitos à saúde (DEWULF e WITTMANN, 2002).

São considerados poluentes perigosos, sendo alguns tóxicos e carcinogênicos. Desta forma, a inalação dos compostos pode gerar efeitos ruins na saúde humana, principalmente quando são expostos a concentrações elevadas e em um longo período de tempo. Os COV's pertencem a uma classe de substância cujo carbono está ligado ao hidrogênio ou a outros elementos e que possuem pressão de vapor maior ou igual a 0,01kPa 293,15K.

A maior parte dos compostos orgânicos com menos de 12 (doze) átomos de carbono são considerados COV's.

São produtos que com facilidade formam vapores à pressão e à temperatura ambientes, em razão do potencial desses compostos participarem de reações fotoquímicas, têm efeito poluidor. Quando lançados na atmosfera, eles contribuem para a formação da camada “smog” (poluição) fotoquímico, que é uma mistura de hidrocarbonetos oxidados e outros compostos que se agravam com as radiações ultravioletas na superfície terrestre e formam uma espécie de névoa na atmosfera.

Sob a ação da radiação solar, em determinadas condições atmosféricas, alguns hidrocarbonetos podem reagir com os óxidos de azoto, formando poderosos oxidantes dos quais se destaca, pela sua importância, o ozônio (ozono troposférico), efeito vulgarmente designado por nevoeiro fotoquímico. (OLIVEIRA, 1993)

Os COV's são de interesse para reguladores da qualidade do ar por várias razões, já que alguns são considerados tóxicos e poluentes perigosos ao ar. Outra importante razão é o fato deles serem precursores de poluentes secundários do ar, tais como: ozônio, nitrato de peroxiacetila (PAN) e aerossóis secundários orgânicos.

A Agência de Proteção Ambiental Norte Americana (EPA), definiu COV todos os compostos de carbono que participam das reações fotoquímicas atmosféricas, excluindo desta classificação o monóxido de carbono, o dióxido de carbono, o ácido carbônico, carbonato de amônio e os carbeto ou carbonatos metálicos. São, também, excluídos desta classificação, devido a sua baixa reatividade fotoquímica, os seguintes compostos: metano, etano, cloreto de metileno, metilclorofórmio, vários fluorcarbonos e vários CFCs (Clorofluorcarbonos), HCFCs(Hidroclorofluorcarbonos) e HFCs(hidrofluorcarbonos).

## 1.2 – CLASSIFICAÇÃO DE COV's

Quanto à classificação, é comum o termo COV e Hidrocarbonetos serem confundidos, sendo este último pertencente a um subgrupo dos compostos orgânicos voláteis.

No grupo dos Hidrocarbonetos encontram-se os alcanos, os alcenos, que são altamente reativos, os alcinos (raros na atmosfera) e os aromáticos. (DUARTE & GRAUER, 2009)

A maioria dos compostos orgânicos, segundo HUNTER e OYAMA (2000), tem em sua composição até doze átomos de carbono e estão inseridos na classificação de COV's, inclusive a maioria dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos.

Os COV's, quando lançados na atmosfera, são considerados precursores fotoquímicos, podendo reagir com os óxidos de nitrogênio (NOx) na presença de radiação solar, formando o ozônio troposférico (O<sub>3</sub>), que é altamente tóxico para o meio ambiente e para a saúde humana.

Segundo dados da USEPA de 1996, as fontes veiculares são responsáveis por 42% das emissões de COV's liberados na atmosfera, seguidas pelos processos industriais que utilizam solventes, representando 33%. Os 25% restantes são oriundos das atividades de transporte e armazenagem de produtos, queima de combustíveis, além de atividades rotineiras de indústrias, tais quais: química, petrolífera, de papel e celulose, alimentícia e metalúrgica (<http://www3.epa.gov/>).

Na Indústria Petrolífera, as emissões destes compostos acontecem desde a fase de exploração do petróleo, transporte e refino, até chegar à etapa de comercialização, ou seja, da distribuição ao consumo final. No decorrer deste trajeto, as maiores fontes potenciais de emissão de COV's são: as operações de carregamento e descarregamento de óleos crus e seus derivados (Caminhões-tanque e vagões tanque, em ilhas de carregamento, e em terminais marítimos), as operações de estocagem e as operações de tratamentos de efluentes das refinarias. Na indústria petroquímica, os COV's são originados de tanques de estocagem, vazamentos de tubulações e equipamentos e sistemas de aquecimento. Nestas indústrias, os COV's em sua maioria são provenientes dos solventes, lubrificantes e combustíveis em geral. (<https://ouvidoria.petrobras.com.br>)

Os compostos orgânicos voláteis (COV) podem ser emitido a partir de carga transportada a bordo de navios. As emissões de COV ocorrem principalmente durante a carga e em trânsito. A parte da emissão de COV que é gerada durante o carregamento pode ser contabilizado em inventários de emissões nacionais. A seguir poderemos avaliar as emissões de COV que ocorrem durante o transporte de petróleo bruto, pela combinação de dados disponíveis e da literatura existente.

### 1.3 – PRINCIPAIS FONTES DE COV's

Os COV's são importante fonte de emissão de carbono, atuando na produção de ácidos orgânicos atmosféricos, como também nas reações fotoquímicas de interesse regional e global.

As fontes de emissão de COV para a atmosfera podem ser biogênicas, provenientes da matéria viva. As fontes biogênicas ocorrem principalmente nas regiões tropicais da terra, como consequência das condições de temperatura favoráveis e a intensa radiação solar. Dentre as fontes biogênicas destacam-se as emissões de plantas, árvores e animais selvagens, incêndios naturais e processos anaeróbicos em mangues.

Podem ser também, antropogênicas, que são emitidas a partir de atividades humanas tais como: processos de combustão e evaporação de combustíveis, o uso de solventes, armazenagem e distribuição de matérias primas e produtos de processo de refino de petróleo, aterro.

As indústrias, principalmente as de processamento de petróleo, são as principais fontes fixas emissoras de gases para a atmosfera. Neste caso, os poluentes mais comuns compreendem COV (principalmente hidrocarbonetos saturados e aromáticos), compostos sulfurados nitrogenados e material particulado (KALABOCAS, 2001).

Segundo Andrade (2002):

Por meio, principalmente da combustão do etanol combustível, outros compostos também são considerados COV por sua reatividade fotoquímica. Esses são os compostos carbonílicos, basicamente aldeídos e cetonas, que são emitidos para a atmosfera.

Dentre os compostos carbonílicos mais abundantes, estão o formaldeído e o acetaldeído, que correspondem a cerca de 90% de fração destes compostos na atmosfera e os outros 10%, são representados por propionaldeído, propanona, acrotoína e benzaldeído. Além de serem precursores de oxidantes fotoquímicos como ozônio, perxiadetilnitratos (PAN) e perixusenzolnitratos (PBN), os quais são altamente irritantes para os olhos e são fitotóxicos, as carbonilas também originam ácidos orgânicos atmosféricos, que provocam a chuva ácida e acidificação de lagos.

As fontes de emissões atmosféricas podem ser pontuais e não pontuais.

Na fonte pontual toda a emissão se localiza em um único ponto, tais como as chaminés de fornos e caldeiras, e também os suspiros de tanques de armazenamento, referentes à indústria.

Na fonte não pontual, temos como característica as áreas abertas à atmosfera, onde a emissão ocorre em razão da volatilização de compostos que são presentes na massa líquida, tal como o tratamento de efluentes com bacias e coletoras. (Wallace, 1979).

Ainda segundo Wallace, 1979:

As fontes múltiplas de emissões não pontuais são compostas de equipamentos e componentes integrantes dos sistemas de transporte de produtos dentro do processo, dentre os quais podem ser citados: bombas, compressores, flanges e válvulas. Todos esses equipamentos e componentes possuem sistemas de selagem para impedir que o produto escape para fora do processo. A emissão nesses tipos de fontes decorre de pequenos vazamentos no sistema de selagem.

Embora os COV's sejam geralmente lembrados em sua fase de gás, eles podem se condensar como partículas ou serem absorvidos por partículas inorgânicas, que então passam por uma transformação química.

## 2. OPERAÇÕES DE CARGA E DESCARGA EM NAVIOS

### 2.1 – TRANSPORTES MARÍTIMOS

A história do transporte marítimo tem fatos significativos ocorridos na vida dos povos, expondo que o mar foi responsável pelas grandes descobertas, bem como o caminho natural para a integração social da humanidade. O transporte marítimo foi o primeiro a ser utilizado comercialmente pelo homem. Desta forma, o trabalho de carga e descarga em embarcações mercantes já existe há séculos.

#### 2.1.1. Vantagens e Desvantagens do Transporte Marítimo

##### Vantagens:

- a) Maior capacidade de carga;
- b) Carrega qualquer tipo de carga;
- c) Menor custo de transporte.

##### Desvantagens :

- a) Necessidade de transbordo nos portos;
- b) Distância dos centros de produção;
- c) Maior exigência de embalagens;
- d) Menor flexibilidade nos serviços aliados a frequentes congestionamentos os portos.

Antes de falarmos sobre as operações de carga e descarga em navios, citaremos os principais tipos de navios, a partir de sua construção na forma adequada para os produtos que irá transportar: (Porto Gente, 2009)

- a) Cargueiro Convencional: para o transporte de carga geral, com os porões divididos de forma a atender diferentes tipos de carga;
- b) Graneleiro: visando o transporte de granéis sólidos;
- c) Tanque: destina-se ao transporte de granéis líquidos;

- d) Full Container Ship ou Porta-contêiner: são navios que transportam a sua carga em contentores e que transportam a maioria das cargas do mundo, visto que podem transportar quase todo o tipo de cargas;
- e) Roll-on/Roll-off: apropriado para o transporte de veículos, que são embarcados e desembarcados, através de rampas, com os seus próprios movimentos. Pode propiciar a conjugação com o transporte terrestre, ao carregar a própria carreta ou o contêiner sobre rodas (“boogies”);
- f) Lash ou porta-barcaças: projetado para operar em portos congestionados, transporta, em seu interior, barcaças com capacidade de aproximadamente 400 t ou 600 m<sup>3</sup>, cada uma, as quais são embarcadas e desembarcadas na periferia do porto;
- g) Sea-bea: é o mais moderno tipo de navio mercante, pois pode acomodar barcaças e converter-se em Graneleiro ou Porta-contêiner;
- h) Frigorífico: são navios especializados em transporte de carga refrigerada, por exemplo, medicamentos, alimentos entre outras cargas.

## 2.2 – CARGA E DESCARGA

O procedimento da operação de carga e descarga em navios é muito importante, principalmente para indústria petrolífera. Sua execução deve ser eficaz, para que os custos sejam reduzidos. Assim, é fundamental a elaboração de um plano de carga, de um estudo sobre o produto que será manejado, segregando as cargas. Isto objetiva a prevenção de acidentes e garantindo um fluxo eficaz da logística envolvida.

### 2.2.1 Principais equipamentos utilizados em operações de carga descarga:

- a) Guindaste de Múltiplo Uso: equipamento utilizado em diversas práticas de movimentação marítima de diversos tipos de cargas e navios, tais como navios para contêineres, graneleiros, carga pesada, multiuso, frigoríficos e navios tanque.

Atualmente, a indústria contempla uma gama de tipos de guindastes desde guindastes de bordo com basculamento da lança por cabos de aço ou por cilindros hidráulicos, guindastes com garra, guindastes tipo ponte, guindastes para cargas pesadas, para provisões e mangotes.

b) Braços de Carga: equipamento utilizado para recebimento de óleo diesel / querosene e de gasolina / álcool. Montados em coluna tubular redonda com base fixa no solo, ou em estrutura aérea fixa, ou estrutura móvel. Através de um sistema de cilindro pneumático de simples ou dupla ação é responsável pela movimentação de diferentes tipos de cargas.

### 2.3 - CARGA PERIGOSA

O International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG), estabelece as normas para a segregação a bordo dos navios das cargas perigosas, porém na prática, a tabela de segregação, é aplicada inclusive nas áreas portuárias, pátios e armazéns, já que seu cumprimento implica em uma segurança maior na movimentação destas cargas (INCATEP, 2004). Para o IMDG Code da IMO, carga perigosa é:

Qualquer substância que, sob condições normais tenha alguma instabilidade inerente, que sozinha ou combinada com outras cargas, que possa causar incêndio, explosão, corrosão de outros materiais, ou ainda, que seja suficientemente tóxica para ameaçar a vida ou a saúde pública se não for adequadamente controlada.

Para se atender às necessidades de produção do mundo moderno, faz-se notar uma movimentação de produtos perigosos, cada vez maior. E, durante esta movimentação podem ocorrer várias situações de acidentes, tais como: rompimento de recipientes, embalagens ou tanques de acondicionamento, como vazamentos, derrames, lançamentos, acúmulos, infiltrações, emissão de gases ou vapores, incêndios, explosões entre outros fatores de risco, causando danos irreversíveis ao meio ambiente.

A intensidade de risco está associada à periculosidade do material manuseado com potencial para causar simultaneamente múltiplos danos ao meio ambiente e à saúde dos funcionários expostos.

A Autoridade Reguladora deve estabelecer uma legislação geral para atender a construção de novas instalações e que atendam também às mudanças, para aumentar ou modificar as instalações já existentes.

### 3 – REQUISITOS LEGAIS

#### 3.1- NORMAS E LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

No começo da década de 70, a preocupação com a poluição ambiental se intensificou no Brasil.

Nas metrópoles, os problemas com a poluição do ar tornaram-se evidentes, como também se tornou evidente a necessidade de se adotarem políticas públicas. Problemas respiratórios, mortalidade infantil, má formação congênita, entre outros problemas de saúde pública, obrigaram a adoção de medidas para redução na emissão de poluentes atmosféricos nos grandes centros urbanos. No setor agrícola o tema permanece pouco explorado e as decisões de políticas e encaminhamento científico são baseadas em diretrizes internacionais.

O controle da poluição atmosférica, teve sua primeira legislação federal com a Portaria do Ministério do Interior de nº 231, de 27 de abril de 1976, que visava estabelecer padrões nacionais de qualidade do ar para material particulado, dióxido de enxofre, monóxido de carbono e oxidantes fotoquímicos.

Em 22 de dezembro de 1977, pelo Decreto Federal nº 81.107, foi declarado de Segurança Nacional o controle ambiental das atividades públicas e privadas relacionadas às: indústria de armamentos; químicas; petroquímicas; de cimento; materiais de transporte; celulose; fertilizantes; defensivos agrícolas e as refinarias de petróleo. Porém, foi na década de 80 que a legislação ambiental foi estruturada como política e obteve o controle da poluição e implementou o desenvolvimento sustentável.

Já os padrões nacionais de qualidade do ar para ozônio, monóxido de carbono, dióxido de nitrogênio, dióxido de enxofre, material particulado, fumaça e partículas inaláveis, foram determinados pela Resolução CONAMA 03, de 1990. (Anexo A)

### 3.2 – IMO E A LEGISLAÇÃO INTERNACIONAL

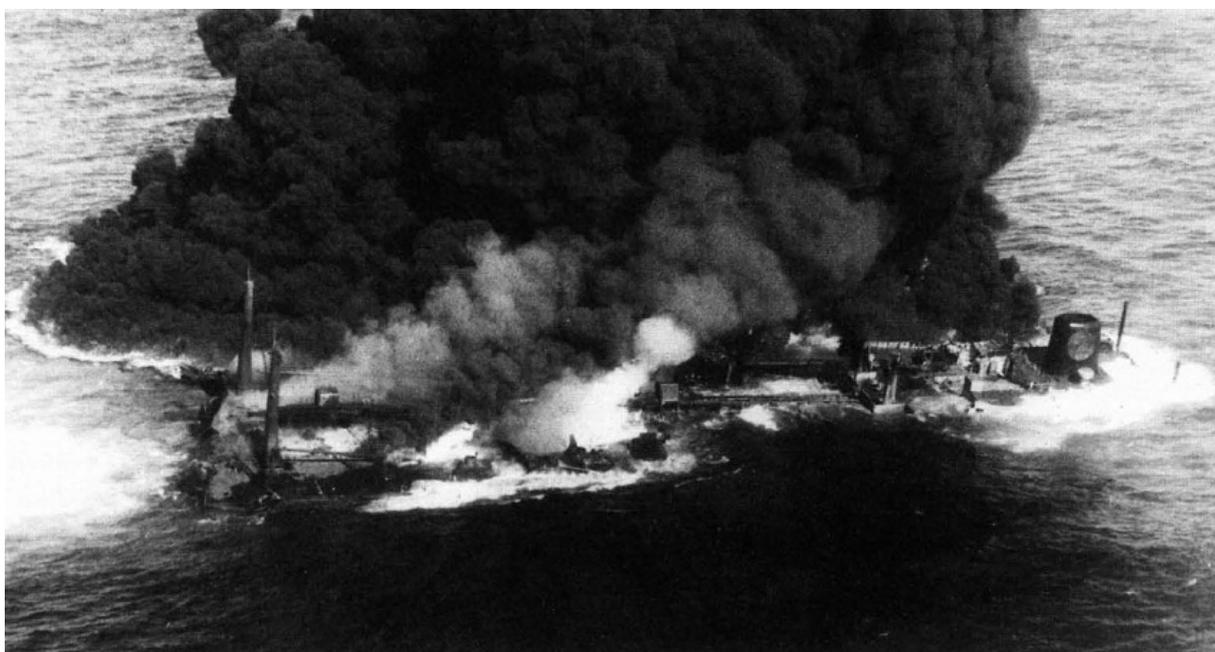
A poluição dos mares e oceanos por óleo, foi tratada como problema na primeira metade do século XX, devido ao grande impacto ambiental que este evento proporciona ao se materializar, com isso várias nações criaram regras nacionais para o controle de descargas de óleo em suas águas territoriais.

No ano de 1948, em Genebra, ocorreu uma conferência internacional, em que foi adotada uma convenção denominada de IMO – Internacional Maritime Organization, que entrou em vigor em 1958.

Em 1954, o Reino Unido organizou uma conferência sobre a poluição por óleo, Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Óleo – OILPOL. Sendo a primeira convenção internacional reconhecida, com o objetivo de prevenção da contaminação por óleo transportado pelos navios.

Em 1967, o acidente com o navio Torrey Canyon, que provocou o vazamento de 119.000t de petróleo bruto atingindo a costa sudoeste da Inglaterra e a costa norte da França evidenciou a ameaça ao meio ambiente com o aumento do tráfego e porte dos navios.

Figura 1: Petroleiro Torrey Canyon após ser atacado (Fonte: Google)



Após este acidente, a IMO introduziu uma série de medidas preventivas para acidentes com petroleiros e visando minimizar as consequências. Foi também alvo das suas preocupações a ameaça causada por rotinas operacionais tais como a limpeza de tanques de

carga e a disposição de efluentes gerados em espaços de máquinas – em termos de volumes gerados, sem dúvida alguma era uma ameaça muito maior do que a poluição acidental.

Mediante a gravidade da situação, a IMO com o intuito de prevenir a poluição acidental e operacional, preconizou ações que culminaram em acordos internacionais, destacando-se a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios, assinada em 17 de fevereiro de 1973, que ficou posteriormente conhecida como MARPOL 73/78 após inclusão em 1978 de alterações no texto original. Estas alterações são dadas através de decisões do Comitê Marítimo de Proteção ao Meio (MEPC) que após aprovação das Partes elabora emendas à Convenção MARPOL até os dias atuais.

