

MARINHA DO BRASIL

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA

ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE

GICELLE OLIVEIRA QUINTÃO

**MANOBRA DE NAVIOS ALIVIADORES: Transbordo de óleo a partir da FPSO
para o navio aliviador**

RIO DE JANEIRO

2014

GICELLE OLIVEIRA QUINTÃO

MANOBRA DE NAVIOS ALIVIADORES: Transbordo de óleo a partir da FPSO para o navio aliviador

Monografia apresentada como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador: Professor Edson Mesquita dos Santos

Rio de Janeiro

2014

GICELLE OLIVEIRA QUINTÃO

**MANOBRA DE NAVIOS ALIVIADORES: Transbordo de óleo a partir da FPSO
para o navio aliviador**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: Professor Edson Mesquita dos Santos

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL:_____

Dedico este trabalho e minha formação àqueles que me forjaram, àqueles que me acompanharam até aqui e que caminharam ao meu lado.

A minha família sem dúvidas foi o melhor presente que Deus poderia me dar durante minha vida, a força dos meus pais me impulsionou a chegar até aqui.

Ao meu irmão, Igor, que mesmo sendo mais novo que eu, era o meu padrão de esforço e dedicação nos estudos.

Ao meu noivo, Pedro, que esteve ao meu lado desde a minha preparação para o concurso da EFOMM até o dia de hoje e sei que continuará ao meu lado.

Sem eles certamente eu não estaria aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente àquele quem me deu a vida, me mantém viva, que me protege e me guia dia a dia: Deus. Não tenho dúvidas de que Ele esteve e está ao meu lado.

Agradeço à minha família, sem eles eu não seria a pessoa que sou.

Agradeço ao meu noivo, que me apoiou desde o início.

Agradeço aos meus mestres, não só os da EFOMM, mas a todos que passaram por minha vida e que fizeram parte da minha formação acadêmica.

Agradeço àqueles que me auxiliaram na elaboração deste trabalho, especialmente ao meu orientador, ao meu irmão Igor e ao professor Kopesynski.

A todos que de alguma forma me apoiou de diversas formas, seja me auxiliando nas matérias ou orando por mim e por minha formação.

“Os que descem ao mar em navios, os que fazem comércio nas grandes águas, esses veem as obras do Senhor e as suas maravilhas no abismo. Pois Ele manda e faz levantar o vento tempestuoso, que eleva as ondas do mar. Eles sobem ao céu, descem ao abismo; esvaece-lhes a alma de aflição. Balançam e cambaleiam como bêbados, e perdem toda a orientação. Então clamam ao Senhor na sua tribulação, e Ele os livra das suas angústias. Faz cessar a tormenta, de modo que se acalmam as ondas. Então eles se alegram com a bonança e assim Ele os leva ao porto desejado”

(SALMOS 107:23-31)

Resumo

A extração e produção de petróleo nas regiões marítimas ao longo de nossa costa e principalmente na Bacia de Campos e Santos é uma das atividades mais importantes para a economia brasileira e para os estados produtores, que por mais que a questão da distribuição dos *royalties* do petróleo não esteja bem definida, os estados produtores recebem numa gama de investimentos ligados direta e indiretamente à tal atividade como, por exemplo: cursos de capacitação e aperfeiçoamento, instalações de empresas pertencentes ao ramo do petróleo e da navegação, entre muitas outras formas de investimento concentradas nessas regiões. Mas tal atividade também traz riscos e danos às regiões produtoras e a seu ecossistema. Muitos desses danos podem ser evitados se o transbordo for feito com a atenção e da maneira mais segura possível. A operação de *offloading* – foco do presente trabalho – é uma das mais perigosas e danosas ao meio ambiente marinho e para os envolvidos na operação; a segurança em tal operação também é assunto desta dissertação. Em suma, esta obra disserta sobre os tipos de navio aliviadores e suas aplicações, sobre a importância dos aliviadores para a atividade offshore, sobre a operação de offloading por aliviadores e por oleodutos, sobre o modo seguro para a operação e sobre os riscos que tal atividade representa para o meio ambiente.

Palavras-chave: aliviador. sistema de posicionamento dinâmico. exploração de petróleo. produção de petróleo. petroleiro. Operação de alívio. Offloading.

Abstract

The extraction and production of oil in the maritime regions along our coast, mainly in the Campos Bay and Santos Bay, is one of the most important activities for the Brazilian economy and for the producing states as well. The distribution of oil royalties is not well defined, but the producing states receive a range of direct and indirect investments related to this activity, such as training schools, facilities of enterprises that work with oil business and navigation, among many other forms of investment concentrated in these regions. However, this activity also brings risks and damage to the producing regions and its ecosystem. Many of these damages can be prevent if the transfer is done with attention and safest way possible. The offloading operation - focus of this study - is one of the most dangerous and harmful to the marine environment and for those involved in the task; safety in this operation is also a subject of this dissertation. In short, this work talks about the types of shutter tankers and its applications , the importance of them for offshore activity, the operation of offloading by them and by pipelines, about safety way for the operation and the risks that this activity poses to the environment .