Conforme consta na página do Portal Marítimo:

Marpol 73/78 é a mais importante convenção ambiental marítima. Foi projetado para minimizar a poluição dos mares e tem como objetivo: preservar o ambiente marinho pela eliminação completa de poluição por óleo e outras substâncias prejudiciais, bem como, minimizar as consequências nefastas de descargas acidentais de tais substâncias. (<http://portalmaritimo.com/publicacoes/marpol-7378/>)

O MARPOL contém 6 anexos, relacionados com a prevenção das diferentes formas de poluição marinha, por navios: Anexo I – Óleo; Anexo II – Substâncias Líquidas Nocivas Transportadas a granel; Anexo III – Substâncias Prejudiciais Transportadas em forma Empacotada; Anexo IV – Esgoto; Anexo V – Lixo e Anexo VI – Poluição de Ar. (Portal Marítimo, 2011)

Em seu anexo VI, há regras para Regras para a Prevenção da Poluição do Ar Causada por Navios. (Anexo B)

A MARPOL 73/78 inclui regulamentações referentes à subdivisão e para assegurar que, em estabilidades projetadas qualquer condição de carga, o navio possa resistir após ter sofrido um a colisão ou naufrágio. Uma das medidas implementadas, foi o posicionamento dos tanques de lastro segregado onde se espera o maior impacto durante uma colisão ou naufrágio reduzindo, desta forma, a quantidade de carga derramada.

Mesmo com a introdução da MARPOL, não foi suficiente para impedir que novas catástrofes ambientais, com o acidente com o navio Exxon Valdez em 1989 no Alaska, viessem a ocorrer. Após este acidente, foi formulado, por parte dos Estados Unidos, o Oil Pollution Act de 1990 – OPA 1990 – prescrevendo o casco duplo para os petroleiros construídos a partir de então e um cronograma de retirada da ativa dos navios de casco simples.



Figura 2: Navio Exxon Valdez. Fonte: Portal Marítimo



Figura 3: Navio Exxon Valdez. Fonte: Portal Marítimo



Figura 4: Derrame de óleo - Exxon Valdez – Fonte: Portal Marítimo

## **4 - A EMISSÃO DE COV NAS OPERAÇÕES DE CARGA E DESCARGA**

Muito se tem falado a respeito das emissões atmosféricas no setor petroquímico, uma vez que toneladas de produtos são lançadas na atmosfera. A preocupação com as perdas envolvidas nas emissões de compostos orgânicos voláteis (COV's) para a atmosfera é uma constante, já que as consequências destas perdas vão desde os efeitos nocivos à saúde do trabalhador e ao meio ambiente como as perdas no setor financeiro.

Estas emissões podem ocorrer desde a etapa de extração do petróleo, passando pelas etapas de carga/descarga, transporte, refino e transformação na indústria petroquímica, até chegar na etapa de comercialização, ou seja, distribuição e consumo final. O processo de carga e descarga, é responsável pelas maiores fontes potenciais de emissão de COV's. Sendo necessário o controle destas emissões, já que as operações são realizadas em sua maioria, expostas à atmosfera.

### **4.1 – EMISSÕES ATMOSFÉRICAS**

Emissões Atmosféricas são aquelas substâncias em forma de partículas, gases e aerossóis que se formam como subprodutos dos processos de combustão ou das transformações de matéria-prima que, quando lançadas à atmosfera em concentrações superiores à capacidade do meio ambiente em absorvê-las, causam alterações na qualidade do ar. (<http://creaweb.crea-pr.org.br/>)

A Declaração de Emissões Atmosféricas é exigida de todo e qualquer empreendimento / atividade que, em sua operação, cause / provoque a emissão de partículas, gases e aerossóis que se formem como subprodutos dos processos de combustão ou das transformações de matérias-primas. (<http://creaweb.crea-pr.org.br/>)



Figura 5: Emissão Atmosférica.  
Fonte: [www.google.com](http://www.google.com)

#### 4.1.1 – Natureza das emissões atmosféricas gasosas

Para facilitar o estudo relativo às emissões atmosféricas, as fontes emissoras de gases a partir de processos industriais foram divididas em 3 categorias: emissões pontuais, emissões fugitivas e emissões evaporativas.

4.1.1.1 – Emissões Pontuais: pontos de emissão contínua de um dado processo, cuja característica deste determina o perfil da emissão. Por exemplo: chaminés, tubulações, desgaseificação de equipamentos e outras.

4.1.1.2 – Emissões Fugitivas: As emissões fugitivas incluem perdas de vapores e gases oriundas de equipamentos como bombas, válvulas, flanges, conexões, etc. A emissão destes equipamentos representa uma parcela significativa das emissões totais de uma planta de processamento de orgânicos, pois apesar de individualmente esses acessórios contribuírem pouco, o seu grande número faz com que o total de emissões seja bastante representativo.

4.1.1.3 - Emissões evaporativas: As emissões evaporativas são provenientes de áreas abertas para a atmosfera. Compõe este tipo de emissão as bacias de decantação, lagoas de estabilização, reatores abertos como as bacias de tratamento biológico de efluentes líquidos,

separadores de água e óleo, redes de drenagem, tanques, ilhas de carregamento e torres de refrigeração.

Na Figura 3, observa-se que as emissões de VOCs durante as operações de carga e descarga de derivados líquidos de petróleo em navios compartimentados se dão por evaporação e/ou exaustão através do topo dos tanques de carga. Esta perda de produto durante o carregamento ocorre quando os vapores orgânicos presentes no tanque são expulsos para a atmosfera, enquanto este mesmo tanque é carregado com um novo líquido. Estes vapores são constituídos fundamentalmente por: a) Vapores formados no tanque vazio pela evaporação do produto residual carregado anteriormente; b) Vapores transferidos através de sistemas de balanço de vapor, quando um tanque de carga que está sendo descarregado resgata os vapores que estão sendo deslocados para fora de um outro tanque que está sendo carregado e c) Vapores gerados no tanque enquanto um novo produto é carregado, (Agencia de Proteção Ambiental dos Estados Unidos – EPA, 1995).

Figura 6: Carregamento de derivados líquidos de petróleo. (Fonte: EPA, 1995)

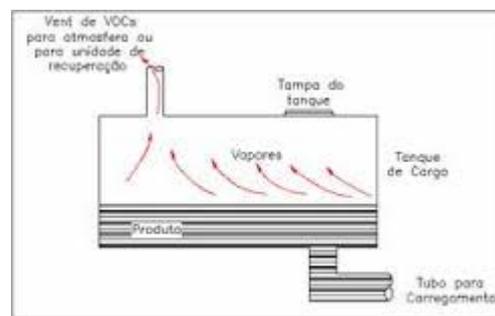


Figura 7: Carregamento de um navio-tanque com líquido orgânico

Fonte: [www.google.com](http://www.google.com)

Atualmente, a cobrança feita pelos órgãos ambientais para maior controle, está atingindo cada vez mais empresas. A redução nas emissões de por vazamento, que ocorrem através de válvulas, bombas e conexões de processo, podem ser monitoradas e reparadas.

Faz-se necessário, estudos mais profundos sobre tais emissões e seu controle nas indústrias, já que a legislação brasileira não estabelece nenhum limite para as taxas de emissões de COV's.

#### 4.2 – EFEITOS QUE OS POLUENTES PODEM CAUSAR NA ATMOSFERA

Os poluentes que são apresentados na Resolução CONAMA 03/90, podem causar efeitos na atmosfera. São eles:

- **SO<sub>x</sub>** - Óxidos de Enxofre : Estes poluentes, de origem principalmente industrial, é gerado em processos de combustão (óleo pesado, carvão, gasolina, óleo diesel, etc.). Ele é bastante irritante para as membranas mucosas e vias respiratórias. Pode causar edema pulmonar e bronquite. São responsáveis pela formação da chuva ácida que ao meio ambiente, causam sérios danos como a acidificação da água de rios e lagos; altera o equilíbrio químico do solo, afetando o desenvolvimento da vegetação; por ser corrosiva, pode destruir estruturas metálicas e monumentos e desfolhar totalmente copas de árvores. Uma das reações mais comuns é a oxidação do dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) que produz o anidrido de enxofre (SO<sub>3</sub>) representado na seguinte forma:  $SO_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow SO_3$ .

- **CO** - Monóxido de Carbono (CO): Ele é gerado na combustão incompleta de combustíveis utilizados nos veículos. Existem altas concentrações de CO em locais cobertos (túneis, estacionamento, etc.) onde os veículos circulam em número importante. Este se transforma em CO<sub>2</sub> distante da fonte emissora. Em elevadas concentrações pode levar ao coma e depois à morte. Como os óxidos de nitrogênio e os hidrocarbonetos, este está envolvido na formação do ozônio troposférico.

- **MP** - Material Particulado: Os particulados são constituídos de partículas poluentes de composição diversa e tamanho entre 0,001 e 50 µm. Estas são o resultado na maior parte geradas da reunião na atmosfera de diversas fontes de poluição. Estas contêm substâncias tóxicas como metais pesados ou hidrocarbonetos. Somente partículas menores que 10 µm (PM10) permanecem em suspensão na atmosfera. Estas partículas pequenas (PM10) são emitidas principalmente pelos veículos a Diesel. Estas podem penetrar profundamente nos alvéolos pulmonares e causar problemas respiratórios, entre outros, e causar câncer. Sua deposição degrada materiais e bloqueiam a respiração das plantas.

- **COV** - Compostos Orgânicos Voláteis (COV): Este termo inclui os hidrocarbonetos (HC), os solventes e alguns compostos orgânicos. Estes poluentes são muito diversificados. Alguns dos hidrocarbonetos, os HAP (Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos), tais como o Benzeno, são cancerígenos. Os hidrocarbonetos podem ser provenientes dos solventes, das pinturas, dos automóveis, do uso de fertilizantes, atividades da indústria de óleo e gás, da

decomposição de matéria orgânica, etc. Os HC participam do efeito estufa pela formação de CH<sub>4</sub>. Além disso, eles favorecem a formação do ozônio troposférico.

Atualmente, apesar de muitos estados brasileiros terem assumido o compromisso na realização do controle da poluição, não o fizeram. Os motivos para que o compromisso assumido não fosse executado, são da falta de capacitação técnica e pessoal necessário para o uso de equipamentos. Em razão disso, ainda não existe um programa de monitoramento da qualidade do ar em nível federal, nem um inventário nacional que abranja a emissão de poluentes, havendo somente, algumas iniciativas isoladas de alguns setores da Indústria Nacional, como a de Óleo e Gás.

Os métodos publicados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) são reconhecidos, aprovados e adotados pelos Estados Unidos, Europa e Japão, no que diz respeito à estimativa de emissão de COV's, seja pelo modelo matemático empírico, seja por fatores de emissão. Estes servem como o início para o reconhecimento de uma forma menos custosa e consistente, de quanto de produto se está perdendo para daí então se avaliar a necessidade de controle e/ou recuperação destes produtos.

#### 4.3. EFEITOS QUE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS PODEM CAUSAR À SAÚDE

Conforme citado anteriormente, alguns tipos de COV podem causar irritação nos olhos, nariz e garganta e ainda provocar náuseas, vertigens e redução da força física podem provocar, aumentam o risco de asma, e podem afetar os sistemas nervoso, imunológico e reprodutor. O benzeno e o tetracloroetano, não são considerados perigosos, mas podem provocar efeitos mutagênicos ou carcinogênicos em exposições de longo prazo,

Os produtos das reações de oxidação dos alquilbenzenos, como xilenos e trimetilbenzenos, na atmosfera incluem compostos potencialmente tóxicos e mutagênicos como aldeídos aromáticos, quinonas, dicarbonilas, epóxidos, além de aerossóis orgânicos secundários. (Peixoto e Pinheiro, 2014)

Estudos epidemiológicos tem demonstrado a relação entre a poluição do ar e o câncer. O ar ambiente, principalmente em ambientes urbanos densamente povoados, contém uma grande variedade de conhecidos compostos carcinogênicos, incluindo compostos orgânicos, como benzo[ $\alpha$ ]pireno e benzeno, e compostos inorgânicos, como arsênio e cromo.

Muitas vezes estes compostos estão associados a material particulado.

## **5 - CONTROLE DE EMISSÕES DE COV's NAS OPERAÇÕES DE CARGA E DESCARGA DE DERIVADOS LÍQUIDOS DE PETRÓLEO**

As emissões Compostos Orgânicos Voláteis, durante as operações de carga e descarga de óleo cru e alguns de seus derivados em embarcações, dão-se por evaporação e/ou exaustão, através do topo dos tanques de carga. Esta perda de produto durante o carregamento ocorre quando os vapores orgânicos presentes no tanque são expulsos para a atmosfera enquanto este mesmo tanque é carregado com um novo líquido.

Estes vapores são constituídos por:

- 1) Vapores formados no tanque vazio pela evaporação do produto residual carregado anteriormente;
- 2) Vapores transferidos através de sistemas de balanço de vapor, quando um tanque de carga que está sendo descarregado resgata os vapores que estão sendo deslocados para fora de outro tanque que está sendo carregado, vapores gerados no tanque enquanto um novo produto é carregado.

Na Indústria Petrolífera, as emissões destes compostos acontecem desde a fase de exploração do petróleo, transporte e refino, até chegar a etapa de comercialização, ou seja, da distribuição ao consumo final. Durante este trajeto, as maiores fontes potenciais de emissão de COV's são: as operações de carregamento e descarregamento de óleos crus e seus derivados (Caminhões-tanque e vagões tanque, em ilhas de carregamento, e em terminais marítimos), as operações de estocagem e as operações de tratamentos de efluentes das refinarias. Na indústria petroquímica, os COV's são originados de tanques de estocagem, vazamentos de tubulações e equipamentos e sistemas de aquecimento. Nestas indústrias, os COV's em sua maioria são provenientes dos solventes, lubrificantes e combustíveis em geral.

Os COV's , segundo estudos de Emissões de Gases do Efeito Estufa (IMO, 2009) podem ter suas emissões medidas estimadas de três maneiras:

- a) Baseada na quantidade de carga embarcada e desembarcada;
- b) Baseada na pressão de vapor de óleo cru na operação de carga e descarga;
- c) Medições diretas de emissões de COV / NMCOV.

As medições estimadas baseada na quantidade de carga embarcada, levam em conta um estudo do Instituto de Energia do Comitê de Hidrocarbonetos 4 A (HMC-4 A), que

coletou e analisou dados do transporte mundial de petróleo. O banco de dados, até 2006, contempla dados para 40% do volume global de óleo cru transportado por navios. O banco de dados dispõe de dados sobre Volume Líquido Padrão (NSV), qual é calculado em uma viagem individual. O volume líquido padrão para transporte de óleo cru, já deduzido às parcelas de sedimentos e água, medidos a 60 °F tem como perdas líquidas de 0.177% do NSV do volume carregado em 2006. Estes são coletados de várias medições de carga que possuem desvio padrão médio de 0.31%. Com estes dados não é possível identificar a perda de metano e NMCOV separadamente, nem atribuir em que fases do transporte (carga, viagem, etc) estas perdas ocorrem de forma mais precisa. A perda de massa devido a emissão de VOC um pouco menores que a perda de NSV. Cálculos de alguns exemplos típicos indicam que as perdas de massa estão entre 25% e 40% menores que as perdas volumétricas. De acordo com estatísticas da “BP global energy”, o transporte de óleo cru, no ano de 2006 foi de 1.941 milhões de toneladas, que teve como valor correspondente de emissões de VOC ( metano + NMCOVs) de algo em torno de 2,4 milhões de toneladas.

As emissões baseadas na pressão de vapor de óleo cru nas operações de carga e descarga são estimadas de acordo com a metodologia do boletim nº 2518 da American Petroleum Intitute (A.P.I.), que coleta medições de carga e dados de 32 navios, no qual é obtida uma média de emissões para uma viagem. Nesta metodologia estima-se que 0,26% de massa é perdida para atmosfera através da emissão de COVs. Este método de estima de emissões de VOC são duas vezes maiores que no método de medição através do NSV, o qual leva em conta não só a fase de carga com também transporte e descarga. Este método não é suportado por emissões diretas de COVs, tão pouco por análises científicas, utilizando fatores de emissão padrão.

As medições emissões diretas de COV/NMCOVs consiste de uma série de medições realizadas entre os anos de 1986 e 2006 pela MARINETEK/SINTEF qual foram realizadas medições de emissões de COVs de diferentes navios aliviadores carregando óleo cru de diferentes plataformas (poços) no Mar do Norte. Neste tipo de medições são levados em conta a vazão, pressão absoluta, temperatura e composição do gás que escapa dos tanques de carga do navio para atmosfera. As emissões de COVs são bastante variadas, podendo assumir valores de 0,04% a 0,27% de massa. Medições em um mesmo poço tem uma razão de 1:2 na emissão de COVs. Um fator importante a ser distinguidos das operações onshore (terminais) das operações offshore (plataformas) é o fato do navio

possuir movimentos livres (balanços) durante a fase de carregamento. Isto pode ser o provável motivo que explique a variação da emissão de VOCs no mesmo poço. As diferenças de temperatura também são fatores importantes que contribuem com a variação de medição de emissões de COVs. Também, a quantidade de COVs remanescente de ultimo carregamento nos tanques de carga, antes de uma nova operação podem contribuir para aumento o diminuição das medições de emissões de COVs para atmosfera. Para MARINETEK, é possível separar as medições de COV em NMCOV e emissões de metano. A massa de metano emitida em comparação com as emissões totais de COV varia de 0 à 0.5. As emissões de NMCOVs também são realizadas em viagem. Em viagens curtas, entre 12H e quatro dias, as emissões variam de 0% a 10% das emissões de NMCOVs durante o carregamento, dependendo de alguns fatores como composição e temperatura do óleo cru e estado do mar.

Os principais métodos utilizados para carregamento de tanques de carga de caminhões, trens e embarcações são:

Método de carregamento com tubo não submerso (o líquido é lançado no tanque num nível próximo ao topo. O que resulta em grande turbulência e contato líquido/vapor, tendo como consequência altos níveis de geração de vapores orgânicos e emissões);

Método de carregamento com tubo submerso (a extremidade do tubo é posicionada próximo ao fundo do tanque de carga, ficando mergulhado no líquido. Este é então carregado quase que sem turbulência, diminuindo em muito as emissões);

Método de carregamento com tubo fixado no fundo do tanque de carga (onde o líquido entra de forma controlada, o que resulta em menor emissão de COV's).

O sistema de controle de emissão de vapores pode ser considerado simples. No momento em que os navios tanques estão em um terminal, carregando, os vapores em repouso são deslocados pela carga ou lastro que entra, sendo transferidos para terra para tratamento ou disposição. Todavia, as implicações operacionais e de segurança são de suma importância, em razão do navio e terminal estarem ligados através de um fluxo comum de gás, o que faz com que a operação tenha riscos adicionais, que devem ser devidamente controlados. Para tanto, tem sido desenvolvido projetos, construção e operação de sistemas coletores de vapores em navios petroleiros e sistemas de controle de emissão de vapores em terminais, em nível internacional, através da IMO.

É fundamental que seja assegurado que os dispositivos de proteção de vácuo/pressão de cada tanque de carga estejam operando totalmente e que as vazões de carregamento

não ultrapassem a vazão máxima permitida. Faz-se necessário que as pressões no interior das tubulações do sistema coletor de vapores, sejam regularmente monitoradas por sensores incorporados, com a função de alarmar alta e baixa pressão, ligados a alarmes visual e sonoro.

Para que haja proteção contra a possibilidade de conexão errônea do manifold de vapores do navio com a linha de produtos do terminal, a conexão de vapor deve ser nitidamente identificada por pintura externa, em um trecho de um metro, com faixas amarelas e vermelhas e a inscrição, por extenso da palavra “VAPOUR” em letras na cor preta, por cima das faixas. Adicionalmente, um pino guia cilíndrico permanentemente fixado em cada face externa do flange na posição superior no círculo formado pela furação do flange. O projeto do pino guia deve conter as seguintes dimensões: 25,4 mm (1pol) de comprimento perpendicular a face do flange e 12,7 (1/2pol.) em diâmetro, de modo a evitar a conexão de mangotes de transferência padrão de produtos. Flanges cegos, extremidades de reduções a bordo e mangotes para linha de vapores terão um furo extra para acomodar o pino guia da face externa do flange.