Key words: shuttle tanker. dinamic position system. oil extraction. oil production. oil tanker. Offloading operation. offloading.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Imagem comparando o tamanho do ULCC Knock Nevis	17
Figura 2 –	Taut Wire.	19
Figura 3 –	Antena do Artemis	20
Figura 4 –.	Fanbeam	21
Figura 5 –	Estrutura de uma plataforma auto elevável.	22
Figura 6 –	Plataforma auto elevável.	23
Figura 7 –	Estrutura de uma plataforma fixa.	23
Figura 8 –	FPSO PP Moraes.	24
Figura 9 –	Estrutura da FPSO Sevan Piranema.	25
Figura 10 –	FPSO Sevan Piranema.	25
Figura 11 –	BLS do FPSO Overseas Cascade.	26
Figura 12 –	Conexão do mangote no BLS.	26
Figura 13 –	Plataforma FDPSO Azurite em operação no Congo.	27
Figura 14 –	Plataforma FSO recebe a produção da plataforma auto elevável.	28
Figura 15 –	Plataforma FSO Knock Nevis.	28
Figura 16 –	Estrutura de uma plataforma Semissubmersível.	29
Figura 17 –	Plataforma P-18. A primeira plataforma semissubmersível.	30
Figura 18 –	Spread Mooring.	31
Figura 19 –	Sistema DICAS em unidade marítima.	31
Figura 20 –	Plataforma FPSO Baobab Ivoirien MV10 - Cote d' Ivoire.	32
Figura 21 –	Ilustração de uma FPSO com sistema de ancoragem interna.	33
Figura 22 –	Diagrama de Fluxo de óleo e gás do Campo de Marlim.	34
Figura 23 –	Setores operacionais	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela comparativa do porte dos navios aliviadores	16
Tabela 2 – Velocidade de aproximação permitida	37
Tabela 3 – Impactos e danos	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API –	Escala de densidade estabelecida pelo American Petroleum Institute.
BLS –	Bow Loading System (Sistema de transbordo pela proa)
CAPMAN –	Capitão de Manobras. Oficial de Náutica com conhecimentos técnicos, responsável pelas manobras de amarração e desamarração dos Navios Aliviadores convencionais. É o representante da PETROBRAS a bordo do Navio Aliviador.
DARPS –	Differential, Absolute and Relative Positioning Sensor (Sensor de Posicionamento Diferencial e Relativo)
DDSMS –	Diálogo Diário de Segurança, Meio Ambiente e Saúde.
DGPS –	Differential Global Positioning System (Sistema de posicionamento global diferencial)
DICAS –	Differential Complacency Anchoring System (Sistema de ancoramento com complacência diferencial – tradução livre da autora)
DP –	Dinamic Position (Posição Dinâmica)
DPST –	Shuttle Tanker DP. Navio Petroleiro equipado com um Sistema de Posicionamento Dinâmico, dedicado a operações de alívio de petróleo em Terminais Oceânicos, ou Navio Aliviador DP
FDPSO –	Floating, Drilling, Production Storage and Offloading (Unidade flutuante de perfuração, produção, armazenamento e transferência.)
FPSO –	Floating, Production Storage and Offloading (Unidade flutuante de produção, armazenamento e transferência)
FSO –	Floating and Storage Offloading (Unidade flutuante de armazenamento e transferência.)
LH –	Lancha de apoio utilizada para transporte do CAPMAN e sua equipe de apoio, e para apoio nas operações de transferência dos messageiros.
SBAS –	Satellite-based Augmentation System (Sistema de Aumento Baseado em Satélite – tradução livre da autora)
SOS –	Stern Offloading (Sistema de transbordo pela popa)
SS –	Semissubmersível
TPC –	Time Charter Party (Contrato de fretamento por tempo)
TS –	Embarcação de apoio destinado a auxiliar o navio aliviador e o terminal

oceânico durante as operações, segurando o petroleiro.

- UHF – Ultra High Frequency (Frequência ultra-alta). Faixa de frequência utilizada por equipamento de comunicação via rádio de longo alcance.
- ULCC – Ultra Large Crude Carrier
- VCP – Voyage Charter Party (Contrato de fretamento por viagem)
- VHF – Very High Frequency (Frequência muito alta). Faixa de frequência utilizada por equipamento de comunicação via rádio de médio alcance
- VLCC – Very Large Crude Carrier

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 O QUE SÃO NAVIOS ALIVIADORES?	16
2.1 Porte dos navios aliviadores	16
2.2 Custos dos navios aliviadores	17
2.3 Sistema de posicionamento dinâmico	18
2.3.1 Definição	18
2.3.2 Histórico	18
2.3.3 Sistemas de referência de posição	19
2.3.3.1 DARPS	19
2.3.3.2 Artemis	20
2.3.3.3 Fanbeam	20
3 PLATAFORMAS EMPREGADAS NA ATIVIDADE DE EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO	22
3.1 Plataforma auto elevável	22
3.2 Plataforma Fixa	23
3.3 Plataforma FPSO	24
3.3.1 FPSO de formato cilíndrico (monocoluna)	25
3.3.2 Sistemas de <i>offloading</i>	26
3.3.3.1 BLS	26
3.3.3.2 SOS	27
3.4 Plataforma FDPSO	27
3.5 Plataforma FSO	27
3.6 Plataforma Semissubmersível	29
3.7 Sistemas de ancoragem	30
3.7.1 Ancoragem distribuída (<i>spread mooring</i>)	31
3.7.2 Amarração em ponto único (<i>single point mooring</i>)	32
3.8 Métodos de escoamento	32
4 OPERAÇÃO DE OFFLOADING	36
4.1 Setores operacionais	36
4.2 Procedimento de <i>offloading</i> com navio aliviador convencional	37
4.2.1 Velocidade de aproximação	37
4.2.2 Descrição dos elementos envolvidos na operação	37

4.2.3 Passo a passo da operação de aproximação	38
4.2.4 Amarração	39
4.2.5 Conexão	40
4.2.6 Transferência de petróleo	40
4.2.7 Desconexão	41
4.2.8 Desamarração	42
4.2.9 Saída	42
5. MEIO AMBIENTE	44
5.1 Impactos ambientais causados por vazamento do óleo no mar	45
5.2 Principais causas de acidentes	46
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1 INTRODUÇÃO

A importância do petróleo é indiscutível na sociedade moderna, o mundo se tornou cada vez mais dependente deste óleo fóssil de modo que a sua utilização não se restringe unicamente a combustível, o petróleo se faz mais presente na vida da humanidade do que muitos imaginam. O ouro preto é utilizado em muitos ramos da indústria: de pavimentação a fabricação de cosméticos, passando pelos solventes, impermeabilizantes, sendo o seu uso como combustível o mais difundido.

Como uma fonte de matéria-prima natural e não renovável, o petróleo precisa ser retirado da natureza. Há muitos milênios, este bem natural era encontrado na superfície terrestre – na Bíblia há registro do uso de betume na arca de Noé (Gênesis 6:14: “Faze para ti uma arca de madeira de gôfer: farás compartimentos na arca, e a revestirás de *betume* por dentro e por fora”) – mas com o uso indiscriminado, este óleo foi se tornando mais raro, sua captação mais difícil e estima-se que, em um futuro próximo, deixará de existir.

Hoje em dia, a maioria da prospecção do petróleo é realizada no mar, o que foi um desafio tecnológico há umas décadas. O ser humano, como um ser inteligente e adaptável, criou mecanismos e equipamentos a fim de viabilizar a extração do petróleo tanto em águas rasas como em profundas. Neste trabalho, o foco é a plataforma do tipo FPSO, mas também será apresentado os outros tipos de plataformas que são utilizadas pelas companhias de exploração.

Mas como o óleo, após ser retirado do fundo do mar, chega ao continente para ser tratado, refinado e transformado em muitos outros subprodutos a fim de ser distribuído para a população e indústria? Há dois meios: por dutos ou pelos navios aliviadores, objeto da presente dissertação. Será explanado acerca do aliviador convencional, DP e dos dutos, expondo seus usos, importância e as diferenças entre eles; além da manobra de alívio, como e quando podem ser executadas.

2 NAVIOS ALIVIADORES

Os navios aliviadores são navios petroleiros empregados na atividade offshore com a finalidade de recolher o óleo das plataformas produtoras e/ou armazenadoras, conforme o caso e descarregam nos terminais costeiros ou oceânicos designados e voltam para as plataformas para outro carregamento, está sempre em movimento colhendo o óleo produzido pelas plataformas. São usados quando esta se encontra longe da costa, não sendo viável então o uso de oleodutos.

Dividem-se em dois tipos: convencional e DP. O Navio Aliviador Convencional foi utilizado nas primeiras manobras de offloading, é um navio petroleiro que não possui o Sistema de Posição Dinâmica, o DP System. A inexistência deste sistema é inconveniente por exigir a participação de rebocadores e do CAPMAN, o Capitão de Manobra, para auxiliar na manobra de transbordo a fim de garantir a posição e a segurança na operação gerando mais custos e restringindo a operacionalidade do navio.

O navio aliviador DP ou DPST (*Shuttle Tanker DP*) é um navio petroleiro engajado na operação de alívio fazendo uso do Sistema de Posicionamento Dinâmico (DP) para manter sua posição e distância em relação ao terminal durante a manobra.

2.1 Porte dos navios aliviadores

Os aliviadores são navios especiais e, portanto, construídos para tal finalidade. Há no mercado três tipos de aliviadores levando em consideração seu tamanho e capacidade, são eles: PANAMAX, SUEZMAX e AFRAMAX.

Tabela 1: Tabela comparativa do porte dos navios aliviadores

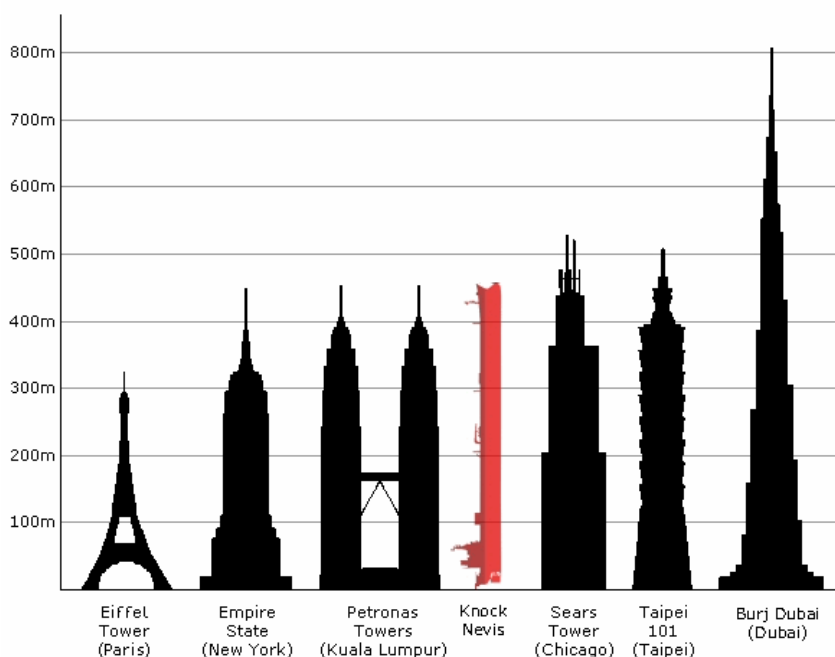
	Porte bruto	Carga (toneladas)	Calado (m)
Panamax	(50.000 – 80.000)	48.500 – 77.600	12,04
Aframax	(80.000 – 120.000)	77.600 – 116.400	14,80
Suezmax	(120.000 – 200.000)	116.400 – 194.000	17,00