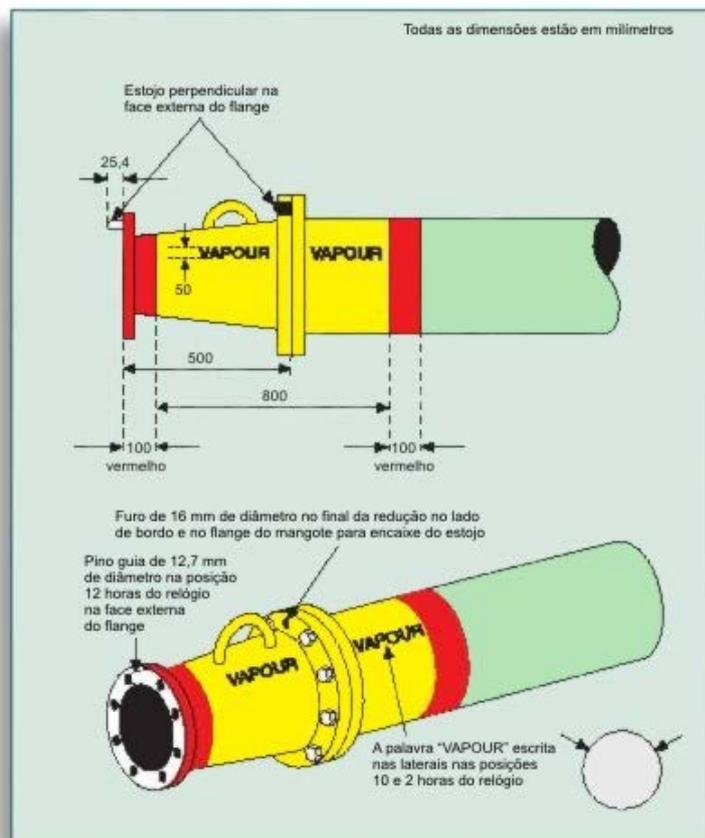


Figura 8: Flanges do Manifold da Linha de Vapores, Orientação e Identificação  
Fonte: ISGOTT 5Ed. 2008

## **6 – PLANO DE GERENCIAMENTO DE COV**

Conforme a regra 15 do Anexo VI da MARPOL 73/78, revisada pela resolução IMO MEPC.176(58) que regula as emissões de Compostos Orgânicos Voláteis (VOC) em navios destinados a operar em Portos ou Terminais de um País Signatário, deve controlar as referidas emissões. No subparágrafo 15.6 da supracitada regra, os Navios Tanques empregados no transporte de Óleo Cru devem ter a bordo implementado um Plano de Gerenciamento de Compostos Orgânico Volátil aprovado pelo Governo do Estado sob qual a bandeira o navio esteja a arvorar, conforme a resolução MEPC.185(59), devendo ser específico para cada navio.

O objetivo do plano de gerenciamento de COV identificar arranjos e equipamentos requeridos conforme a Regra 15.6 do Anexo VI da MARPOL, estabelecendo procedimentos de operação para o controle das emissões de VOC sendo este, de conhecimento de todos os oficiais envolvidos na operação. O Plano de Gerenciamento de VOC não deve ser utilizado como um guia de segurança, para tal, outras publicações devem ser tomadas como referência para avaliar perigos a segurança. O Plano de Gerenciamento de VOC deve ser aprovado por uma Sociedade Classificadora em nome da Administração e nenhuma revisão deve ser realizada por qualquer parte sem prévia aprovação da referida Sociedade Classificadora. O plano de gerenciamento de VOC deve ser revisado e atualizado regularmente.

Os requerimentos das regras 15.1 a 15.5 são aplicáveis apenas a Navios tanque que operem em Portos ou Terminais de Países que ratificaram o referido Anexo.

Estes Portos e terminais deverão possuir um Sistema de Controle de Emissão de Vapores (VECS) conforme estabelecido pelo MSC/Circ. 585. Navios tanque programados para escalarem estes Portos ou Terminais no tocante a operações de controle dos COVs devem possuir um Sistema Coletor de Vapores aprovado pela Administração, devendo levar em conta padrões de segurança como preconizado na MSC/Circ. 585, devendo utilizar este sistema durante operações de carregamento de cargas de óleo cru que tenham a propriedade de serem acumuladoras de cargas eletroestáticas com alta pressão de vapor Reid e procedimentos com a finalidade de prevenir ou minimizar as emissões de VOC durante as operações de carregamento, descarga e viagem.

As precauções para que sejam evitadas as emissões de COV são:

- a. Para controlar estas emissões, existem quatro fatores que impactam extensão e a razão de desenvolvimento de gases Não Metano COV originários do óleo cru e seu subsequente escape para atmosfera. São estes:
  - ◆ Volatilidade ou Pressão de Vapor conforme o tipo de óleo carregado;
  - ◆ A temperatura do líquido e fases de gás no tanque de óleo cru;
  - ◆ A pressão selecionada ou controle da fase de vapor dentro do tanque de carga (temperatura para aquecimento da carga);
  - ◆ Tamanho ou volume da fase de vapor no interior do tanque de carga.
- b. Adicionalmente, a empresa de navegação tem recomendações e equipamentos instalados nos seus navios para minimizar/reduzir emissões de COV :
  - Uma linha Coletora de Vapores (VECS) instalada nos manifolds de boreste e bombordo por ante a vante e a ré destes, associados a linha principal do Sistema de Gás Inerte, com finalidade de descarte de gases através desta para o Terminal;
  - Válvulas de Pressão e vácuo instaladas em cada tanque;
  - Comunicação entre os tanques de carga através da linha principal de gás inerte no convés principal;
  - Quando o óleo cru requer aquecimento, deve-se prover uma temperatura mínima para aquecimento conforme instruções do embarcador da carga;
  - Na fase inicial do carregamento, a vazão deverá ser controlada para o mínimo permitido pela instalação e/ou navio;
  - Quando a pressão nos tanques de carga atingir o mínimo permitido no SGI, este deverá ser posto em funcionamento até que a pressão nos tanques alcance o valor de 0,05Kg/cm<sup>2</sup>, conforme instruções da empresa.
- c. Uso de aparelhos, equipamentos ou mudanças de projeto para minimizar as emissões de COV devem ser considerados. Embora existam alguns sistemas para minimizar as emissões de COV, como válvula VOCON, KVOCS, sistema de absorção, sistema de condensação e sistema de adsorção, ainda é empregada na grande maioria dos navios tanques o sistema VECS para uso nos terminais e em operações STS, quando aplicável.

No tocante a segurança da operação, relativo à aplicação do plano de gerenciamento de COV, as melhores práticas de gerenciamento são:

- Procedimentos de carregamento devem levar em conta uma potencial liberação devido a baixa pressão e, quando possível, o alinhamento da carga das tomadas do manifold até o tanque deve ser realizado no tanque mais próximo para evitar ou minimizar turbilhonamento excessivo e altas velocidades nas linhas de carga;
- O navio deve selecionar as pressões máximas para os tanques de carga. A pressão deve ser o mais alta quanto possível e deve-se objetivar a manutenção nestes níveis durante a operação e transporte de cargas relevantes;
- Quando da despressurização dos tanques e carga for necessária, esta deve ser a menor possível para manter a pressão nos tanques a mais alta possível;
- Quantidade de gás inerte nos tanques deve ser minimizada. Aumento da pressão nos tanques adicionando gás inerte não previne emissões de COV, mas isto deve aumentar as emissões por liberação pelos suspiros (válvulas PV's), portanto aumentando as emissões; e
- Quando realizando operações de limpeza de tanques (crude oil washing) deve-se considerar os efeitos de emissões de COV. Estas emissões podem ser reduzidas diminuindo-se o tempo do ciclo de limpeza dos tanques ou realizar esta operação de modo fechado.

## 6.1 – OS TANQUES DE CARGA E SUAS POSIÇÕES

O navio para ser adequado para o transporte de óleo cru tendo um ponto de fulgor igual ou inferior a 60 °C e ser capaz de carregar e descarregar três diferentes tipos de óleo de carga simultaneamente, sem contaminação desde o tanque de óleo de carga / tubulação a ser dividido em três grupos.

Distribuição de petróleo nos tanques de carga é feito por meio de grupos de tanques (segregações). A descarga de petróleo bruto é feita através de bombas de carga que operam na Casa de Bombas. Estas bombas são interligadas aos tanques de carga por meio de linhas de carga, também segregadas.

Tomou-se como exemplo de navio que transporta óleo cru os dados do Navion Stavanger(figura 9) que possui as seguintes características: três bombas de carga centrífugas, com uma capacidade nominal de 3.800 m<sup>3</sup>/h e pressão de descarga de 13,5 kg/cm<sup>2</sup>.



Figura 9:Navio Shuttle Tanker Navion Stavanger  
Fonte: Manual VOC Navion Stavanger

As segregações instaladas a bordo deste navio são dispostas como segue:

- 1- Tanks 1 BB/BE; 4 BB/BE and Slop BB/BE ( Bombordo e Boreste )
- 2- Tanks 2 BB/BE e 5 BB/BE ( Bombordo e Boreste )
- 3- Tanks 3 BB/BE e 6 BB/BE ( Bombordo e Boreste )

Estão instaladas tomadas para coleta de gases com uma conexão de flange padrão e uma válvula manual (bombordo e boreste) dispostas nas extremidades do manifold com a finalidade de coletar de vapores a partir dos tanques de carga durante o carregamento. A linha principal do sistema de alívio de gases e linhas de insuflação está interligada ao sistema de coleta de vapores (VECS) para a coleta de vapor dos tanques até as tomadas para coleta de gases. As tomadas para coleta de gases estão instaladas sobre a bandeja do manifold de carga com a finalidade de recebimento de drenagem de resíduos existentes, é comum o resíduo encontrado nestas redes ser água condensada, que deve ser drenada.

Os tanques de carga do navio são distribuídos no centro, a bombordo e boreste, de vante para ré e associada com dois tanques de resíduos a ré dos tanques de carga. Linha de carga, com um diâmetro de 24 polegadas, é instalada ao longo do convés principal, associada com as tomadas dos manifolds de ambos os bordos, estas tomadas encontram-se a meia-nau.

Há também linhas para enchimento dos tanques (“drop lines”). Encontra-se instalada na proa, uma linha de carga que se liga a linha de carga principal para o carregamento através da proa, este sistema é conhecido por “Bow Loading System” - BLS.

Válvulas de pressão/vácuo para ventilação dos tanques estão ligada a uma rede comum e é projetada para ter uma capacidade adequada para 1,25 vezes a vazão de carregamento da carga que para este navio é de 17,000 m<sup>3</sup>/h. Quatro reduções de 16 polegadas diâmetro nominal para flange apresentação (acessórios principais) e duas reduções de 12 polegadas (sobressalente) para ligação a tomada de terra para as tomadas do coletor de gases. Normalmente, é utilizada para conexão a tomada de coleta de gases dos tanques de carga, a ser descarregada para a instalação portuária, um mangote flexível.

O sistema de ventilação e gás inerte instalado a bordo do navio está em conformidade com SOLAS II-2 e Regras 11.6 e 5.

## 6.2 – SISTEMA DE VENTILAÇÃO DOS TANQUES E REDE PRINCIPAL DE GÁS INERTE

As válvulas de pressão e vácuo em tanques de carga e tanques de resíduos são do modelo HV ISO 125, fabricada pela empresa TANKTECH e suas características operacionais (vazão) são: Tanques de carga de 1/2/3/4/5/6 bombordo e boreste – vazão = 2.790 m<sup>3</sup>/h e Tanques de resíduos (Slops) bombordo e boreste – vazão = 1700 m<sup>3</sup>/h.

A linha principal de gás inerte possui 500 mm de diâmetro, e está associada com uma válvula de pressão e vácuo para cada tanque, permitindo uma vazão máxima de carregamento de 12.000 m<sup>3</sup>/h.

Os tanques de carga são providos com um poste de ventilação que permite a descarga de pressão no caso de a pressão atingir o limite de abertura de válvula, e também, permite a admissão de ar no caso de o tanque estiver sujeito a vácuo.

Neste navio, caso seja necessário ventilar ou purgar os tanques, não há uma opção de by-pass com válvulas agregadas ao poste de ventilação associado às válvulas de pressão e vácuo equipado com uma tela corta-chama e flange para facilitar a operação. É necessário manter aberta a válvula de alívio de pressão no tanque.

O meio de controle terciário de controle de pressão conforme exigido pela Convenção SOLAS, significa ter nos tanques do navio, em conjunto com sistema de controle

de nível (sonda radar do tanque) a leitura de pressão nos tanques e meios de controlá-la através da programação de alarmes.

O gás inerte, para manter os tanques sob pressão e controlar excessiva vaporização do produto, é gerado pelo reaproveitamento dos gases da caldeira, que são tratados num purificador (torre de lavagem – “scrubber”). A utilização do sistema de gás inerte reduz a emissão de compostos orgânicos voláteis, tendo em conta que toda a abertura da válvula de pressão/vácuo poderia libertar misturas de gases inertes com vapores da carga transportada.

O sistema de gás inerte interliga todos os tanques de carga e tanques de resíduos através de uma linha principal distribuída ao longo de todo o convés principal. Esta linha principal é ligada ao poste de ventilação na proa com a operação manual, com uma altura de 6 metros, e o ruptor de vácuo/pressão, ajustado para funcionamento automaticamente a pressão do sistema de gás inerte em caso de falha das válvulas de pressão/vácuo (segundo meio de controle).

A rede principal de gás inerte no convés principal está equipada com um alarme de pressão e sistema de controle no centro de controle de carga e no passadiço do navio.

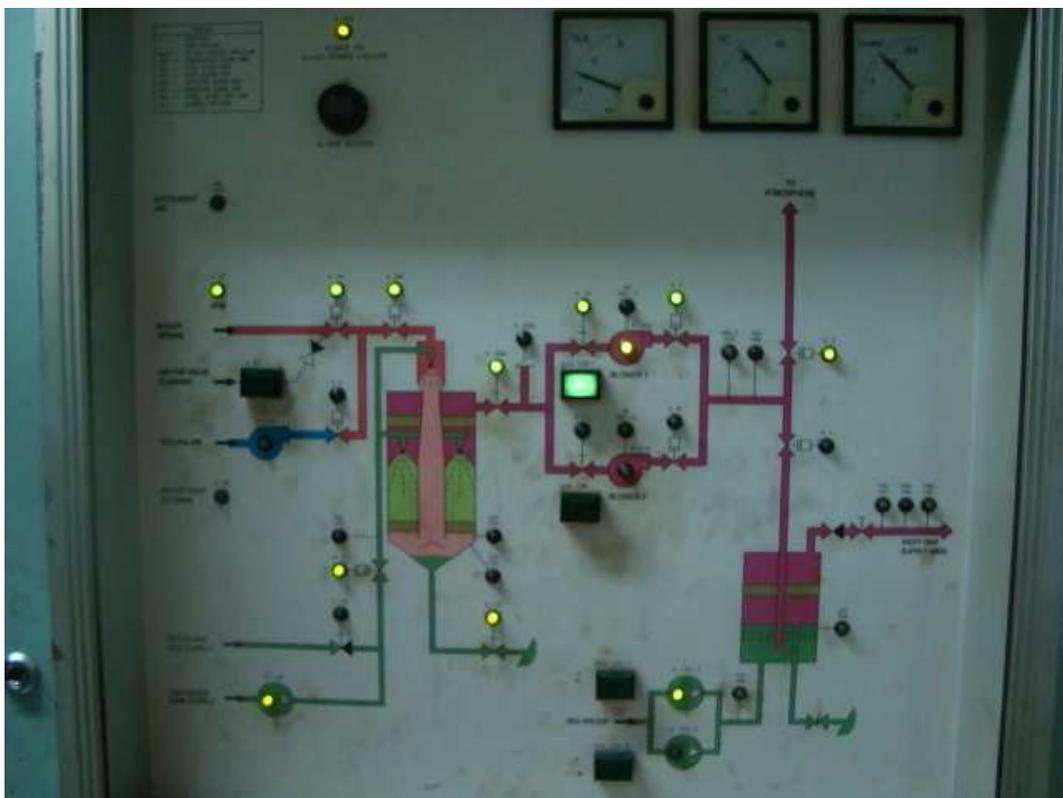


Figura 10: Diagrama planta Sistema de Gás Inerte  
Fonte: Manual VOC Navion Stavenger

### 6.3 – VÁLVULAS DE ISOLAMENTO E ARRANJOS DE VEDAÇÃO

Em cada tanque tem instalada na linha de insuflação de gás inerte, duplo bloqueio de válvulas ou uma válvula com um flange ocular para assegurar que os gases da carga ou do gás inerte não se comuniquem com outros tanques de carga. Estas válvulas devem permanecer abertas durante a carga do navio, navegação até o porto de destino e descarga do navio. No caso de ser necessário separar carga, estas válvulas devem ser mantidas fechadas para evitar a contaminação do produto transportado. Válvulas das linhas de gás inerte que penetram os tanques de carga são mantidos abertos e / ou fechados, com um dispositivo de bloqueio em conformidade com o Regulamento SOLAS, a fim de evitar ser inadvertidamente aberta ou fechada e este é controlado pelo navio de pessoa designada (Imediato). A abertura ou fechamento destas válvulas deve ser feita pelo tripulante pelo navio e um registro atualizado dessas operações deve ser mantido. (Figura 11)

Os tanques de carga são mantidos fechados e há instruções que só podem ser abertas somente se autorizado pela pessoa responsável pela operação (Imediato).



Figura 11: Válvula de Isolamento linha gás inerte de um tanque de carga.

Fonte: Manual VOC Navion Stavanger

Os tanques de carga se comunicam com o poste de ventilação (“master riser”) através da linha de gás inerte ao longo convés principal do navio. A válvula no posto de ventilação é de operação manual e só pode ser aberto com uma autorização do Imediato, liberando gases a uma altura segura para dispersá-los sem danos à saúde ocupacional. O “Master riser”, gás inerte ou válvulas de alívio de pressão (“press vacuum valves”) dos tanques de carga possuem válvulas de acionamento manual, portanto, não permitem qualquer emissão de gases de carga ou de gás inerte para o ambiente sem que a válvula seja aberta.



Figura 12: Poste de Ventilação (Vent Riser)  
Fonte: Manual VOC Navion Stavanger

Ruptor de vácuo-pressão (“PV breaker”): Consiste de um dispositivo de segurança que provoca interrupção da ocorrência de excesso de pressão ou vácuo nos tanques de carga. Este dispositivo está associado à linha principal de gás inerte. O seu funcionamento é associada com um selo de água que interrompe automaticamente no caso de a pressão no sistema exceder o limite da pressão da válvula de alívio de pressão, expulsando a água, que forma um selo, quando a pressão de projeto é ultrapassada, permitindo o alívio da pressão para o ambiente. Da mesma forma, quando os limites de abertura das válvulas de vácuo dos tanques forem superados, chegando a atingir o limite do ruptor de vácuo, o selo de água é quebrado, admitindo ar atmosférico para o interior dos tanques de carga, equilibrando as pressões do tanque e atmosfera.

#### 6.4 – VALVULAS DE PRESSÃO/ALÍVIO DE VÁCUO NO CASO DE O TANQUE DE CARGA ESTEJA ISOLADO DOS DEMAIS TANQUES DE CARGA E LINHA DE GÁS INERTE

Válvulas de pressão e vácuo em tanques de carga são calibradas e certificados por meio de ensaios realizados na presença do representante da Sociedade Classificadora do navio, a fim de assegurar que eles vão atuar em caso de excesso pressão ou vácuo ou no caso de haver uma alteração de temperatura que compromete a pressão dentro do tanque. As válvulas PV deste navio são do tipo de alta velocidade.