A nomeação dos navios atuais se remete às dimensões que possibilitam a passagem no Canal do Panamá, Canal de Suez – dois canais importantes para a navegação e transporte mundial, sendo o último deles de suma importância para a distribuição global do petróleo já que se localiza próximo a uma área de intensa produção do combustível fóssil mais utilizado no planeta e do qual a população mundial é dependente – e da abreviatura de *American Freight Rate Association* respectivamente.

É sabido que os maiores navios já construídos no mundo foram os VLCCs (*Very Large Crude Carrier*) e os ULCCs (*Ultra Large Crude Carrier*) na época da 2ª Guerra Mundial, mas fez-se necessário reduzir o tamanho dos navios. Na teoria, seria mais interessante, economicamente falando, que os navios fossem maiores, assim alguns gastos deixariam de existir pois os navios fariam um número menor e carregariam mais óleo por viagem, sendo mais lucrativos.

No entanto, estes super-navios tinham calados e comprimento muito grande, o que dificultaria a entrada dos mesmos na maioria dos portos do mundo, assim como o acesso a regiões importantes do planeta e a passagem entre mares e oceanos. O maior navio já construído pelo homem foi o *ULCC Seawise Giant*, mais conhecido como *Knock Nevis* (falaremos mais sobre ele no próximo capítulo), para se ter uma noção do tamanho desses navios, segue abaixo uma imagem comparativa do *Knock Nevis* com os maiores prédios já construídos.

Figura 1 – Imagem comparando o tamanho do ULCC Knock Nevis.



Fonte: <http://www.projetomemoria.org/2009/03/maior-navio-do-mundo-knock-nevis/>

2.2 Custos do uso de navios aliviadores

A maioria dos navios aliviadores que operam em nossas águas são afretados, ou seja, são alugados, fator que gera custos. Há dois tipos de contrato de afretamento mais utilizados,

são eles o TCP (*Time Charter Party* – Contrato de afretamento por tempo) e o VCP (*Voyage Charter Party* – Contrato de afretamento por viagem). Sendo o TPC o mais usado.

Em contrato por TCP, a taxa do afretamento firmada entre o fretador (aquele que dispõe do navio e o cede a fretamento, ou seja, cede o navio para ser explorado comercialmente por outra pessoa seja esta física ou jurídica) e o afretador (aquele que toma o navio para explorar, ou seja, aquele que aluga o navio) é cobrada pelo período de tempo que o afretador tem o direito sobre o navio, estando o mesmo em uso ou não e tal taxa é determinada em função do porte do navio.

Nessa taxa paga pelo afretamento da embarcação por tempo já está incluso os gastos inerentes à gestão náutica do navio, ou seja, os gastos com a tripulação, manutenção e docagem, impostos, todos os gastos necessários para o bom funcionamento do navio e são considerados gastos fixos.

Os custos da gestão comercial, aqueles ligados diretamente a operação (taxa de praticagem, taxa do porto, combustível) ficam a cargo do afretador, ou seja, são custos adicionais e variáveis. Algumas dessas taxas são baseadas de acordo com o porte da embarcação, condição de carregamento (se navega carregada ou descarregada), o tipo de operação (se navegando em lastro, se parado em lastro, se carregando, se navegando com carga, se parado com carga, se em manobra de atracação/desatracação ou se descarregando) e outras tem valores fixos.

2.3 Sistema de posicionamento dinâmico

2.3.1 Definição

O sistema de posição dinâmica é o responsável pelo controle automático da posição e aproamento de uma embarcação por meio de computadores e propulsão ativa, corrigindo os desvios causados pelas variações e condições ambientais. É composto por diversos equipamentos, tais como: DGPS, sonar, anemômetros, agulha giroscópica, propulsores (geralmente azimutais), leme e um processador responsável pela execução dos comandos.

2.3.2 Histórico

A primeira embarcação a fazer uso do sistema de posicionamento dinâmico foi o Cuss 1 nos Estados Unidos em 1958, mas a ação dos propulsores ainda era comandada direta e somente pela tripulação e o fato do controle dos *thrusters* ser manual não agregava muita confiabilidade ao sistema.

Por isso, o sistema de posicionamento dinâmico teve que ser reformulado e seus idealizadores desenvolveram um controlador central. O projeto foi elaborado e realizado, assim, no mesmo ano, foi lançado o navio *Eureka* por um representante da *Shell Oil Company*, equipado com um controlador automático de posição e aproamento.

O primeiro sistema de referência de posicionamento foi o *taut wire* que consiste em um pequeno guincho instalado na lateral do navio, um longo cabo e uma poita em sua extremidade. O cabo é lançado até que a poita toque o solo marinho, o cabo é então mantido constantemente tesado. Ao se movimentar, o navio tira o cabo de sua posição original, esta mudança é logo percebida pelos sensores que produzem alterações de sinais analógicos proporcionais e contrários ao desvio que foi criado. Como pode-se perceber, este método de posição não é muito preciso.

Figura 2 – Taut Wire.