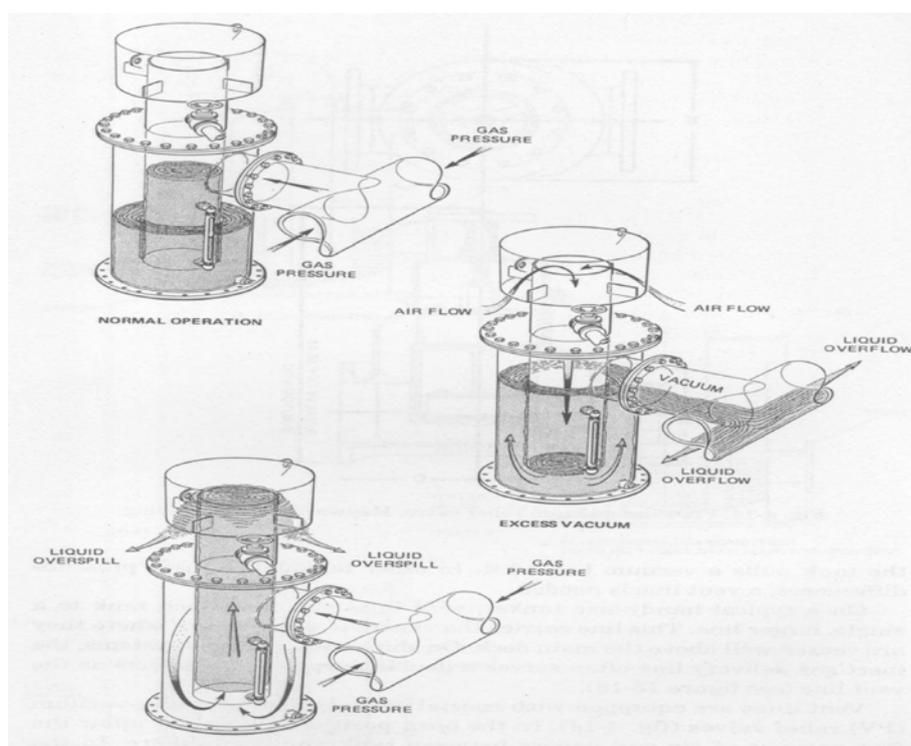


Figura 13: Esquema de funcionamento do ruptor de vácuo-pressão  
Fonte:Manual VOC Navion Stavanger

Alguns navios têm, no poste de ventilação, onde a válvula de pressão e vácuo é instalada, uma válvula, normalmente do tipo borboleta, que é mantida fechada. Associada a válvula, na parte superior do poste de ventilação é instalada uma tela corata-chamas com tampa. Este dispositivo é para ser usado, com autorização do Imediato, apenas quando estiver

sendo realizada operação de purga do tanque ou operações de desgaseificação, evitando assim possíveis danos ou acúmulo de impurezas sobre a válvula de pressão / vácuo.

Deve notar-se que a ultrapassagem das pressões máximas admissíveis pode levar a falhas estruturais. Se tal falha estrutural resulta em abertura da estrutura do tanque para a atmosfera, as emissões de COV descontroladas irão ocorrer em conjunto com a possibilidade de poluição por óleo para o mar. Além disso, isso pode resultar em perda de gás inerte proteção com riscos subsequentes relacionadas com incêndio e explosão.

Excesso de pressão dentro de tanques ou dentro do sistema de alívio de pressão pode causar falha estrutural dos tanques de carga ou do casco do navio, o que poderia resultar na deformação do tanque ou explosão. O não cumprimento de regras definidas para o sistema pressão pode levar a uma emissão descontrolada de gases de óleo cru para a atmosfera e estes vazamentos que podem causar poluição, inclusive do mar incluído. A falta de controle da pressão pode levar a depressurização do tanque, o que poderia resultar em consequências como incêndio ou risco de explosão.

O controle de pressão e alarmes de alta e baixa pressão, é feito da seguinte forma:

**Poste de Ventilação (Master riser)** - normalmente utilizado durante o carregamento para o controle de pressão de vapor do tanque. O alívio de pressão pelo "Master riser" pelo navio, associado com a principal linha de gás inerte, deve ser usado apenas em operações de purga ou ventilação de linhas e a sua válvula de controle não pode estar aberto durante a carga do navio.

Quando o poste de ventilação da proa é usado, a válvula é operada manualmente e esta é aberta apenas para manter o nível de pressão nos tanques dentro de limites operacionais recomendado pelo manual de Operações da Companhia.

**Ruptor de Vácuo-Pressão (PV breaker)** Com a finalidade dar suporte ao o sistema de segurança de sobrepressão para as válvulas Pressão e vácuo o ruptor de vácuo pressão é considerado como meio secundário de proteção. O Ruptor de vácuo-pressão é instalado na rede principal de gás inerte e só irá atuar no caso de a pressão no interior de tanques e na rede principal gás inerte vier a exceder os limites de pressão principal (individual) e válvulas de vácuo existente nos tanques de carga não atuarem. Água doce, destinada a funcionar como selo é misturada no interior do ruptor de vacu pressão com etyleneglycol a uma taxa de 50%, a fim de evitar congelamento, devendo esta mistura ser realizada apenas para operações em

locais com clima em que a temperatura ambiente esteja próximo do ponto de fusão da água, permitindo um funcionamento seguro em caso de excesso de pressão ou vácuo no principal linha de gás inerte e no interior dos tanques de carga.

A construção e operação do ruptor de vácuo-pressão pode ser visto na figura acima. O ajuste de pressão no ruptor de vácuo-pressão é conseguida por meio da coluna de água interna com pressão ajustada a aproximadamente 2.000 mmWG. A coluna de água também isola a fase de vapor contra a entrada de ar exterior no sistema. No evento de um surto de pressão dentro do sistema de vapor, o tanque da coluna de água ou seria deslocado para fora do disjuntor para o convés, em caso de excesso pressão, ou arrastados para os tanques de carga, no caso de vácuo. Isso vai, portanto, abrir o sistema total de vapor para o ambiente externo e pressão atmosférica e, devido às dimensões do equipamento, vai aliviar a pressão no sistema muito rapidamente. Assim, este mecanismo de segurança, devido à sua configuração de pressão só funciona se as válvulas de pressão e vácuo dos tanques não funcionarem ou não forem capazes de aliviar o aumento da pressão adequadamente.

**Válvulas de Pressão e vácuo dos tanques de carga** - A válvula de pressão e de vácuo em cada tanque de carga é o principal dispositivo de segurança para proteção contra o excesso de pressão ou de vácuo no interior do tanque. Há instruções para a manutenção periódica, de modo a que a tripulação, antes de cada operação, verifique a operação das válvulas PV's (através de abertura manual e automática).

A válvula P / V é o principal mecanismo para a proteção do tanque de carga sobre pressão. Os requisitos de concepção e de funcionamento das válvulas P / V são estabelecidos pelo padrão ISO 5364: 2000, mas o ajuste da pressão de abertura e de fechamento das válvulas individuais é definido de acordo com a tolerância do projeto relevante a estrutura havendo a necessidade de aplicar as margens de segurança necessárias.

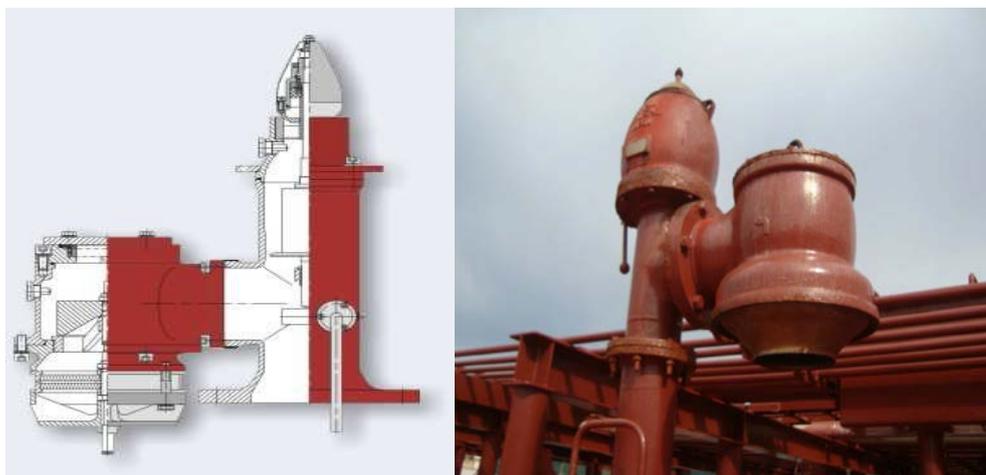


Figura 14: Apresentação e construção de válvula de pressão e vácuo (PV) de alta velocidade Fonte: Navion Stavanger

Um desenho de uma válvula P / V pode ser visto acima (Figura 14). A válvula é montada num duto vertical ligado diretamente na parte superior do tanque de carga. A válvula é constituída por duas secções, a secção de proteção de vácuo no lado esquerdo da válvula como mostrado, e o mecanismo do lado direito para controle de pressão. Ambos os mecanismos dependem de um diafragma (peso padrão) que será levantado quando sejam atingidas as pressões projetadas. No lado da válvula de pressão, a extremidade de saída é concebida de tal modo que a velocidade de saída dos vapores atinja a velocidade requerida de modo a manter a área de trabalho do baralho livre de vapores de hidrocarbonetos.

**Definições para dispositivos de alívio de pressão / vácuo** - Embora a pressão de projeto dos tanques de carga de navios seja de cerca de 2.5 kg/cm<sup>2</sup> e menos 0,07 kg/cm<sup>2</sup> para o vácuo, o ajuste feito para tanques do navio é:

Válvula individual pressão a vácuo (principal):

Abertura devido ao excesso de pressão + 0,14 kg / cm<sup>2</sup>

Abertura devido ao excesso de vácuo - 0,035 kg / cm<sup>2</sup>

Ruptor de vácuo-pressão (secundária):

Abertura devido ao excesso de pressão + 0,180 kg / cm<sup>2</sup>

Abertura devido ao excesso de vácuo - 0,063 kg / cm<sup>2</sup>

Alarme Controle de Emissão de Gases (VEC):

Alarme de alta pressão é normalmente acionado quando a pressão de vapor dos gases da carga alcança 90% do valor de acionamento de uma válvula P/V (120 mBar) .

**Mecanismo secundário de segurança dos tanques** - Programação de alarmes de alta e baixa pressão.

1a - Os tanques de carga estão equipados com controle de pressão no centro de controle de carga (CCC) através do sistema de medição radar dos tanques. O sistema de radar de sondagem dos tanques instalado neste navio tem sensores para verificar a pressão nos tanques de carga com as seguintes configurações alarmes:

Alta pressão: 1200 mm WG;

Baixa pressão: 200 mm WG;

Muito baixa pressão: 100 mm WG

1b – A linha principal de gás inerte no convés principal está equipada com um alarme de pressão e um sistema de controle no CCC e no passadiço.

Descrição	Configuração
Pressão do gás inerte na linha principal	1,200 milímetros WG
Baixa pressão GI	100 milímetros WG

### **Procedimentos para minimizar emissões de VOC durante operações de carga**

#### Exemplo de melhores práticas

Procedimentos para liberação manual da pressão (controle de pressão do tanque): A melhor maneira de evitar o excesso de pressão no interior dos tanques de carga durante o carregamento é manter o tanque inertizado com a linha principal de gás inerte, sob uma pressão de 0,05 kg/cm<sup>2</sup>. Válvulas que fornecem gás inerte para os tanques de carga devem ser mantidas abertas e bloqueadas e devem-se verificar todas as válvulas PV's nos tanques de carga, se o ruptor de vácuo-pressão está calibrado dentro dos parâmetros desejados, se todos os acessos para o interior da carga tanques estão estanques e pressão monitoramento através do dispositivo no Centro de Controle de Carga e no passadiço estão em bom estado de funcionamento.

Liberação manual / blow-down de ullage (espaço de vapor) pressão deve ser evitado, na medida do possível. O limite superior para a liberação deve ser mantido o mais próximo possível ao das configurações das válvulas P/V's. Se a pressão baixar no tanque, ocorre que se deve iniciar a reinertização pela rede de insuflação do referido tanque. É necessário que se certifique da pressão de suprimento do gás inerte seja mantida sempre inferior a pressão de abertura das válvulas P/V.

Condição e manutenção das válvulas PV: Há instruções de manutenção periódica para que a tripulação possa verificar a sua operação de acordo com as recomendações do fabricante e procedimentos de manutenção definidos no Manual de operação da Companhia (operações de abertura manual e controle automático). Antes de cada operação, o oficial responsável irá atribuir ao oficial de quarto que avalie o seu funcionamento.

Condições de vedação dos tanques e tomadas de amostra: Antes de cada operação, o Imediato ou o oficial de serviço deve visualmente inspecionar as condições de estanqueidade dos tanques, juntas de vedação, domos, elipses, juntas de vedações de borracha (flextálicas) das redes de carga e de gás inerte juntas de vedações de borracha do sistema e do ajustamento do seu sistema de bloqueio. Esses itens são incluídos nas vistorias para certificação de borda livre.

Procedimentos para insuflação com gás inerte: Após a pressurização do tanque, o sistema de gás inerte deve manter uma pressão positiva de 0,05kg/cm<sup>2</sup> no tanque e na linha de

gás inerte. Durante a carga, o sistema deve ser mantido desligado e só será ativado no caso de a pressão no interior de tanques atingirem um nível que poderia causar a entrada de oxigênio para os tanques. A pressão mínima recomendada é de 0,02 kg/cm<sup>2</sup>. Ao atingir este o nível, o sistema de gás inerte deve ser colocado em operação para a atmosfera até atingir o limite de 8% de oxigênio, quando ele pode ser dirigido para os tanques de carga, até que a pressão atinja 0,05kg/cm<sup>2</sup>, em seguida, ser desligado.

Tanques parcialmente cheios: Após a elaboração do plano de carga, além de levar em conta a estabilidade do navio e forças, o Imediato pela operação deve deixar os tanques de carga parcialmente carregados, a fim de evitar turbilhonamento, o excesso de superfície livre e espaços vazios que causar uma maior evaporação de óleo cru. A situação de tanques parcialmente carregados só será utilizada em caso programa de carga do navio impede carga total do tanque, a 98% da sua capacidade, ou no caso de haver quantidades de cargas segregadas que impedem que os tanques em cada segregação possam ser completamente carregados.

Sequência de carregamento e vazões: O navio deve carregar em conformidade com o seu Manual de Operações, manual de trim e estabilidade e programa de carga previamente aprovados. A pessoa responsável pela operação deve executar a sequência da operação e estabelecer uma vazão de carregamento de acordo com os conceitos de vazão máxima permitida para um grupo de tanques ou quando carregando carga homogênea, monitorando se as condições de vazão, pressão, nível do da carga nos tanques e os limites de estabilidade bem como, forças de tosamento e alquebramento máximos permitidos estão sendo atendidas.

A vazão inicial de carga em tanques de carga vazios deve ser aumentada progressivamente depois de atingido um nível que iniba a formação de vapor a partir da carga no interior do tanque.

Uso da rede de retorno de vapores quando disponibilizadas instalações pelo Terminal: Quando o navio está operando em Terminais equipados com sistema VECS que permitem a conexão de uma linha de retorno de vapores, tal linha deve ser conectada e procedimentos adicionais devem ser implementados para controlar o retorno de gás para a instalação de recepção no Terminal, com monitoramento contínuo da pressão no o sistema operacional.

## 6.5 – SISTEMAS, MÉTODO E PARÂMETROS DE OPERAÇÃO DO EQUIPAMENTO PARA CONTROLAR AS EMISSÕES DE COV DURANTE A OPERAÇÃO DE CARGA

6.5.1- Sistemas de Controle de Emissões de Gases (vazões máximas admissíveis de carregamento correspondente a máxima densidades gás /ar e aumento da vazão do gás devem ser especificadas)

Em navios equipados com VEC's , tem princípio subjacente de que COV gerado nos tanques de carga durante o carregamento é retornado ao Terminal para o processamento, através da conexão de rede ou mangote, em vez de ser emitido para atmosfera através do sistema de alívio do navio(válvulas PV, Master riser e/ou ruptor de vácuo-pressão).

O Sistema de Controle de Emissão de Gases (VECs) foi introduzido em 1990 como um requisito para os petroleiros que carregam substâncias líquidas nocivas de petróleo nos terminais dos Estados Unidos da América (USCG 46 CFR Part 39). A IMO adotou este sistema como prática através da Circular IMO do Comitê de Segurança Marítima (MSC.Circ.585 "NORMAS PARA SISTEMAS DE CONTROLE DE EMISSÃO VAPOR") em 1992. Os regulamentos internacionais exigindo controle de emissão de vapor foram introduzidos através Reg.15 do anexo VI da MARPOL 73/78, tal como adotada em 1997, embora só é exigida para os navios que operam em terminais que a IMO determinou que o sistema VECs seja obrigatória.

As vazões de carregamento máximas admissíveis e as correspondentes máximas densidades da mistura vapor/ar e aumento da vazão de vapor deve ser especificado no manual de gerenciamento de VOC.

Para o navio “Navion Stavanger”, referente ao Manual VECs, as seguintes restrições de vazão de carregamento, aplicam-se:

Vazão máxima de carregamento para um tanque em operação: aprox. 3.000 m<sup>3</sup>/h;

Vazão máxima de carregamento para o tanque de resíduos (Slop): aprox. 625 m<sup>3</sup>/h;

Vazão máxima de carregamento para todos os tanques em operação: aprox. 12.000 m<sup>3</sup>/h;

As limitações acima se aplicam para uma carga com uma taxa máxima de crescimento de vapor 1,25 e uma densidade máxima de 1.529 kg/m<sup>3</sup>. Para as taxas de crescimento mais baixas e vapor densidades, a vazão de carregamento pode ser aumentada em conformidade com o estabelecido no Manual do VECs.

No caso do Terminal, onde o navio esteja operando, disponha de uma linha de retorno de vapor para o Terminal (linha VECs), esta deve ser conectada e procedimentos operacionais devem ser acordados. (Figuras 15 e 15 a)



Figura 15: Tomada para conexão da rede retorno de vapores do Terminal.  
Fonte: Manual de VOC Navion Stavanger.



Figura 15 a: Mangote de conexão para retorno de vapores do Terminal.  
Fonte: Manual de VOC Navion Stavanger.

#### 6.5.2 - – Procedimentos Pré-Operacionais (Antes da Chegada)

1. Verificar o teor de oxigênio de cada tanque de carga e verificar se todos se encontram com teor de oxigênio abaixo de 8%. Este procedimento deve ser realizado antes de entrada em áreas que possuam restrições quanto a emissão de vapores. Registro em livro apropriado deve ser realizado de que tal verificação foi realizada;
2. Inspeccionar nível de água dos dispositivos de proteção (tanque de selagem e ruptor de vácuo-pressão) do sistema de alívio (“venting system”), certificando-se que estão operando no nível adequado;
3. Checagem completa da linha de gás inerte e linha coletora de gases para verificação de sinais de vazamento. Registro desta inspeção deve ser lançado em livro adequado;
4. Verificar o posicionamento, quanto a abertura e fechamento, de todas as válvulas do Sistema de Gás Inerte e Sistema coletor de gases. Em particular, verificar o fechamento da válvula de isolamento do Sistema de Gás Inerte. Registro desta inspeção deve ser lançado em livro adequado;
5. Verificar funcionamento das válvulas de pressão e vácuo, através da movimentação de sua parte superior, devendo esta ser de fácil acionamento. Registro desta inspeção deve ser lançado em livro adequado;

6. Testar alarme de nível alto de cada tanque, verificando seu correto funcionamento. Registro desta inspeção deve ser lançado em livro adequado;

#### 6.5.3 - Procedimentos Pré-Operacionais (Atracado)

1. Pressão nos tanques de carga no momento da atracação;
2. Valores mínimos de alívio de pressão do Sistema de Alívio (“venting system”) do navio;
3. Valores máximos de alívio de pressão do Sistema de Alívio (“venting system”) do navio;
4. Vazões inicial e máxima prevista para operação de carga programada para aquele terminal;
5. Vazão máxima para operar com o Sistema Coletor de Vapores do Navio e Terminal, obedecendo às limitações locais;
6. Origem dos gases que serão descarregados na presente operação, bem como, cargas manuseadas anteriormente;
7. Pressões máximas prevista na tomada sistema coletor de gases para o carregamento dos tanques do navio na vazão máxima;
8. Valor da pressão a ser mantida no interior dos tanques de carga durante a operação;
9. Valores mínimos e máximos de pressão no Sistema de Coleta de Vapores;
10. Alarmes do sistema coletor de vapores do Terminal e valores mínimos e máximos de operação ao longo da linha do terminal;
11. Verificar os seguintes pontos:
  - a. Nível de oxigênio dos tanques inferior a 8% em volume;
  - b. Teste do alarme de nível alto nas últimas 24 horas;
  - c. Posicionamento correto das válvulas do sistema coletor de Vapores.