Fonte: Apresentação de aula de Navegação Eletrônica. Professor CF Kopesynski.

2.3.3 Sistemas de referência de posição

Há no mercado oito tipos de sistemas de referência de posição, são eles: DGPS, DARPS, Artemis, Radius, Cyscan, Fanbeam, Acústico e o Taut wire (tal sistema de referência já foi explanado no item 1.3.2). No entanto, no presente trabalho, dissertaremos sobre o DARPS, Artemis e Fanbeam que são os mais usados atualmente.

2.3.3.1 DARPS

O DARPS (*Differential, Absolute and Relative Positioning System* – Sistema de Posicionamento Diferencial e Relativo) é usado quando se requer um posicionamento relativo preciso, que é o necessário entre o aliviador e a unidade armazenadora.

Faz uso do sinal GPS, um sinal de frequência UHF recebido do alvo, sinal SBAS

(*Satellite-based Augmentation System*) e informações fornecidas pela agulha giroscópica.

2.3.3.2 Artemis

Este sistema envolve duas estações: a estação móvel (localizada na embarcação DP) e a estação fixa (localizada na plataforma ou em qualquer outro ponto referencial no qual é instalada uma antena direcional fixa).

A antena instalada na estação móvel, que assemelha-se a um radar, procura a estação fixa; ao encontrar a estação fixa a antena para e dá início à comunicação entre as duas antenas através da emissão contínua de sinais de micro-ondas de baixa potência. Pela emissão desses sinais é calculado a distância e a direção entre as estações, já que a antena da estação móvel “acompanha” a estação fixa sempre que há alguma mudança de posição.

Figura 3 – Antena do Artemis



Fonte: Apresentação de aula de Navegação Eletrônica. Professor CF Kopesynski.

2.3.3.3 Fanbeam

Conhecido como radar ótico, o *Fanbeam* é um sistema de localização por *laser* e assim como o *Artemis* também necessita de uma estação fixa.

Um feixe de raio *laser* é emitido pela estação móvel, o aliviador, e é refletido por um refletor localizado na estação fixa, a unidade de armazenamento. O feixe refletido é direcionado a um conjunto de diodos fotossensíveis que produz um sinal elétrico. A distância entre as estações é calculada pelo tempo transcorrido entre a emissão e o recebimento do feixe e a direção é dada pelo ângulo formado pelo radar.

Figura 4 – Estação fixa do *Fanbeam*



Fonte: Apresentação de aula de Navegação Eletrônica. Professor CF Kopesynski.

3 PLATAFORMAS EMPREGADAS NA ATIVIDADE DE EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO

A exploração do petróleo no oceano não é algo novo, no entanto, no início não havia os equipamentos e as tecnologias das quais hoje as companhias de exploração dispõem; nos primórdios, era tudo mais arcaico. As primeiras plataformas ficavam mais próximas à costa, geralmente fixadas ao solo marinho e até mesmo em terra.

Com o aperfeiçoamento da tecnologia, novos poços foram descobertos e estes se encontram cada vez mais afastados da costa e em regiões mais profundas, logo a tecnologia presente nas plataformas também teve de ser melhorada e adaptada, a construção de uma plataforma que ficasse fincada ao solo deixou de ser uma opção viável.

O objetivo deste capítulo é apresentar as plataformas utilizadas na exploração de petróleo, distinguindo aquelas que podem e que não podem operar com o navio aliviador.

3.1 Plataforma Auto Elevável

As plataformas auto eleváveis são plataformas móveis constituídas, basicamente, de uma balsa equipada com uma estrutura de apoio que movimenta-se para cima ou para baixo. Destinam-se à exploração de poços na plataforma continental (lâmina d'água de 5 a 150 metros) e não possuem tanques de armazenamento, logo não podem fazer o transbordo do óleo beneficiado para os navios aliviadores, por isso fazem uso de oleodutos.

Como mostra a figura da silhueta de uma plataforma auto elevável abaixo, a plataforma é constituída de quatro suportes semelhantes à “pernas”. Quando a plataforma chega ao lugar de operação esses suportes são abaixados até que eles penetrem em sapatas previamente perfuradas para melhor fixação.

Figura 5 – Estrutura de uma plataforma auto elevável.

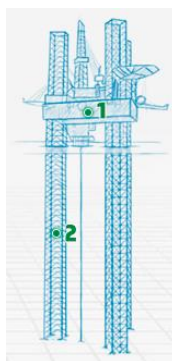


Figura 6 – Plataforma auto elevável.



Fonte: <http://www.portatrabalheembarcado.com/industria-naval/tipos-de-plataformas/plataformas-autoelevaveis-pas/>

3.2 Plataforma Fixa

As Plataformas fixas são construídas de estruturas modulares de aço instaladas no local de operação com estacas cravadas no fundo do mar e são responsáveis pela perfuração do poço, estocagem de materiais, alojamento do pessoal e produção dos poços.

Geralmente, o óleo produzido é transportado para terra por meio de dutos marinhos, visto que plataformas deste tipo não possuem tanques de armazenamento, logo não podem fazer o transbordo do óleo beneficiado para os navios aliviadores.

Figura 7 – Estrutura de uma plataforma fixa.



Fonte: <http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/>

3.3 Plataformas FPSO

A primeiro FPSO (*Floating, Production Storage and Offloading* – Unidade flutuante de produção, armazenamento e transferência) foi instalada pela *Shell* em 1977 no Campo de Castellon, Espanha. Já no Brasil, a primeira foi a PP Moraes que foi posta em operação em 1979 no Campo de Garoupa, na Bacia de Campos e está em operação até os dias de hoje, mas foi rebatizada e hoje é identificada por P-34.

Figura 8 – FPSO PP Moraes.



Fonte: www3.petrobras.com.br

Esta unidade flutuante é capaz de processar o óleo produzido e realizar a operação de transbordo para um navio aliviador já que possui tanques de armazenamento, podendo assim estocar a produção por um determinado período de tempo. Tal plataforma será o objeto de estudo da presente obra.

No início, as plataformas FPSO eram navios VLCC ou ULCC em cujos conveses foram instaladas plantas de produção capaz de separar e tratar o fluido proveniente dos poços. Atualmente, os estaleiros já constroem as plataformas especialmente para este fim.

Nas FPSO's comuns, parte do gás produzido é usado para a geração de energia a bordo e outra parte é comprimida e enviada para terra através de gasodutos. No entanto, há FPSO cuja finalidade é a produção do gás natural.

3.3.1 FPSO de formato cilíndrico (monocoluna)

Hoje há um novo conceito de FPSO, essas plataformas deixaram de ter o formato de um grande navio e adotaram a forma circular. Tal conceito é revolucionário e tem algumas vantagens se comparada às plataformas FPSO's convencionais, aquelas construídas a partir de um navio ou no formato deste. Este novo formato permite que a plataforma tenha maior estabilidade e menor custo de construção, logo podem operar em campos petrolíferos de baixa produção ou mares severos.

Figura 9 – Estrutura da FPSO Sevan Piranema



Fonte: <http://www.blogmercante.com/2010/09/fpso-ssp-piranema/>

O projeto foi desenvolvido pela empresa norueguesa *Sevan Marine* sendo a primeira unidade deste tipo a FPSO *Sevan Piranema*. Foi construída em dois estaleiros, teve seu casco montado na China no estaleiro *Yantai-Raffles* e sua construção finalizada no estaleiro holandês *Kèppel Verolme* e hoje a FPSO *Sevan Piranema* encontra-se em operação no campo de Piranema, no estado de Sergipe, no Brasil, desde 2007.

Figura 10 – FPSO Sevan Piranema.



Fonte: <http://www.blogmercante.com/2010/09/fpso-ssp-piranema/>

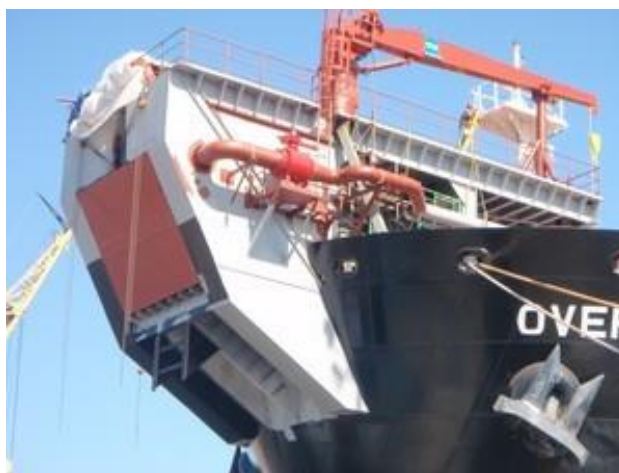
3.3.2 Sistemas de *offloading*

O primeiro sistema de *offloading* a ser usado foi o a contrabordo, ou seja, navio aliviador atracava a contrabordo da unidade armazenadora, passava-se o mangote e a transferência do óleo era realizada. Hoje em dia, os mais utilizados é o BLS (*Bow Loading System*) e/ou o SOS (*Stern Offloading System*). Abaixo, explana-se mais sobre esses sistemas:

3.3.3.1 BLS

O BLS – *Bow Loading System* (Sistema de transferência pela proa – tradução livre) – é o sistema de conexão entre o aliviador e a unidade armazenadora, que no presente trabalho é o FPSO, feito a partir da proa.

Figura 11 – BLS do FPSO *Overseas Cascade*.



Fonte: <http://www.osg.com/index.cfm?pageid=74&itemid=65>

Figura 12 – Conexão do mangote no BLS.



Fonte: <http://www.shipspotting.com/gallery/photo.php?lid=856721>

3.3.3.2 SOS

O SOS – *Stern Offloading System* (Sistema de transferência pela popa – tradução livre) – é o sistema de conexão entre o aliviador e o FPSO, feito a partir da popa.

3.4 Plataforma FDPSO

A FDPSO (*Floating, Drilling, Production Storage and Offloading* – Unidade flutuante de perfuração, produção, armazenamento e transferência) pode ser considerada a unidade mais completa de todas, pois além de processar e estocar o petróleo e realizar o *offloading* ela também é capaz de perfurar o poço a ser explorado.

Geralmente esta plataforma é usada para perfurar o poço e o explora durante a fase de teste. Quando tal período de teste termina, a FDPSO é encaminhada para outro poço e uma outra plataforma é posta em seu lugar a fim de dar continuidade à exploração do poço petrolífero.

A primeira FDPSO a ser construída foi a *Azurite*. Seu casco foi construído para operar como um VLCC pela *Hunday Heavy Industry* em 1988, em 2007 foi convertida em FDPSO pela *Keppel Shipyard* e em 2009 foi posta a operar no campo de petróleo de *Azurite* no Congo.

Figura 13 – FDPSO Azurite em operação no Congo.