Outras considerações sobre as verificações Pré-operacionais aplicadas ao Sistema Coletor de Vapores (VECS) são:

1. Certificado de Teste de vazamento, quando e se testado demonstrar comprovação (Terminal);

2. Confirmar que os equipamentos coletores de gases instalados no Navio e Terminal estão de acordo com os requerimentos da CFR 33 Parte 154 Sub par. E e estes possuem certificado da Sociedade classificadora e USC;
3. Confirmar se o Terminal possui dispositivos de proteção contra vazamentos está disponível (válvulas de contenção de vazamentos ou sistemas de alívio);
4. Confirmar se o navio possui sistema de medição fechado e está operacional;
5. Valores de acionamento de cada válvula de contenção de vazamentos, sistemas de alívio e válvulas de pressão e vácuo;
6. Confirmar com o Terminal se este dispõe de nitrogênio para drenagem da rede de carga.

#### 6.5.4 - Procedimentos durante o carregamento

**Antes de Iniciar operação de transferência de gases:** Antes de iniciar a operação de transferência de gases(vapores), o representante do Terminal (operador) vai checar os estágios do sistema de recuperação de vapores da planta do Terminal. Isto inclui uma verificação de ERD (“Emission Reduction Device) e outro equipamento do sistema. As configurações de alarme e parada do sistema acordadas serão inseridas e verificadas com o navio.

Os mangotes de vapor e de carga são conectados ao navio, e a purga dos mangotes de gases é purgado com nitrogênio no píer.

**Operação** A sequencia para inicio da operação de carga e transferência dos gases da carga é dada a seguir:

O terminal solicitará ao navio que abra suas válvulas de carga e confirme que está pronto para receber a carga;

O terminal então confirmará com o navio a leitura do indicador de pressão do sistema de transferência de vapores;

O terminal solicitará ao navio que abra a válvula da tomada do sistema coletor de vapores (AS VÁLVULAS DEVEM PARMANCER TOTALMENTE ABERTAS E NÃO

SERÁ PERMITIDO ESTRANGULAMENTO DAS VÁLVULAS DURANTE A OPERAÇÃO DE TRANSFERÊNCIA DE GASES);

O navio e o terminal monitorarão a pressão de transferência de gases certificando-se de que esta estará sempre abaixo dos limites máximos de operação;

A operação de carga será realizada dentro dos padrões estabelecidos na reunião inicial quanto a pressão e vazões de carregamento.

**Durante a operação de Transferência:** O navio e terminal monitorarão a vazão de carregamento para verificação de que os valores máximo de vazão não foram excedidos; A pressão de gases será monitorada por ambos, afim de que se mantenha dentro do estabelecido, realizando ajustes necessários. A definição do controle pressão pode ser ajustada pelo operador sem interromper o carregamento. Por exemplo, se foi acordado pressões é de 0,7 psi(0.5kg/cm<sup>2</sup>), e na direção da extremidade de carregamento é desejado um aumento para a para 1,1 psi (0.077 kg/cm<sup>2</sup>) terminar a operação de carga com uma pressão de vapor mais elevada pode ser feito sem qualquer interrupção da operação de carregamento o tempo que for necessário permanecendo dentro dos padrões operacionais. Registre qualquer mudança nos padrões de pressão acordados.

**Parada - término da operação:** O Terminal fechará suas válvulas de operação de carregamento, confirmando tal fato ao navio; O navio então fechará as tomadas de carga e do sistema de transferência de gases; após a confirmação do fechamento das válvulas de carga e transferência de gases o terminal efetuará drenagem dos mangotes utilizados na operação com nitrogênio; Depois de completada a purga dos mangotes com nitrogênio, os mangotes serão então desconectados.

## 6.6 – PROCEDIMENTOS ADOTADOS EM CASO DE ANORMALIDADES OPERACIONAIS

O sistema de coleta de vapores deve ser considerado como um sistema passivo, todos os controles dinâmicos como controle da pressão, parada do sistema, etc. são feitos pelo Terminal. O pessoal do Terminal deve se certificar que vai incorporar todos os limites operacionais determinados, como a pressão do tanque, as capacidades de P/V, etc., durante a reunião inicial

No entanto, é importante que a tripulação do navio monitore as pressões dos tanques para verificar que estes parâmetros não sejam excedidos. Discuti-se abaixo, as ações que o navio pode adotar numa situação de emergência depois de informar o pessoal do terminal.

Baixa pressão de gases no navio: A válvula de controle da pressão do terminal manterá normalmente a pressão em pelo menos 0.5 Psi (0.035kg/cm<sup>2</sup>) no interior dos tanques do navio.

Baixa pressão anormal pode ocorrer por vários motivos mas não se limita os indicados a seguir: carregamento foi interrompido enquanto o sistema de transferência de vapores ainda estava em operação; válvula de controle da pressão do sistema de recepção do terminal apresenta defeito, ou inserção de valores de pressão errados no sistema pelo pessoal do terminal; compressor ou ventilador com defeito ou baixa performance de funcionamento;

Se a pressão em qualquer parte do sistema de controle de emissão de gases se aproximarem de 0.288 psi (0.02kg/cm<sup>2</sup>), valor em que o alarme do sistema de gás inerte também alarmaria, devendo então tomar as seguintes ações: informar ao pessoal do terminal que a pressão do sistema de transferência de gases está baixa. Informar a pressão lida no momento da informação bem como o histórico das pressões registradas; verificar se a operação de carga foi interrompida, se informando com o pessoal do terminal a previsão para reinício; pressão em 0.2psi (0.014 kg/cm<sup>2</sup>) o alarme do sistema de coleta de gases do terminal deverá alarmar. Se a pressão do tanque estiver caindo ainda e se aproximando de 0.144psi (0.1kg/cm<sup>2</sup>) o alarme de pressão muito baixa deverá ser ativado no painel do sistema de gás inerte, no centro de controle de carga (CCC). Caso isto ocorra, feche a válvula da tomada de coleta de gases após informa o pessoal do terminal. Isto garantirá que pressão positiva é mantida no interior do tanque. Esta ação deverá causar uma parada automática da planta de recebimento de gases no terminal.

Alta pressão de gases no navio O sistema de alívio de pressão existente a bordo garantirá que a pressão sob nenhuma circunstância exceda 2.0psi (0.14kg/cm<sup>2</sup>). O alarme irá operar no painel do sistema de gás inerte no CCC se a pressão chegar ao valor informado acima.

Sobre pressão pode ocorrer por vários fatores mas não limitado aos informados a seguir:

- ✓ Válvula do manifold fechada ou estrangulada por engano, durante operação de carga;

- ✓ Válvula da tomada de vapores fechada ou estrangulada por engano durante a operação de carregamento;
- ✓ Queda de pressão na linha do sistema de coleta de gases ser maior que a calculada para uma determinada vazão;
- ✓ Excesso de líquido acumulado no interior da linha de gases ou mangote de transferência do terminal;
- ✓ Pressões selecionadas de forma errada pelo pessoal do terminal;
- ✓ Sistema de controle de pressão no equipamento do terminal com defeito ou mau funcionamento;

As seguintes ações devem ser tomadas pela tripulação após constatar aumento da pressão nos tanques:

- ✓ Informar ao pessoal do terminal a pressão verificada no momento e seu histórico;
- ✓ Verificar se a válvula da tomada de vapores no manifold e válvula de vapor riser estão totalmente abertas inspecionando os indicadores de posição;
- ✓ Checar se há excesso de líquido na rede de gases abrindo a válvula de dreno na parte inferior do manifold da rede de vapores;
- ✓ Se o a pressão alta persistir, informe o terminal para que a operação de carregamento tenha sua vazão reduzida e investigue as causas;
- ✓ Continue a monitorar a pressão. Se ela se aproximar de 2.0psi (0.14kg/cm<sup>2</sup>), verifique se as válvulas de pressão e vácuo de alta velocidade abriram automaticamente, informando ao terminal caso positivo. Se estas falharam na abertura no modo automático devem ser abertas no modo manual. Continue a monitorar a pressão e verifique se a válvula PV fechou;
- ✓ Registre estas ações com a descrição do incidente deixando que o terminal informe a situação para as autoridades;

## 6.7 - PROCEDIMENTOS PARA MINIMIZAR A EMISSÃO DE COV EM VIAGEM

A melhor maneira de evitar o excesso de pressão no interior dos tanques de carga durante a viagem é manter o tanque inertizado e a linha principal de gás inerte, sob uma pressão de 0,05 kg/cm<sup>2</sup>. As válvulas de insuflação de gás inerte para os tanques devem ser mantidas abertas e bloqueadas. Manter bem fechado e estanque todos os acessos para o interior dos tanques de carga e monitorar a pressão através do painel do SGI instalados no Centro de Controle de Carga e no passadiço.

**Procedimentos de alívio de pressão manual (controle de pressão do tanque):** As válvulas de pressão e vácuo de alta velocidade (P / V) são mantidas na condição de funcionamento automático para controlar a pressão no interior de tanques e evitar a perda de gases da carga para o ambiente.

**Condições e manutenção das válvulas P / V:** Há instruções para inspeções visuais periódicas de modo a que a tripulação possa verificar a sua estanqueidade.

O navio deve manter o controle e registros de abertura de válvulas P/V's para cada tanque, anotando o tempo em que permaneceu aberto e o tipo de carga transportada.



Figura 16: manutenção em uma válvula PV pela tripulação.  
Fonte: Manual de VOC do Navion Stavanger.

**Condições das juntas de vedação para domos e redes:** As recomendações para manutenção da estanqueidade das juntas flexíveis das redes de carga e gás inerte, além das tampas de elipses e domos dos tanques de carga devem ser seguidas da mesma forma para a

condição de viagem. Vistorias periódica em função do tempo da viagem, para verificação da estanqueidade devem ser avaliadas e realizadas.

**Procedimentos de inertização:** Durante a viagem, as pressões no interior dos tanques de carga devem ser mantidas positivas e maiores que 0.5 kg/cm<sup>2</sup>. No caso de queda da pressão no interior dos tanques de carga e na linha principal de gás inerte e a pressão chegar ao valor de 0.2kg/cm<sup>2</sup>, a planta de gás inerte deve ser posta em funcionamento, inicialmente para atmosfera até que o analisador fixo de oxigênio indique 8% em volume de oxigênio, quando então deve ser direcionado para os tanques de carga até que a pressão atinja o valor de 0.5 kg/cm<sup>2</sup>, desligando-se a planta de gás inerte.

**Tanques parcialmente cheios:** Durante a viagem, não são permitidas transferências de carga, exceto em casos onde as condições meteorológicas possam comprometer a estabilidade do navio ou para ajuste de trim, ou ainda, por solicitação do consignatário da carga.

**Procedimento de limpeza de tanques (Crude oil washing – COW):** Caso o navio necessite realizar uma operação de limpeza de tanques (COW), durante a viagem, esta deverá ser realizada em circuito fechado. O imediato de vê seguir os procedimentos previstos no manual aprovado de operação COW do Navio assim como os procedimentos descritos no manual de trim e estabilidade do navio. Esta limpeza deverá ser realizada com o menor número de ciclos possíveis fim de evitar a emissão de gases COV para atmosfera.

**Temperatura da carga:** O navio é provido com sistema de aquecimento de carga através da instalação de serpentinas de aquecimentos no fundo dos tanques de carga. Caso seja necessário, para manutenção das propriedades de bombeio do óleo, este deverá ser aquecido o menor tempo possível, fim evitar funcionamento excessivo do aquecedor, consumo excessivo de combustível e principalmente evitar a criação de vapores da carga (COVs) dentro dos tanques.

## 6.8 – PROCEDIMENTOS PARA MINIMIZAR A EMISSÃO DE COV DURANTE A OPERAÇÃO DE DESCARGA/DESLASTRO

**Controle do excesso de suprimento de gás inerte para os tanques de carga:** Antes do início da operação de carga, o navio deve manter uma pressão inicial no interior dos tanques de  $0.05\text{kg/cm}^2$ . O lastro do navio é realizado de maneira simultânea a operação de descarga, com a finalidade de manter a estabilidade do navio como requerido pelo manual de trim e estabilidade. A fim de evitar excesso de pressão no interior dos tanques de carga, o sistema de gás inerte deve ser colocado em operação, no modo automático, com sua produção inicialmente, voltada para atmosfera. Quando a pressão no interior dos tanques alcançar  $0.02\text{kg/cm}^2$ , a válvula de controle de fluxo, mudará de posição passando a direcionar o gás inerte para o interior dos tanques de carga até que seja atingida a pressão de  $0.05\text{kg/cm}^2$ .

Cumprindo este procedimento, a pressão no interior dos tanques não permitirá a entrada de oxigênio devido ao excesso de vácuo ou abertura da válvula de pressão (P/V) de cada tanque para atmosfera, devido ao excesso de pressão. No caso de os limites de abertura não serem atingidos, o sistema secundário, ruptor de vácuo-pressão, manter-se-á fechado e não permitirá que nem os vapores da carga e gás inerte sejam emitidos para atmosfera nem permitirá a entrada de oxigênio nos tanques de carga.

**Considerações sobre operação de COW no tocante a emissão de COV:** Quando uma operação de limpeza de tanques com óleo cru é preparada para controle de resíduos, o Imediato deve manter a pressão no interior dos tanques em torno de  $0.05\text{kg/cm}^2$  durante todo o período que durar a operação. A limpeza dos tanques através de COW deve ser realizada em circuito fechado ou ainda, juntamente com a descarga diretamente para o terminal, no caso de limpeza realizada diretamente para o terminal, minimizando assim as emissões de COV.

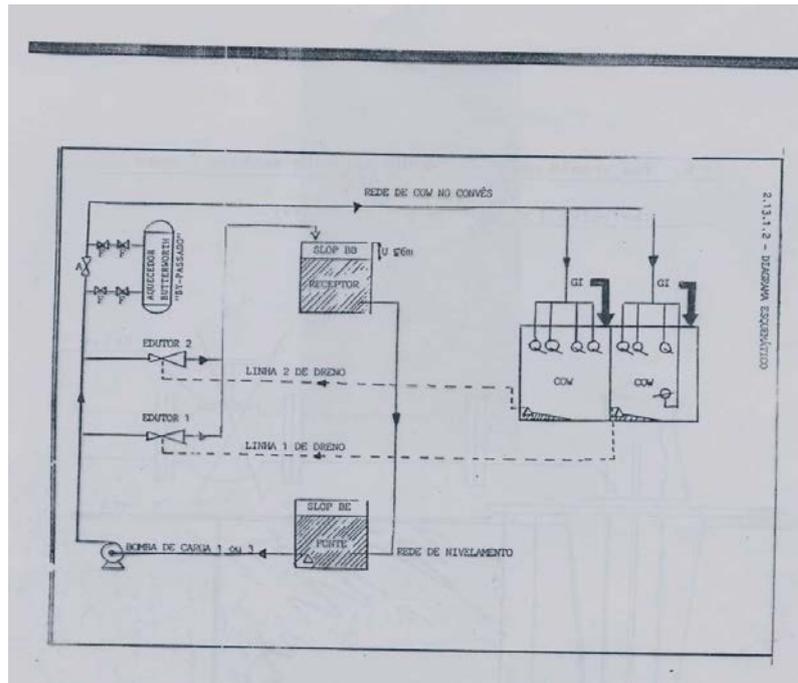


Figura 17: Diagrama de operação do sistema de limpeza COW - circuito fechado. Fonte: Manual de VOC Navion Stavanger

**Responsável por implementar o plano COV (Pessoa designada):** Uma pessoa será designada para assumir completamente o gerenciamento do plano de gerenciamento de VOC a bordo do navio.

O Imediato é o responsável designado para todo carregamento, descarga e operações de limpeza de tanques usando óleo ou água. No caso do Imediato ser assistido por oficiais de convés nas operações acima mencionadas, estes devem ser treinados para operar o sistema de forma a garantir que a pressão no interior de tanques não aumente além dos limites máximos e mínimos de exigido para tanques de carga e linha principal de gás inerte, como descrito no item 6.6.

A pessoa designada de preferência deve ter: Pelo menos um ano de experiência em tanques de petróleo onde seus deveres incluíram todas as operações relevantes de gestão VOC de movimentação de carga. Na ausência de experiência com gestão de VOC, ele ou ela deve ter concluído um programa de formação em gestão de VOC conforme especificado no manual.

Para carga, descarga e operações com óleo ou água para ser realizada pelo diretor ou outros agentes de limpeza de tanque, é necessário que estes tenham pelo menos um ano de experiência em petroleiros, onde tais operações são executadas. É necessário que os oficiais estejam familiarizados com os dispositivos operacionais no navio ou tenham algum curso de

formação específica para o controle de emissão de gases para o ambiente e saibam das instruções e procedimentos contidos da carga e gás inerte, plano de gerenciamento de Gases para o ambiente. Ter participado pelo menos duas vezes em operações de carga de carga, operações de lavagem de óleo cru e ter passado em navio onde foram aplicados os procedimentos de gestão de COV, um dos quais deve ser um navio específico ou um navio semelhante em todos os aspectos relevantes, para que ele ou ela assumam a responsabilidade da gestão de COV. O imediato, pessoa designada e os outros oficiais do navio têm de ter participado em, pelo menos, duas operações em navios onde o controle de gás e gestão é executado, com similaridades operacionais em todos os aspectos; Seja plenamente conhecedor do conteúdos do manual de gerenciamento de COV. O imediato e os oficiais que irão participar nas operações do navio devem ser familiarizados com todos os procedimentos e recomendações contidos no Manual aprovado, tanto pelo Comandante do navio ou pelo Imediato que será substituído direto.

**Controle e monitoramento do escape de VOC:** A manutenção de registros é necessária, a fim de documentar a conformidade com os requisitos do plano de gestão e, potencialmente, a extensão da liberação de gases provenientes dos tanques de carga de óleo cru.

Todas as operações de controle de emissão atmosférica de gás de carga devem ser registradas no livro de registro convés, evidenciando as recomendações e procedimentos do Manual foram corretamente cumpridas.

A forma de manutenção de registros é dependente da forma específica do método utilizado para minimizar a emissão de VOCs a partir da carga de óleo cru. Será também dependem da operação a ser executada pelo navio que implique a liberação de VOC, ou seja, durante a carga, o transporte ou como um resultado de uma operação de COW.

Os registros devem detalhar os métodos usados para minimizar as emissões de gases de petróleo bruto. O método utilizado deve servir como parâmetro para avaliar se os procedimentos são adequados e se durante o carregamento, a viagem ou operações de limpeza de tanques com óleo cru ou de limpeza com água são suficientes para controlar as emissões de vapor para o meio ambiente.

O registro dos procedimentos manutenção poderia ser a seguinte: Um registro do tempo e da pressão dentro do sistema de gás do tanque / vapor antes do lançamento dos gases. O tempo de abertura das válvulas de pressão e vácuo e informação da pressão no tanque de carga devem ser registrados.

O mesmo procedimento deve ser seguido no caso de o navio abrir o poste de ventilação.

Caso o ruptor de pressão se abra, o oficial responsável deve recompor imediatamente o nível de líquido no seu interior e pressurizar os tanques de carga com gás inerte até que a pressão atinge 0,05kg/cm<sup>2</sup>, evitando assim a entrada de oxigênio nos tanques.

Um registro do tempo e da pressão dentro do sistema de gás / vapor após a liberação tenha sido concluída.

O tempo de fechamento das válvulas de pressão / vácuo e a informação da pressão tanque de carga devem ser registrados.

## 6.9– OUTRAS TECNOLOGIAS PARA O CONTROLE DE EMISSÃO DE COV'S

As tecnologias disponíveis para tratamento dos COV's podem se dividir conforme formação dos gases:

Preventiva (Passiva) das emissões para a atmosfera, quando evitam a formação de tais vapores, decrescendo a sua liberação e de outros compostos na fase gasosa (e.g.: H<sub>2</sub>S), contidos no petróleo, durante o seu carregamento.

Recuperadora (Ativa), quando não existem maiores preocupações com as condições operacionais do petróleo na etapa do seu bombeio para o compartimento que o armazena e, posteriormente, se remove, parcialmente ou totalmente, aqueles vapores liberados, podendo, em função do processo aplicado, gerar outras modalidades de impacto ambiental (por exemplo: resíduos sólidos, emissões de NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> ).

**VOCON.** A INTERTANKO tem recomendado o uso de medidores que verifiquem a composição dos gases e gravem a queda de pressão. A pressão de trabalho recomendada no interior do tanque é na maioria as vezes, algo entre 400 mmWG e 1000 mmWG durante o transporte da carga de óleo. Ao invés de contar com uma válvula P/V para a pressão nestes níveis que é o procedimento usual em cada tanque, toda vez que a pressão atinge o limite máximo, a válvula é aberta manualmente até a pressão decair para 300 mmWG. A depressurização dos tanques representa em média, uma perda de 25% da carga durante a viagem. Esta depressurização manual deve cessar em cada tanque quando houver queda de pressão entorno de 700 a 850 mm da coluna d'água, porque neste momento está abaixo da pressão de saturação de vapor dificultando o desprendimento de emissões. Para auxiliar esta

despressurização utiliza-se um mecanismo hidráulico monitorado por um medidor de pressão, conforme demonstra a figura a seguir:



Figura 18: válvula VOCON  
Fonte: Manual VOC do Navio Navion

No entanto, para o programa de carregamento, a válvula também permite uma pressão mais elevada deve ser mantida durante todo o processo de carregamento, a fim de limitar o grau de evolução de vapor a partir do óleo cru a pressão de vapor, uma vez saturado é conseguido dentro do sistema de tanque de vapor. Esta válvula é normalmente um mecanismo de válvula única e localizado na parte inferior do Master Riser de modo realizar um by-pass para a válvula do Master Riser. A pressão de fechamento estabelecida para a válvula pode ser feito localmente ou remotamente na sala de controle de carga, dependendo da sofisticação do sistema instalado.

#### 6.10– SISTEMA KVOC

O KVOC é um passivo sistema de prevenção, sem partes móveis e, portanto, não vai precisar de energia para funcionar. O sistema após a instalação irá ser uma parte integrante do sistema de carregamento e garantir 100% de regularidade durante toda a vida útil do navio.

Se a tecnologia for implementada corretamente, irá eliminar a maior parte do VOC geração durante a carga e, conseqüentemente, também durante a fase de viagem. Se ainda COV são emitidos, ele pode ser porque o óleo recebido do terminal pode conter gases como

micro bolhas ou o TVP do óleo carregado são tais que o óleo está evaporando nos tanques. O Sistema KVOC não pode impedir emissões de COV.

#### 6.10.1 – FORMAÇÃO DE COV EM TANQUES SEM A INSTALAÇÃO DO SISTEMA KVOC

Óleo sujeita a baixa pressão no Manifold de área devido à sucção fornecida pelo peso de a coluna de óleo na linha de enchimento (Drop Line) que resultará na formação de bolhas que aparecem nos tanques como VOC.

Este processo é conhecido por “flashing” e contribui significativamente para a emissão total de COV de navios petroleiros. As frações mais leves de hidrocarbonetos (HC) do óleo flashes em vapor quando a pressão é reduzida abaixo da Pressão de vapor verdadeira do óleo (TVP).

Reduzida a pressão, a evaporação ocorre ainda na tubulação do convés e linha de enchimento desenvolvendo estrangulamento a jusante.

Evaporação do óleo é espontânea, e a reabsorção e condensação de gás quando a pressão é aumentada para uma pressão acima da TVP é um processo muito lento. Portanto, a maior parte do gás gerado pela evaporação no sistema de tubulação é feita com o óleo dos tanques de carga e mais lançado no interior dos tanques onde se enriquece o gás inerte com hidrocarboneto gasoso.

Além disso, as bolhas gasosas maiores irá provocar uma elevação de gás que removerá quantidade adicional COV e aumentar a turbulência no interior do tanque. Algumas das bolhas de gás são muito pequenas e estas podem levar vários dias e até semanas para migrar para a superfície de tanques. Este COV será liberado durante a viagem do navio petroleiro. Assim, quanto maior a linha de enchimento, portanto, mais COV é gerado. Quando o nível dos tanques aumenta, a formação de COV irá diminuir. É por isso que a formação de COVs são especialmente incrementadas durante o início da operação de carregamento em comparação com a fase final do carregamento.

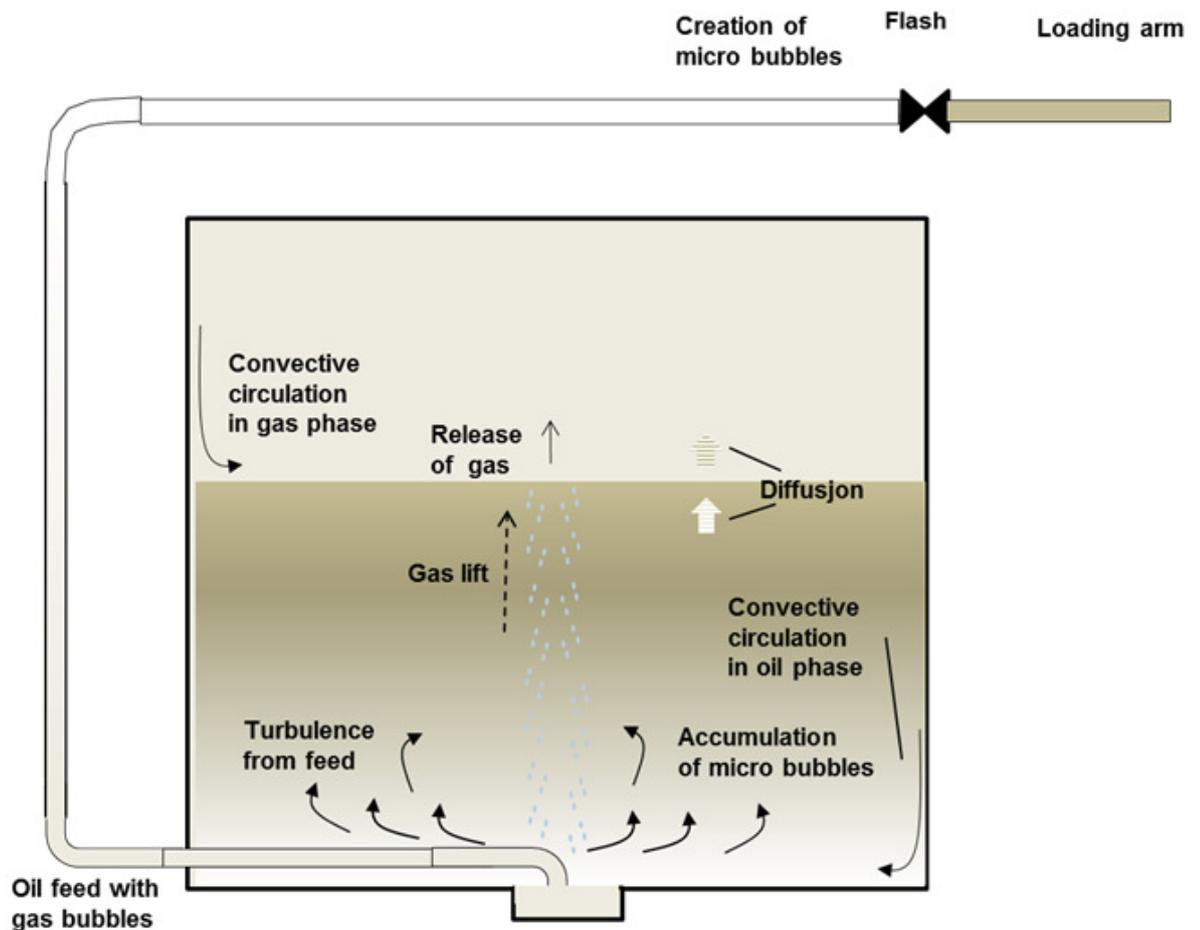


Figura 19: Processo de formação de COV em tanques sem KVOC instalado. Fonte: Folheto Knutsen Technology 2012.

O objetivo com o sistema KVOC é evitar flash e, assim, minimizar a geração de VOC. Para a carga do petroleiro nos terminais, KVOC é esperado para evitar a geração de mais de COV. A linha de enchimento (drop line) comum é substituída por uma nova linha de enchimento com diâmetro que garante que a formação de gases não irá ocorrer se o fluxo for menor do que a máxima de projeto. Uma vez que as bolhas de gás não são mais geradas, a liberação de COV durante a viagem também será minimizada. O KVOC tem uma superfície interna limpa. A prevenção geral é baseada na redução da velocidade de modo a que as bolhas de gás não sigam o fluxo do óleo. Em seguida, uma coluna de gás será estabelecida no meio da coluna, enquanto o nível do óleo na coluna ajusta-se automaticamente com o nível no tanque. Aumento do nível no interior do sistema KVOC também aumentará ligeiramente a pressão. Este aumento de pressão irá garantir uma contra pressão positiva para os braços de carregamento, devendo assegurar que a pressão permanecer acima do ponto de vaporização (TVP).

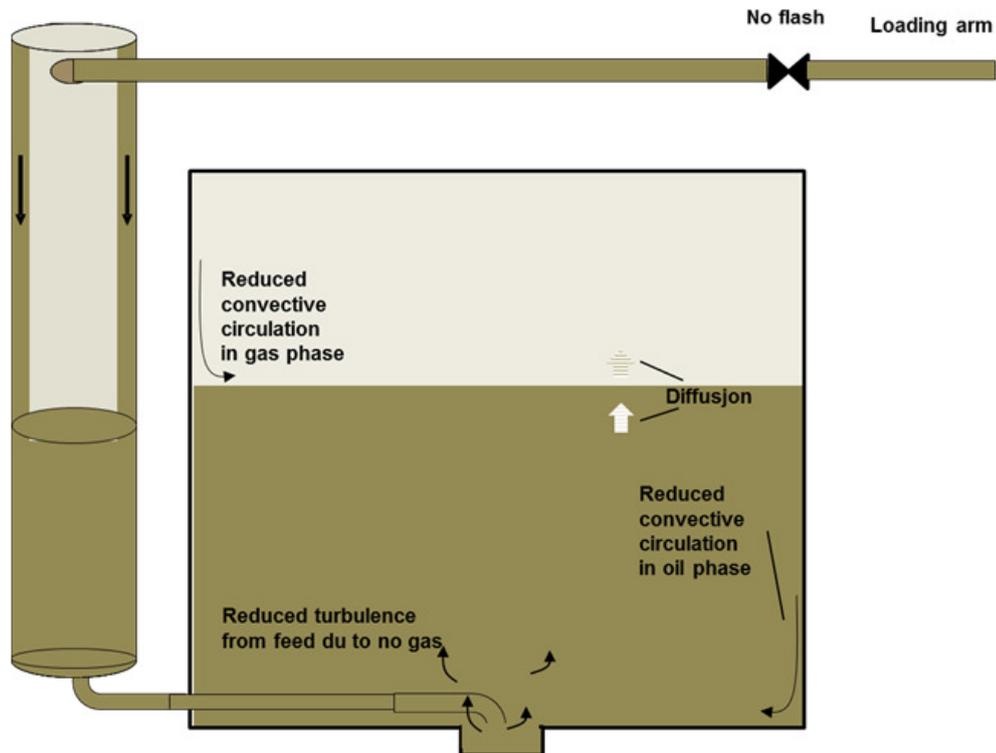


Figura 20: Aplicação do sistema KVOC fim prevenir a formação de VOC. Fonte: Folheto Knutsen Tecknology setembro 2012.

## 6.11 – SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE VAPOR – URV

São equipamentos de controle antipoluição, utilizados para absorção de gases potencialmente poluidores que são lançados na atmosfera.

Estes equipamentos, geralmente são utilizados em terminais de carregamento de combustíveis voláteis ou em sistemas de armazenamento para gasolina, metanol QAV entre outros.

Além dos benefícios ao meio ambiente, a utilização de uma URV permite a redução dos desperdícios de produtos, já que o vapor é recuperado na maioria das vezes e o seu retorno sobre o investimento da Unidade ocorre em curto período de operação. ([www.ikso.com.br](http://www.ikso.com.br))



Figura 20: Tanques para recuperação de COV.  
Fonte: [www.google.com](http://www.google.com)

A emissão indesejada de compostos orgânicos voláteis (COVs) na atmosfera deve ser evitada nas indústrias de processos químicos, daí a existência de diversas estratégias para diminuir ou até mesmo eliminar o lançamento de COV's para a atmosfera durante as operações de carga e descarga de derivados líquidos de petróleo. Uma delas, e talvez a mais simples e menos correta, no sentido ambiental é a destruição através da combustão dos vapores emitidos por incineração, queima no *flare* ou oxidação catalítica. Estes métodos eliminam a possibilidade de recuperação do produto, geram outros poluentes e o calor de sua combustão geralmente não é economicamente aproveitável, sendo assim, são mais adequados para emissões com baixa concentração de vapores.

A utilização de tecnologias de recuperação para reduzir as emissões de COV's, mais desejadas, onde os VOCs presentes na corrente de ar gerada durante a carga ou descarga de produtos, são recuperados, estocados e posteriormente reutilizados. As unidades de recuperação de COVs são compostas de duas etapas: separação e liquefação. E as tecnologias usadas para separar os compostos orgânicos do ar são: adsorção em carvão, absorção, condensação e separação por membrana seletiva.

Uma breve descrição de cada um destes processos será feita a seguir:

### 6.11.1- Sistema de Condensação

O princípio é semelhante à das plantas re-liquefação em Navios de transporte de GLP. Isto é, condensação de NMCOV emitida a partir de tanques de carga. No processo, o COV passa através de um duto neutralizador, antes de ser pressurizado e liquefeito num processo de dois estágios. O gás liquefeito resultante é armazenado em um tanque no convés sob pressão e podendo ser descarregado para o Terminal ou ser usado como combustível (incluindo possivelmente metano e etano) para as caldeiras ou motores sujeitos a rigorosos requisitos de segurança. É também concebível que o gás armazenado possa ser usado como uma alternativa ao gás inerte sujeito à aceitação Administração.

O método de condensação para abatimento de compostos orgânicos voláteis é mais empregado como uma tecnologia auxiliar, por conta dos custos e limitações envolvidas no processo. As condições necessárias para o processo de condensação de um gás/vapor dependem de suas propriedades físicas e químicas, podendo ocorrer de duas formas: por compressão do volume do gás, aumentando a pressão do sistema; ou por redução da temperatura, mantendo a pressão do sistema fixa ou pela combinação da compressão e resfriamento gasosa. Em todas as situações, a condensação ocorre quando a pressão do COV se iguala a pressão de vapor do sistema. (SCHIRMER, 2007).

Com relação aos compostos orgânicos voláteis, a condensação é mais eficiente para aqueles com pontos de ebulição acima de 38 °C e concentrações superiores a 5000 ppm. Baixos pontos de ebulição inviabilizam o processo por demandar o resfriamento excessivo do sistema. Os percentuais de eficiência na recuperação dos gases variam de 70% a 85% (KHAN e GHOSHAL, 2000).

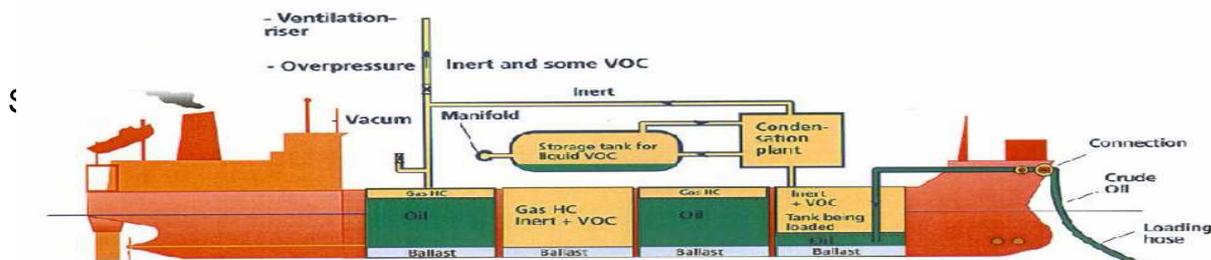


Figura 21: Esquema de funcionamento de uma planta de condensação instalada a bordo de um navio. Fonte: Manual VOC Navion Stavager.

A tecnologia de condensação, apesar do seu largo uso, possui algumas desvantagens: Regularmente deve-se fazer o degelo da unidade, e este procedimento operacional produz uma corrente de água contaminada com orgânicos; Da mesma forma que a absorção, esta tecnologia é mecanicamente complexa e necessita de intensa manutenção; Devido às baixas temperaturas operacionais, esta tecnologia é energeticamente pouco eficiente, e constitui substancial custo de operação. (ASSUNÇÃO, 2003)

#### 6.11.2 - Sistema de Absorção

No processo de absorção, as moléculas de COV's contidas na corrente gasosa são dissolvidas, através de transferência de massa, em uma corrente contendo um solvente líquido resfriado. A força motriz para a transferência de massa é a diferença entre a pressão parcial do poluente na corrente de gás e a pressão de vapor (ou solubilidade) deste mesmo poluente na corrente líquida. Ou seja, quanto maior a pressão parcial do poluente emitido e quanto menor a pressão de vapor deste poluente na corrente líquida, maior a eficiência de absorção, e consequentemente de recuperação, (HUNTER e OYAMA, 2000).

A eficiência esperada neste tipo de processo, para recuperação de butano é em média de 95% a 97%., dependendo das propriedades de absorção do líquido utilizado.

#### Segundo HUNTER e OYAMA:

O tamanho de um sistema de absorção pode ser minimizado usando um líquido que reaja com o poluente (absorção química). Porém neste caso, a recuperação do poluente torna-se inviável, uma vez que ele já reagiu e formou outros compostos. Para o processo aqui discutido (carga e descarga de derivados líquidos de petróleo), o ideal é optar pela tradicional absorção física, onde o poluente dissolvido no líquido pode ser posteriormente recuperado e reutilizado.

A tecnologia de absorção, apesar do seu uso já consolidado na indústria, possui alguns pontos negativos: a) É mecanicamente complexa, necessitando intensa manutenção; b) Não é apropriada para tratar correntes de vapor com diferentes compostos orgânicos em sua composição, pois é improvável encontrar um solvente líquido que absorva, de forma eficiente, diferentes substâncias, ou seja, o processo teria baixa eficiência; c) Requer um substancial tempo para a partida antes de estar disponível para operação,

A tecnologia baseia-se na absorção de compostos orgânicos voláteis em um fluxo contra-corrente de óleo cru em uma coluna de absorção. O vapor é alimentado para a parte inferior da coluna, com a corrente lateral de óleo cru como meio de absorção. O óleo contendo o VOC absorvido é, em seguida, encaminhado a partir da parte inferior da coluna de volta para a linha de carregamento, onde é misturado com o fluxo principal de carregamento de petróleo cru. Bombas de óleo e compressores são usados para pressurizar o gás e petróleo. Gases não absorvidos são aliviados para o poste de ventilação ( “riser”) para aumentar a eficiência de recuperação. Conceitos semelhantes foram desenvolvidos utilizando amortecedores de redemoinho em vez de coluna de absorção.