Fonte: <http://www.panoramio.com/photo/26802753>

3.5 Plataforma FSO

Se a FDPSO é a mais completa, esta unidade pode ser considerada a mais básica, afinal ela só estoca e faz o offloading do petróleo processado por outras plataformas,

geralmente as do tipo fixa, auto eleváveis e semissubmersíveis já que estas não possuem tanques de armazenagem. As unidades produtoras enviam o óleo para a FSO (*Floating Storage and Offloading* – Unidade flutuante de armazenamento e transferência) por meio de dutos submarinos, falaremos sobre os dutos no decorrer do trabalho.

A figura abaixo mostra o esquema de um FSO ligado a uma plataforma auto elevável da qual recebe a produção de petróleo. Mostra também um navio aliviador (*Shuttle Tanker*) aguardando para aliviar a produção da FSO.

Figura 14 – FSO recebe a produção da plataforma auto elevável.



Fonte: <http://www.kairikienergy.com/page/sc54>

Como já dito no presente trabalho anteriormente, o maior navio do mundo, o petroleiro *Seawise Giant* que teve vários nomes durante sua vida útil, operou como FSO *Knock Nevis* na costa do *Qatar* no Golfo Pérsico no campo de *Al Shaheen*, antes de ir para desmanche em 2009 na Índia.

Figura 15 – FSO Knock Nevis.



Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Knock_Nevis.jpg

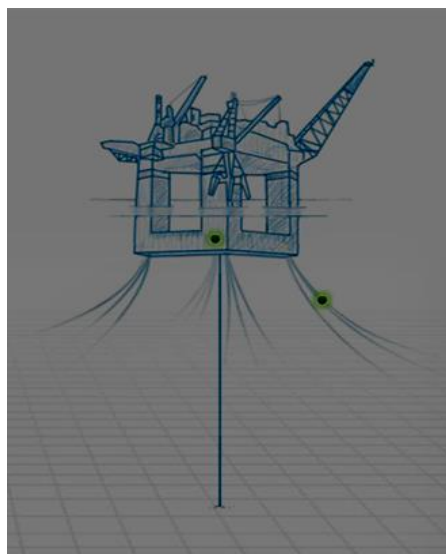
3.6 Plataforma Semissubmersível

As Plataformas semissubmersíveis (SS) são compostas por um ou mais conveses apoiados por colunas em flutuadores submersos podendo ter ou não propulsão própria e utiliza como sistemas de posicionamento a ancoragem e o DP, um deles ou ambos.

Este tipo de plataforma são as preferidas para a perfuração dos poços exploratórios por ser mais estável, ou seja, se comparada com uma FPSO, a SS sofre menos com os movimentos de caturro (*pitch*), balanço (*roll*) e arfagem (*heave*). Além da vantagem citada, a SS tem facilidade para a mudança de locação, de inspeção e manutenção do sistema de ancoragem.

As plataformas do tipo SS são unidades de produção, logo não possui tanques de armazenamento de óleo ou gás. O óleo produzido é transferido por oleodutos para uma monoboia armazenadora ou para uma FSO.

Figura 16 – Estrutura de uma plataforma Semissubmersível.



Fonte: <http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/>

Em 1994 entra em operação no Campo de Marlim, na Bacia de Campos, a primeira plataforma Semissubmersível no Brasil. A P-18 foi totalmente desenvolvida pelos técnicos da Petrobrás.

Figura 17 – P-18. A primeira plataforma semissubmersível.



Fonte: <http://blog.planalto.gov.br/o-petroleo-no-brasil/>

3.7 Sistema de Ancoragem

As plataformas são estruturas complexas e frágeis levando em consideração que são estruturas metálicas expostas a um ambiente corrosivo (por causa da salinidade inerente ao meio ambiente marinho), muitas delas não possuem um formato que favoreça a flutuação (como os navios, logo são mais propensas a naufrágios e a bandas) e estão naturalmente estariam em constante movimento devido às forças naturais, não permitindo que elas fiquem estáticas.

Por essas razões, as plataformas necessitam de um ou mais sistemas de ancoragem para que elas fiquem o mais estável possível, diminuindo assim o risco de acidentes e poluição ocasionadas pela ruptura de cabos e dutos contendo petróleo em seu interior. No caso das plataformas fixas, a sua própria estrutura assegura o seu posicionamento e fixação, não sendo necessário nenhum dos sistemas de ancoragem descrito abaixo.

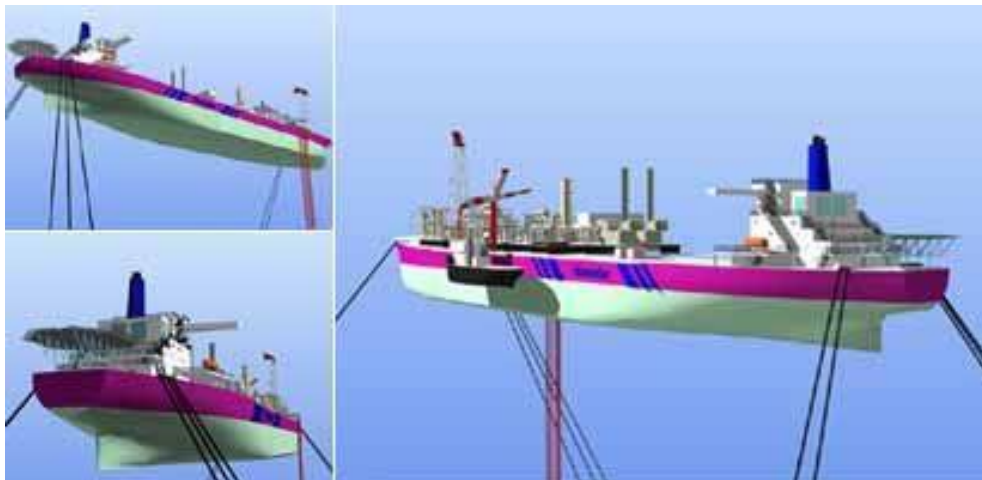
Há dois tipos de sistemas de ancoragem utilizados nas plataformas, a saber: a ancoragem distribuída (*Spread Mooring*) e a amarração em ponto único – (*Single Point Mooring*)