Para os casos em que seja de interesse a recuperação e reutilização dos COVs, como em processos de carga e descarga de derivados líquidos de petróleo, a absorção química é inviável, já que há informação de novos compostos a partir da reação (BELÉM e VARGAS, 2008).

A Absorção física é recomendada para recuperação de COVs em sistemas com altos volumes ou em que os compostos possuam alto valor agregado. A absorção, e, geral pode ser empregada no abatimento de correntes de gases com concentração entre 500 a 5000 ppm de COVs e em operações que não operem ciclicamente, devido as limitações operacionais relacionadas a partida e a estabilização deste sistema.

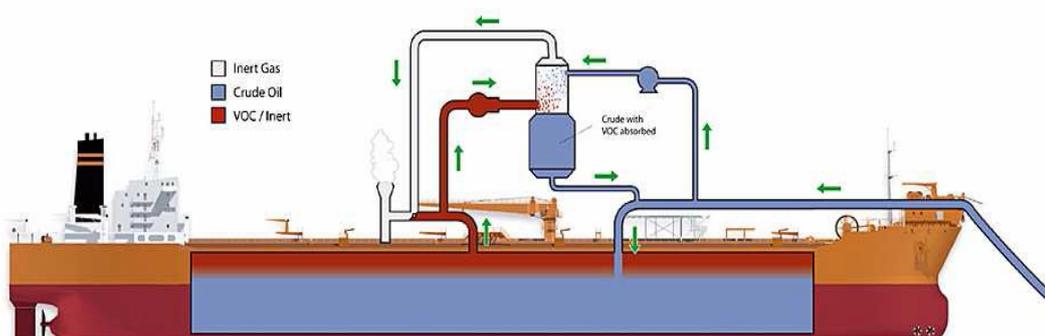


Figura 23: Esquema de funcionamento de uma planta de recuperação de COV do tipo absorção instalada a bordo de um navio. Fonte: Manual VOC Navion Stavager.

A eficiência de remoção dos compostos pela absorção será função, principalmente, da solubilidade dos compostos orgânicos voláteis no líquido, nos casos de absorção física e da velocidade da reação entre os compostos orgânicos voláteis e o líquido no caso da absorção química. Além destes fatores, a razão de transferência na interface gás-líquido depende da área disponível para contato gás-líquido, da concentração dos compostos orgânicos em sua

fase gasosa e na fase líquida e da vazão do gás em relação a vazão do líquido. Deste modo, o absorvedor prover uma área de contato suficiente, além de utilizar uma vazão de líquido adequada para o volume de gases a serem tratados.

A faixa normal de eficiência dos absorvedores é de 80% a 95%. Os gases e vapores orgânicos, neste tipo de tratamento, necessitam de líquido absorvente adequado (tipo orgânico), pois de modo geral, não são solúveis em água, sendo a utilização limitada e dependente de testes específicos, afim de garantir uma eficiência adequada. Os absorvedores, de modo geral, apresentam as seguintes limitações: corrosão, temperatura de operação inferior a 100 °C e saturação do material absorvente com o gás efluente. (DE MELO LISBOA e SCHIRMER, 2007).

6.11.3 – Sistema de Adsorção: no processo de adsorção as moléculas de hidrocarbonetos aderem fisicamente aos poros ativados da superfície de um sólido, como por exemplo, o carbono ativado. Este processo tem alta seletividade, na adsorção de butano e compostos mais pesados. Com esta tecnologia é possível obter uma recuperação de 99%. Como o carbono tem capacidade de adsorção limitada, é necessário, para que o processo seja contínuo, a instalação de menos dois vasos contendo carvão ativado, revezando entre os modos de adsorção e regeneração ou dessorção utilizando-se uma corrente aquecida de vapor d'água ou fazendo vácuo no sistema, de maneira tal que o processo de adsorção é revertido. (CONCAWE, 2002) Em sistemas de adsorção instalados nas ilhas de carregamento e nos terminais marítimos para recuperação de VOC's, o método para regeneração mais usado é a utilização de bombas à vácuo e/ou sopradores, uma vez que torna-se dispendioso a instalação de um sistema para geração de vapor, (HUNTER e OYAMA, 2000).

Conforme consta no Manual VOC Navion Stavanger, Tee Key:

No processo de ABV, os vapores de óleo cru são filtrados através de carvão ativado, que adsorve os hidrocarbonetos. Em seguida, o carbono é regenerado a fim de restaurar a sua capacidade de adsorção e adsorver hidrocarbonetos no próximo ciclo. A pressão no leito de carvão é reduzida por uma bomba de vácuo até atingir um nível em que os hidrocarbonetos são removidos do carbono. Os vapores extraídos, altamente concentrados, em seguida, passar para o absorvedor, onde o gás é absorvido num fluxo de óleo cru retirado dos tanques de carga e retornando para os tanques de carga. Como os sistemas de adsorção em leito de carbono são normalmente sensíveis a elevadas concentrações de hidrocarbonetos no fluxo de entrada de VOC, o fluxo de alimentação de COV passa primeiro através de um absorvedor de entrada, onde alguns hidrocarbonetos são removidos por adsorção. O fluxo de VOC recuperado pode ser reabsorvido no óleo cru originário do mesmo absorvedor de entrada.

O carvão ativado é considerado um adsorvente adequado para COV's com peso molecular entre 40 e 150 e com ponto de ebulição entre 40 °C e 260 °C (KHAN e GHOSHAL, 2000). A impregnação do carvão ativado, com substâncias químicas com espécies ativas, pode aumentar a afinidade adsortiva de certas substâncias (DE MELO LISBOA e SCHIRMER, 2007). Os sistemas de adsorção de recuperação de COV's instalados em estações de carregamento (navios) e nos terminais marítimos geralmente utilizam como método de regeneração, bombas a vácuo e/ou sopradores, devido a instalação de um sistema para geração tornar o processo dispendioso (BELÉM e VARGAS, 2008).

Quanto a configuração do sistema de adsorção, os adsorvedores podem ser de leito único ou múltiplos, fixos ou móveis. Nos adsorvedores de leitos múltiplos e fixos o gás entra na parte superior da coluna do leito e é distribuído entre as camadas. Conforme figura abaixo, adsovedor de leito fixo de carvão ativado com dois adsovedores em paralelo, o gás a ser tratado entra pelo fundo e sai pelo topo limpo.

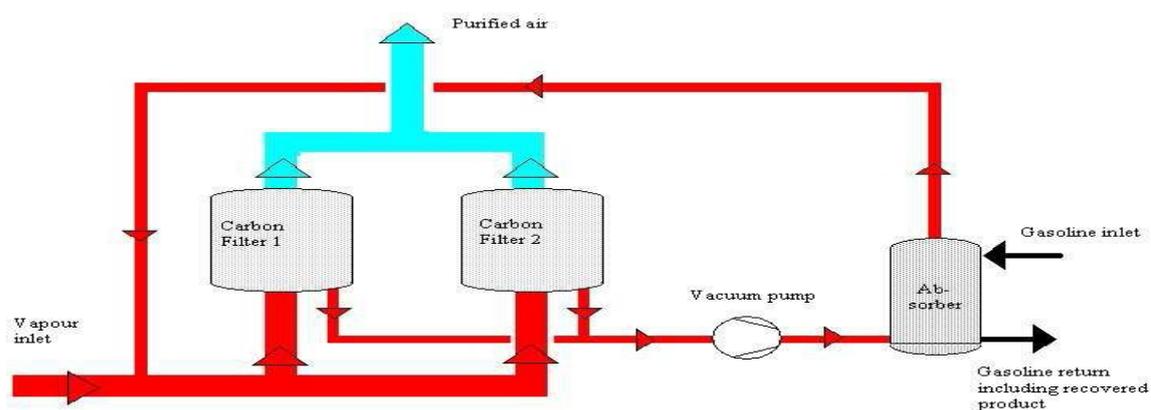


Figura 24: Adsovedor de leito fixo de carvão ativado

6.11.4 – Sistema de Separação por Membrana - nesta tecnologia os compostos orgânicos são separados da corrente gasosa passando por um filtro de membrana semipermeável de superfície vítrea ou feita de um polímero especial. A força motriz para separação é devido a um gradiente de pressão estabelecido através da membrana. A membrana é projetada para permitir que as moléculas de ar ou as moléculas do poluente

passem preferencialmente, resultando em uma corrente mais concentrada do poluente em um dos lados da membrana.

#### Conforme estudos de HUNTER e OYAMA

Os sistemas de membrana são bastante apropriados para processo de operação contínua, além de poderem ser usados com uma larga variação na concentração e na vazão da corrente de entrada. Uma outra vantagem é a facilidade de instalação. Com esta tecnologia, facilmente se obtém uma eficiência de recuperação de 99% para vapores de gasolina emitidos nas operações de carga e descarga de caminhões e vagões-tanque, e navios. Porém o sistema de separação por membrana tem altos custos energéticos, uma vez que requer a instalação de compressor de alta potência, com o objetivo de se maximizar a diferença de pressão através do filtro de membrana.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os compostos orgânicos voláteis têm cada vez mais importância nos estudos de suas emissões e no seu efeito poluidor, já que reagem induzidos pela luz, formando oxidantes fotoquímicos. Juntos originam a poluição do ar, o que prejudica a qualidade do ar e a saúde dos indivíduos.

Em relação aos efeitos nocivos do composto orgânico volátil ao meio ambiente, o associado ao benzeno é o que demonstra ser o de maior gravidade, pois contribuem consideravelmente para as mudanças climáticas que vem ocorrendo, desde o início da industrialização, onde foram necessárias a utilização de novas fontes de energia para o desenvolvimento dos povos. Quanto aos efeitos causados pelos poluentes secundários, que são produzidos a partir da oxidação dos COV's, os mais preocupantes são os que estão associados aos dióxidos de nitrogênio e ao ozônio troposférico (O<sub>3</sub>). Na questão ambiental a operação apresenta probabilidades de ocasionar uma catástrofe ambiental, e, em alguns casos irreparáveis.

Faz-se necessário o conhecimento das emissões de COV's nas operações de carregamento, transporte e descarga de navios, já que a segurança do navio e a integridade de todos os envolvidos na operação, tanto quanto o meio ambiente deve ser, sempre, prioridade. Muito embora, os navios de grande porte disponham de tecnologia instalada, por força de regras de construção (SOLAS), para realizar operações de movimentação de carga com processos minimizados de emissões de COVs, no Brasil, não está regulamentada lei que intronizaria o Anexo VI da MARPOL, sendo assim, os Terminais Nacionais que operam com óleo cru vindo das bacias petrolíferas, por motivos de custos de aquisição e manutenção de plantas de tratamentos de gases oriunda da operação de Navios, ainda não dispõem de tecnologia e equipamentos instalados para recuperação dos vapores gerados nas referidas operações.

São várias as tecnologias para o controle de emissões e recuperação de produtos orgânicos. Sendo fundamental a escolha de uma tecnologia apropriada para cada situação. Isto requer um conhecimento do processo e uma análise do custo benefício que envolve o procedimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIA DO BRASIL. Teoria da Poluição Atmosférica. Poluentes e seus efeitos. Disponível em: [http://www.ariadobrasil.com.br/pollutant\\_effects.php](http://www.ariadobrasil.com.br/pollutant_effects.php). Acessado em: 15/10/2015.

ASSUNÇÃO, Rogério Santos de. Avaliação das Emissões de Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs) em Operações de Carga e Descarga de Derivados Líquidos de Petróleo. Salvador, 2003.

AQUINO, C.A.B. Identificação de compostos Orgânicos Voláteis (COVs) emitidos por florestas na região amazônica. 2006. 89p. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

BELEM, C.P. e VARGAS, R.M.F..Redução na Emissão de VOC's Durante Carga e Descarga de Hidrocarbonetos Líquidos em Indústrias Petroquímicas. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br>. Acessado em novembro de 2015.

CONCAWE. VOC Emissions from Loading Gasoline Onto Sea-going Tankers in EU-15: Control Technology and Cost-Effectiveness. Report N° 6/ 02, 2002. Disponível em <http://www.concawe.be> (Acesso em outubro de 2015)

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA. Disponível em: [www.crea.rj.org.br](http://www.crea.rj.org.br). Acesso em setembro de 2015.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Stratospheric ozone protection and climate change. 2005. Disponível em: Acesso em outubro de 2015.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP 42, Vol. I, Fifth Edition. Cap. 5 - 5.2. Transportation and Marketing of Petroleum Liquids, 1995. Disponível em [http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch05/final/c\\_05s02.pdf](http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch05/final/c_05s02.pdf) (Acesso em outubro de 2015).

DUARTE, Jair e GRAUER, F, Andreas. Relatório de Monitoramento de Emissões Atmosféricas. Curitiba, Brasil. 2009.

HUNTER, P.; OYAMA, S.T. Control of Volatile Organic Compound Emissions, Cap. 1 e 2,2000.

INSTITUTO DE CAPACITAÇÃO TÉCNICA PROFISSIONAL. Disponível em: [www.incatep.com.br](http://www.incatep.com.br). Acesso em: outubro de 2015.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION . Second IMO GHG. Study, 2009.

ICS; OCIMF; e IAPH, INTERNATIONAL SAFTY GUIDE FOR OIL TANKERS AND TERMINALS, Tradução de José Eduardo N. de Matos, 5ª Ed., Rio de Janeiro: TRANSPETRO , 2008. 452 p.

JUNQUEIRA, T. L.; ALBUQUERQUE, E.L., TOMAZ,E. Estudo sobre compostos orgânicos voláteis em Campinas- SP. 2005. In: VI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, p. 1-6. 2005.

KHAN F. I.; GHOSHAL, A. K. Removal of Volatile Organic Compounds (VOC) from Pollute Air. Journal off Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 13, 2000.

Ministério do Meio Ambiente (1990). Resolução CONAMA 03. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>. Acessado em 15/10/2015.

KNUTSEN TECHNOLOGY. KVOC – Description on board crude al carriers, September, 2009.

OLIVEIRA, Ana Paula Nogueira Roque de. Controlo nas Emissões de Compostos Orgânicos Voláteis. Tese de Mestrado em Economia e Política de Energia do Meio Ambiente. Universidade Técnica de Lisboa, 1993. Acessado em outubro de 2015.

PEIXOTO, Vanelle Pereira; PINHEIRO, Ana Cecília Araújo. Compostos Orgânicos Voláteis. Dissertação – Fundação Edson Queiróz. Universidade de Fortaleza. Fortaleza, 2014.

PETROBRÁS – Relatório de Sustentabilidade, 2010. Disponível em: [HTTP://ouvidoria.petrobras.com.br](http://ouvidoria.petrobras.com.br). Acesso em outubro de 2015.

PORTAL PORTO GENTE, 2009. Disponível em: <http://portogente.com.br>. Acesso em outubro de 2015.

SCHIRMER. Waldir Nagel, Controle da Poluição Atmosférica. Métodos de Controle da Poluição, 2007. Disponível em: [www.ebah.com.br](http://www.ebah.com.br). Acessado em novembro de 2015.

TRANSPETRO – 2 VOC Management Plan for Compliance with Regulation 15.6. Revised Annex VI of Marpol 73/78.

## **ANEXOS**

- ANEXO A - RESOLUÇÃO/CONAMA/N.º 003 de 28 de junho de 1990.
- ANEXO B - ANEXO VI DA MARPOL REVISADO.
- ANEXO C - CHECK LISTS
- ANEXO D - CÁLCULO DE EMISSÕES DE VOC

## ANEXO A

### **RESOLUÇÃO/CONAMA/N.º 003 de 28 de junho de 1990**

Publicada no D.O.U, de 22/08/90, Seção I, Págs. 15.937 a 15.939.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das atribuições que lhe confere o inciso II, do Art. 6º, da Lei nº 7.804, de 18 de julho de 1989, e tendo em vista o disposto na Lei nº 8.028, de 12 de abril de 1990, Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990 e,

Considerando a necessidade de ampliar o número de poluentes atmosféricos passíveis de monitoramento e controle no País;

Considerando que a Portaria GM 0231, de 27.04.76, previa o estabelecimento de novos padrões de qualidade do ar quando houvesse informação científica a respeito;

Considerando o previsto na Resolução CONAMA nº 05, de 15.06.89, que instituiu o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar "PRONAR, RESOLVE:

Art. 1º - São padrões de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

Parágrafo Único - Entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar:

I - impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde;

II - inconveniente ao bem-estar público;

III - danoso aos materiais, à fauna e flora.

IV - prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

Art. 2º - Para os efeitos desta Resolução ficam estabelecidos os seguintes conceitos:

I - Padrões Primários de Qualidade do Ar são as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população.

II - Padrões Secundários de Qualidade do Ar são as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

Parágrafo Único - Os padrões de qualidade do ar serão o objetivo a ser atingido mediante à estratégia de controle fixada pelos padrões de emissão e deverão orientar a elaboração de Planos Regionais de Controle de Poluição do Ar.

Art. 3º - Ficam estabelecidos os seguintes Padrões de Qualidade do Ar:

#### I - Partículas Totais em Suspensão

##### a) Padrão Primário

1 - concentração média geométrica anual de 80 (oitenta) microgramas por metro cúbico de ar.

2 - concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 240 (duzentos e quarenta) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

##### b) Padrão Secundário

1 - concentração média geométrica anual de 60 (sessenta) micro gramas por metro cúbico de ar.

2 - concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 150 (cento e cinquenta) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

#### II - Fumaça

##### a) Padrão Primário

1 -concentração média aritmética anual de 60 (sessenta) microgramas por metro cúbico de ar.

2 -concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 150 (cento e cinquenta) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

##### b) Padrão Secundário

1 - concentração média aritmética anual de 40 (quarenta) microgramas por metro cúbico de ar.

2 - concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 100 (cem) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida uma de urna vez por ano.

#### III - Partículas Inaláveis

##### a) Padrão Primário e Secundário

1- concentração média aritmética anual de 50 (cinquenta) microgramas por metro cúbico de ar.

2 - concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 150 (cento e cinquenta) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

#### IV - Dióxido de Enxofre

a) Padrão Primário

1- concentração média aritmética anual de 80 (oitenta) microgramas por metro cúbico de ar.

2- concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 365 (trezentos e sessenta e cinco) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mas de uma vez por ano.

b) Padrão Secundário

1 - concentração média aritmética anual de 40 (quarenta) microgramas por metro cúbico de ar.

2 - concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de,100 (cem) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mas de urna vez por ano.

V-Monóxido de carbono

a) Padrão Primário e Secundário

1- concentração médio de 8 (oito) horas de 10.000 (dez mil) microgramas por metro cúbico de ar (9 ppm), que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

2 - concentração média de 1 (urna) hora de 40.000 (quarenta mil) microgramas por metro cúbico de ar (35 ppm), que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

VI-Ozônio

a) Padrão Primário e Secundário

1 - concentração média de 1 (uma) hora de 160 (cento e sessenta) microgramas por metro cúbico do ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

VII - Dióxido de Nitrogênio

a) Padrão Primário

1 - concentração média aritmética anual de 100 (cem) microgramas por metro cúbico de ar.

2 - concentração média de 1 (uma) hora de 320 (trezentos e vinte) microgramas por metro cúbico de ar.

b) Padrão Secundário

1- concentração média aritmética anual de 100 (cem) microgramas por metro cúbico de ar.

2 - concentração média de 1 (uma) hora de 190 (cento e noventa)

microgramas por metro cúbico de ar.

Art. 3º - Ficam estabelecidos os seguintes métodos de amostragem e análise dos poluentes atmosféricos a serem definidos nas respectivas Instruções Normativas:

- a) Partículas Totais em Suspensão - Método de Amostrador de Grandes Volumes ou Método Equivalente.
- b) Fumaça - Método da Refletância ou Método Equivalente.
- c) Partículas Inaláveis - Método de Separação Inercial/Filtração ou Método Equivalente.
- d) Dióxido de Enxofre - Método de Pararonsilina ou Método Equivalente.
- e) Monóxido de Carbono - Método do Infra-Vermelho não Dispersivo ou Método Equivalente.
- f) Ozônio - Método da Quimioluminescência ou Método Equivalente.
- g) Dióxido de Nitrogênio - Método da Quimioluminescência ou Método Equivalente.

§ 1º - Constitui-se Método de Referência, os métodos aprovados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO e na ausência deles os recomendados pelo IBAMA como os mais adequados e que deva ser utilizado preferencialmente.

§ 2º - Poderão ser adotados métodos equivalentes aos métodos de referência, desde que aprovados pelo IBAMA.

§ 3º - Ficam definidas como condições de referência a temperatura de 25°C e a pressão de 760 milímetros de coluna de mercúrio (1.013,2 milibares).

Art. 4º - O monitoramento da qualidade do ar é atribuição dos Estados.

Art. 5º - Ficam estabelecidos os Níveis de Qualidade do Ar para elaboração do Plano de Emergência para Episódios Críticos de Poluição do Ar, visando providências dos governos de Estado e dos Municípios, assim como de entidades privadas e comunidade geral, com o objetivo de prevenir grave e iminente risco à saúde da população.

§ 1º - Considera-se Episódio Crítico de Poluição do Ar a presença de altas concentrações de poluentes na atmosfera em curto período de tempo, resultante da ocorrência de condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos mesmos.

§ 2º - Ficam estabelecidos os Níveis de Atenção, Alerta e Emergência, para a execução do Plano.

§ 3º - Na definição de qualquer dos níveis enumerados poderão ser consideradas concentrações de dióxido de enxofre, partículas totais em suspensão, produto entre partículas totais em suspensão e dióxido de enxofre, monóxido de carbono, ozônio, partículas inaláveis,

fumaça, dióxido de nitrogênio, bem como a previsão meteorológica e os fatos e fatores intervenientes previstos e esperados.

§ 4º - As providências a serem tomadas a partir da ocorrência dos Níveis de Atenção e de Alerta tem por objetivo evitar o atingimento do Nível de Emergência.

§ 5º - O Nível de Atenção será declarado quando, prevendo-se a manutenção das emissões, bem como condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes nas 24 (vinte e quatro) horas subsequentes, for atingida uma ou mais das condições a seguir enumeradas:

1. concentração de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), média de 24 (vinte e quatro) horas, de 800 (oitocentos) microgramas por metro cúbico;
2. concentração de partículas totais em suspensão, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 375 (trezentos e setenta e cinco) microgramas por metro cúbico;
3. produto, igual a  $65 \times 10^3$ , entre a concentração de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e a concentração de partículas totais em suspensão - ambas em microgramas por metro cúbico, média de 24 (vinte e quatro) horas;
4. concentração de monóxido de carbono (CO), média de 08 (oito) horas, de 17.000 (dezesete mil) microgramas por metro cúbico (15 ppm);
5. concentração de ozônio, média de 1 (uma) hora, de 400 (quatrocentos) microgramas por metro cúbico;
6. concentração de partículas inaláveis, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 250 (duzentos e cinquenta) microgramas por metro cúbico;
7. concentração de fumaça, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 250 (duzentos e cinquenta) microgramas por metro cúbico.
8. concentração de dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), média de 1 (uma) hora, de 1130 (hum mil cento e trinta) microgramas por metro cúbico.

§ 6º - O Nível de Alerta será declarado quando, prevendo-se a manutenção das emissões, bem como condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão de poluentes nas 24 (vinte e quatro) horas subsequentes, for atingida uma ou mais das condições a seguir enumeradas:

1. concentração de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), média de 24 (vinte e quatro) horas, 1.600 (hum mil e seiscentos) microgramas por metro cúbico;
2. concentração de partículas totais em suspensão, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 625 (seiscentos e vinte e cinco) microgramas por metro cúbico;
3. produto, igual a  $261 \times 10^3$ , entre a concentração de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e a concentração de partículas totais em suspensão - ambas em microgramas por metro cúbico, média de 24 (vinte e quatro) horas;
4. concentração de monóxido de carbono (CO), média de 8 (oito) horas, de 34.000 (trinta e quatro mil) microgramas por metro cúbico (30 ppm);
5. concentração de ozônio, média de 1 (uma) hora, de 800 (oitocentos) microgramas por metro cúbico;
6. concentração de partículas inaláveis, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 420 (quatrocentos e vinte) microgramas por metro cúbico.
7. concentração de fumaça, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 420 (quatrocentos e vinte) microgramas por metro cúbico.
8. concentração de dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), média de 1 (urna) hora de 2.260 (dois mil, duzentos e sessenta) microgramas por metro cúbico:

§ 7º - O nível de Emergência será declarado quando prevendo-se a manutenção das emissões, bem como condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes nas 24 (vinte e quatro) horas subsequentes, for atingida uma ou mais das condições a seguir enumeradas:

1. concentração de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>); média de 24 (vinte e quatro) horas, de 2.100 (dois mil e cem) microgramas por metro cúbico;
2. concentração de partículas totais em suspensão, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 875 (oitocentos e setenta e cinco) microgramas por metro cúbico;
3. produto, igual a 393 x 103, entre a concentração de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e a concentração de partículas totais em suspensão - ambas em microgramas por metro cúbico, média de 24 (vinte e quatro) horas;

d) concentração de monóxido de carbono (CO), média de 8 (oito) horas, de 46.000 (quarenta e seis mil) microgramas por metro cúbico (40 ppm);

1. concentração de ozônio, média de 1 (uma) hora de 1.000 (hum mil) microgramas por metro cúbico;
2. concentração de partículas inaláveis, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 500 (quinhentos) microgramas por metro cúbico;
3. concentração de fumaça, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 500 (quinhentos) microgramas por metro cúbico;
4. concentração de dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), média de 1 (uma) hora de 3.000 (três mil) microgramas por metro cúbico.

§ 8º - Cabe aos Estados a competência para indicar as autoridades responsáveis pela declaração dos diversos níveis, devendo as declarações efetuar-se por qualquer dos meios usuais de comunicação de massa.

§ 9º - Durante a permanência dos níveis acima referidos, as fontes de poluição do ar ficarão, na área atingida sujeitas às restrições previamente estabelecidas pelo órgão de controle ambiental.

Art. 6º - Outros Padrões de Qualidade do Ar para poluentes, além dos aqui previstos, poderão ser estabelecidos pelo CONAMA, se isto vier a ser julgado necessário.

Art. 7º - Enquanto cada Estado não deferir as áreas de Classe I, II e III mencionadas no item 2, subitem 2.3, da Resolução/CONAMA nº 005/89, serão adotados os padrões primários de qualidade do ar estabelecidos nesta Resolução.

Art. 8º - Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Tânia Maria Tonelli Munhoz José A. Lutzenberger

## ANEXO B

### ANEXO VI REVISADO DA MARPOL

#### Regras para a Prevenção da Poluição do Ar Causada por Navios

#### CAPÍTULO I

#### GENERALIDADES

##### Regra 1

##### *Aplicação*

O disposto neste Anexo deverá se aplicar a todos os navios, exceto quando expressamente disposto em contrário nas Regras 3, 5, 6, 13, 15, 16 e 18 deste Anexo.

##### Regra 2

##### *Definições*

Para os efeitos deste Anexo:

1 *Anexo* significa o Anexo VI da Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios, 1973, (MARPOL), como modificada pelo Protocolo de 1978 relativo àquela convenção, e como modificada pelo Protocolo de 1997, como emendado pela Organização, deste que essas emendas sejam adotadas e entrem em vigor de acordo com o disposto no Artigo 16 da presente Convenção.

2 *Um estágio de construção semelhante* significa o estágio em que:

- .1 tenha início uma construção que possa ser identificada com um navio específico; e
- .2 tenha tido início a montagem daquele navio, compreendendo pelo menos 50 toneladas ou 1%, da massa estimada de todo o material estrutural, o que for menor.

3 *Data de aniversário* significa o dia e o mês de cada ano que correspondem à data em que expira a validade do Certificado Internacional de Prevenção da Poluição do Ar.

4 *Dispositivo de controle auxiliar* significa um sistema, uma função ou uma estratégia de controle instalada num motor diesel marítimo que é utilizada para proteger o motor e/ou seus equipamentos auxiliares contra condições de funcionamento que possam provocar danos ou avarias, ou que é utilizada para facilitar a partida do motor. Um sistema de controle auxiliar pode ser também uma estratégia ou uma medida que tenha demonstrado de maneira satisfatória não ser um dispositivo atenuador do controle.

5 *Alimentação contínua* é definida como o processo através do qual os resíduos são lançados numa câmara de combustão sem a ajuda humana enquanto o incinerador está em suas condições normais de funcionamento, com a temperatura de funcionamento da câmara de combustão entre 850°C e 1.200°C.

6 *Dispositivo atenuador do controle* significa um dispositivo que mede, sente ou reage a variáveis de funcionamento (ex.: velocidade do motor, temperatura, pressão de admissão ou qualquer outro parâmetro), com o propósito de ativar, modular, retardar ou desativar o funcionamento de qualquer componente ou a ação do sistema de controle de emissões, de modo que a eficácia do sistema de controle de emissão seja reduzida nas condições encontradas durante o funcionamento normal, a menos que a utilização de tal dispositivo esteja incluída de maneira substancial nos procedimentos de testes aplicados para a certificação de emissões.

7 *Emissão* significa qualquer liberação por navios, para a atmosfera ou para o mar, de substâncias sujeitas a controle por este Anexo.

8 *Área de Controle de Emissão* significa uma área em que é exigida a adoção de medidas especiais obrigatórias para as emissões de navios, para impedir, reduzir e controlar a poluição do ar por NO<sub>x</sub> ou por SO<sub>x</sub> e por matéria sob a forma de partículas, ou pelos três tipos de emissões, e os conseqüentes impactos adversos sobre a saúde humana e o meio ambiente. As

Áreas de Controle de Emissão deverão abranger as listadas nas Regras 14 e 14 deste Anexo, ou designadas de acordo com essas regras.

9 *Óleo combustível* significa qualquer combustível entregue ou destinado à combustão para a propulsão ou para a operação a bordo de um navio, inclusive combustíveis destilados e residuais.

10 *Arqueação bruta* significa a arqueação bruta calculada de acordo com as regras para a medição de tonelagem contidas no Anexo I da Convenção Internacional sobre Medições da Tonelagem de Navios, 1969, ou em qualquer Convenção que venha a sucedê-la.

11 *Instalações*, em relação à Regra 12 deste Anexo, significa a instalação num navio de sistemas, equipamentos, inclusive unidades portáteis de extinção de incêndio, isolamento ou outro material, mas exclui o reparo ou a recarga de sistemas, equipamentos, isolamento ou outros materiais previamente instalados, ou a recarga de unidades portáteis de extinção de incêndio.

12 *Instalado* significa um motor diesel marítimo que esteja instalado, ou destinado a ser instalado, num navio, inclusive um motor diesel marítimo auxiliar portátil, somente se o seu sistema de alimentação de combustível, de resfriamento ou de descarga for parte integrante do navio. Um sistema de alimentação de combustível só é considerado como sendo parte integrante do navio se estiver fixado de maneira permanente ao navio. Esta definição inclui um motor diesel marítimo que seja utilizado para suplementar ou para aumentar a capacidade de potência instalada do navio e que se destine a ser parte integrante do navio.

13 *Estratégia irracional de controle de emissão* significa qualquer estratégia ou medida que, quando o navio é operado em condições normais de utilização, reduz a eficácia de um sistema de controle de emissão a um nível inferior ao que é esperado nos procedimentos de teste de emissões aplicáveis.

14 *Motor diesel marítimo* significa qualquer máquina alternativa de combustão interna que funcione com um combustível líquido ou com dois tipos de combustível, à qual se aplique a Regra 13 deste Anexo, inclusive sistemas recalque/ mistos, se usados.

15 *Código Técnico de NO<sub>x</sub>* significa o Código Técnico sobre o Controle da Emissão de Óxidos de Nitrogênio por Motores Diesel Marítimos, adotado através da Resolução 2 da Conferência da MARPOL de 1997, como emendado pela Organização, desde que essas emendas sejam adotadas e entrem em vigor de acordo com o disposto no Artigo 16 da presente Convenção.

16 *Substâncias redutoras de ozônio* significa as substâncias controladas definidas no parágrafo(4) do Artigo 1 do Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Reduzem a Camada de Ozônio, 1987, listadas nos Anexos A, B, C ou E do mencionado Protocolo em vigor no momento da aplicação ou da interpretação deste Anexo.

As substâncias redutoras de ozônio que podem ser encontradas a bordo de navios abrangem, mas não estão restritas a:

Halon 1211 Bromoclorodifluormetano

Halon 1301 Bromotrifluormetano

Halon 2402 1,2-Dibromo -1, 1, 2, 2-tetrafluoretano (também conhecido como Halon 114B2)

CFC-11 Triclorofluormetano

- 4 -

CFC-12 Diclorofluormetano

CFC-113 1, 1, 2 – Tricloro – 1, 2, 2 – trifluoretano

CFC-114 1, 2 – Dicloro – 1, 1, 2, 2 – tetrafluoretano

CFC-115 Cloropentafluoretano

17 *Incineração a bordo* significa a incineração de resíduos, ou de outra matéria, a bordo de um navio, se esses resíduos, ou essas outras matérias, tiverem sido geradas durante a operação normal daquele navio.

18 *Incinerador de bordo* significa a instalação de bordo destinada à finalidade principal de incineração.

19 *Navios construídos* significa navios cujas quilhas tenham sido batidas, ou que estejam num estágio de construção semelhante.

20 *Borra de óleo* significa a borra proveniente dos separadores de óleo combustível ou de óleo lubrificante, os resíduos de óleo lubrificante provenientes das máquinas principais ou auxiliares, ou os resíduos de óleo provenientes dos separadores de água do porão, dos equipamentos de filtragem ou das bandejas coletoras de óleo.

21 *Navio-tanque* significa um petroleiro, como definido na Regra 1 do Anexo I, ou um naviotanque para produtos químicos, como definido na Regra 1 do Anexo II da presente Convenção.

### **Regra 3**

#### ***Exceções e Dispensas***

##### **Generalidades**

1 As regras deste Anexo não deverão se aplicar a:

.1 qualquer emissão necessária, com o propósito de assegurar a segurança do navio ou de salvar vidas humanas no mar; ou

.2 qualquer emissão resultante de avarias sofridas pelo navio ou por seus equipamentos:

.2.1 desde que, após a ocorrência da avaria ou a descoberta da emissão, tenham sido tomadas todas as precauções razoáveis com o propósito de impedir ou de

minimizar a emissão; e

.2.2 exceto se o armador ou o comandante agir com a intenção de causar avarias, ou de maneira imprudente e ciente de que provavelmente ocorreriam avarias.

##### **Provas para a Redução da Emissão de Navios e para Pesquisas sobre a Tecnologia de Controle**

2 A Administração de uma Parte pode, em cooperação com outra Administração como for adequado, conceder uma dispensa do cumprimento de disposições específicas deste Anexo para um navio realizar provas para o desenvolvimento de tecnologias de redução e controle de emissão do navio e de programas relativos ao projeto de motores. Uma dispensa dessas só deverá ser concedida se a aplicação das disposições específicas do Anexo, ou do Código Técnico de NO<sub>x</sub> de 2008 revisado, puder impedir a realização de pesquisas para o desenvolvimento dessas tecnologias ou programas. Uma autorização para uma dispensa dessas só deverá ser concedida ao número mínimo necessário de navios e deverá estar sujeita às seguintes disposições:

.1 para motores diesel marítimos com um deslocamento de até 30 litros por cilindro, a duração das provas de mar não deverá ser superior a 18 meses. Se for necessário um tempo adicional, uma ou mais Administrações que tenham concedido a dispensa podem permitir uma renovação por um período adicional de 18 meses; ou

.2 para motores diesel marítimos com um deslocamento de 30 litros por cilindro ou mais, a duração das provas de mar do navio não deverá ser superior a 5 anos e deverá ser exigido um exame do progresso, feito em cada vistoria intermediária pela Administração, ou pelas Administrações que concederam a permissão. Uma autorização pode ser retirada com base nesse exame, se os testes não tiverem cumprido as condições da autorização, ou se for verificado que provavelmente a tecnologia ou o programa não produzirá resultados eficazes na redução e no controle das emissões do navio. Se a Administração, ou Administrações, que realizaram os exames verificarem que é necessário um tempo adicional para realizar um teste

de uma tecnologia específica, ou de um programa específico, uma autorização pode ser renovada por um período de tempo adicional não superior a cinco anos.

### **Emissões Provenientes de Atividades Minerais no Fundo do Mar**

3.1 As emissões diretamente provenientes da prospecção, da exploração e do consequente processamento ao largo (“offshore”) de recursos minerais do fundo do mar estão, de acordo com o Artigo 2(3)(b)(ii) da presente Convenção, dispensadas do cumprimento do disposto neste Anexo. Essas emissões abrangem as seguintes:

.1 emissões decorrentes da incineração de substâncias que são única e diretamente resultantes da prospecção, da exploração e do consequente processamento ao largo de recursos minerais do fundo do mar, abrangendo, mas não se restringido à combustão de hidrocarbonetos e à queima de material de escavação, lamas e/ou líquidos estimuladores durante o término da perfuração de poços e de operações de teste, e a combustão proveniente de situações anormais;

.2 a liberação de gases e de compostos voláteis contidos em fluidos de perfuração e em material de escavação;

.3 emissões relacionadas única e diretamente com o tratamento, o manuseio ou o armazenamento de minerais do fundo do mar; e

.4 emissões de motores diesel marítimos dedicados unicamente à prospecção, exploração e consequente processamento ao largo de recursos minerais do fundo do mar.

3.2 Quando aprovado pela Administração, as exigências da Regra 18 deste Anexo não deverão se aplicar à utilização de hidrocarbonetos que sejam produzidos e subseqüentemente utilizados no local como combustível.

### **Regra 4**

#### ***Equivalentes***

1 A Administração de uma Parte pode permitir que qualquer acessório, material, aparelho ou mecanismo seja instalado num navio, ou que outros procedimentos, óleos combustíveis alternativos ou métodos para o atendimento de exigências sejam utilizados como alternativa aos que são exigidos por este Anexo, se tal acessório, material, aparelho ou mecanismo, ou outros procedimentos, combustíveis alternativos ou métodos forem pelo menos tão eficazes quanto os exigidos por este Anexo em termos de redução das emissões, inclusive por qualquer das normas apresentadas nas Regras 13 e 14.

2 A Administração de uma Parte que permitir que um acessório, material, aparelho ou mecanismo, ou outros procedimentos, óleos combustíveis alternativos ou métodos para o atendimento de exigências sejam utilizados como alternativa aos que são exigidos por este Anexo deverá informar à Organização, para disseminação às Partes, os detalhes daquela permissão, para a sua informação e ações apropriadas, se houver alguma.

3 A Administração de uma Parte deve levar em consideração quaisquer diretrizes pertinentes elaboradas pela Organização que digam respeito aos equivalentes de que trata esta regra.

4 A Administração de uma Parte que permitir a utilização de um equivalente, como estabelecido no parágrafo 1 desta regra, deverá empenhar-se para não prejudicar ou causar danos ao seu meio ambiente, à saúde humana, às propriedades ou aos recursos, seus ou de outros Estados.

## **ANEXO C - CHECK LISTS**

**ANEXO D - CÁLCULO DE EMISSÕES DE VOC**