3.7.1 Ancoragem distribuída (*spread mooring*)

A Ancoragem distribuída ou *Spread Morring* é o sistema mais utilizado quando necessita-se ancorar uma unidade produtora ou armazenadora instaladas em regiões produtoras de águas profundas, com condições ambientais moderadas e pouca variação na direção das correntes oceânicas e dos ventos.

É feita mediante cabos presos ao fundo do mar mantendo a mesma tensão entre eles, de modo que a plataforma fique o mais estável possível, não mudando sua posição.

Figura 18 – Spread Mooring

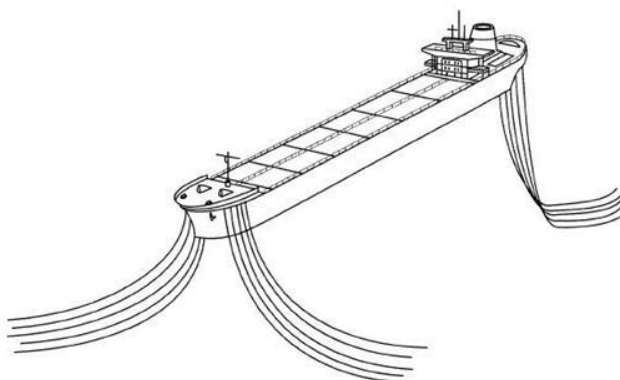


Fonte:

http://www.offshoremoorings.org/moorings/2006/groep4/Ts_spread_content.html#Spread_Mooring_for_Permanent_Tanker_Mooring.

O sistema DICAS (*Differential Complacency Anchoring System*) é uma variação do sistema de ancoragem distribuída. Possibilita que o terminal varie sua posição devido às mudanças climáticas dentro de limites pré-determinados, esta variação é possível devido às diferenças de tensões aplicadas em suas linhas de ancoragem.

Figura 19 – Sistema DICAS em unidade marítima.



Fonte: <http://www.offshoremoorings.org/moorings/2005/wouter/>

Na imagem ilustrativa acima podemos perceber que os cabos do sistema de ancoragem não são tão tesados como os da Figura 3.15. Esta diferença permite que a unidade faça pequenas mudanças de posição, sem afetar o bom andamento das operações e principalmente a segurança.

3.7.2 Amarração em ponto único (*single point mooring*)

Como dissertado acima, o sistema de ancoragem distribuída é utilizado em áreas de condições climáticas moderadas, o que não é realidade na maioria dos campos petrolíferos, logo se fez necessário um sistema que pudesse ser empregado em regiões de condições mais severas.

Nas regiões onde há muita variação da direção das correntes marinhas e dos ventos é usado o sistema de ancoragem de Amarração em Ponto Único ou *Single Point Mooring*. Tal sistema consiste de um conjunto fixo em um único ponto constituído por mancais de rolamento permitindo que a unidade gire em torno deste ponto adequando-se à condição predominante do ambiente no qual está inserido. Esta possibilidade de se adequar às variadas mudanças ambientais permite que o terminal assuma uma posição de equilíbrio sem sobrecarregar o sistema de ancoragem.

Este sistema de ancoragem é único, no entanto há duas configurações utilizadas atualmente para empregá-lo. O sistema pode ser instalado numa estrutura projetada para fora do casco, geralmente na proa da unidade flutuadora (Figura 20); ou internamente, por uma abertura feita na estrutura de seu casco (Figura 21).

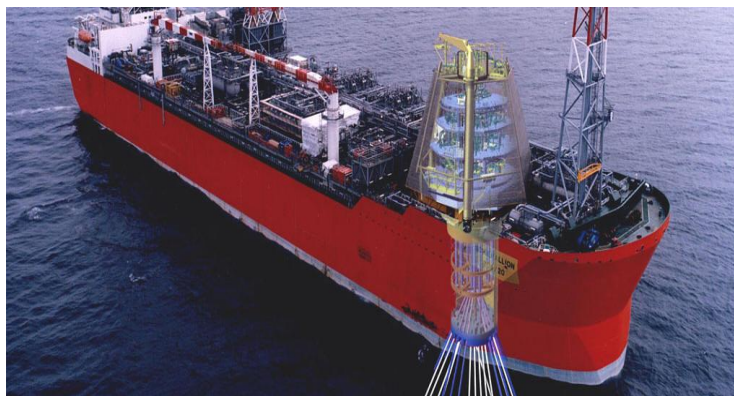
Figura 20 – FPSO Baobab Ivoirien MV10 - Cote d' Ivoire.



Fonte:

<http://www.sofec.com/productItem.asp?intcategoryName=Mooring%20Systems&intsubCat=External%20Turret&intproductID=Baobab>

Figura 21 – Ilustração de uma FPSO com sistema de ancoragem interna.



Fonte: http://www.offshoremoorings.org/moorings/2006/Groep6/Real%20page/Turret_index.htm

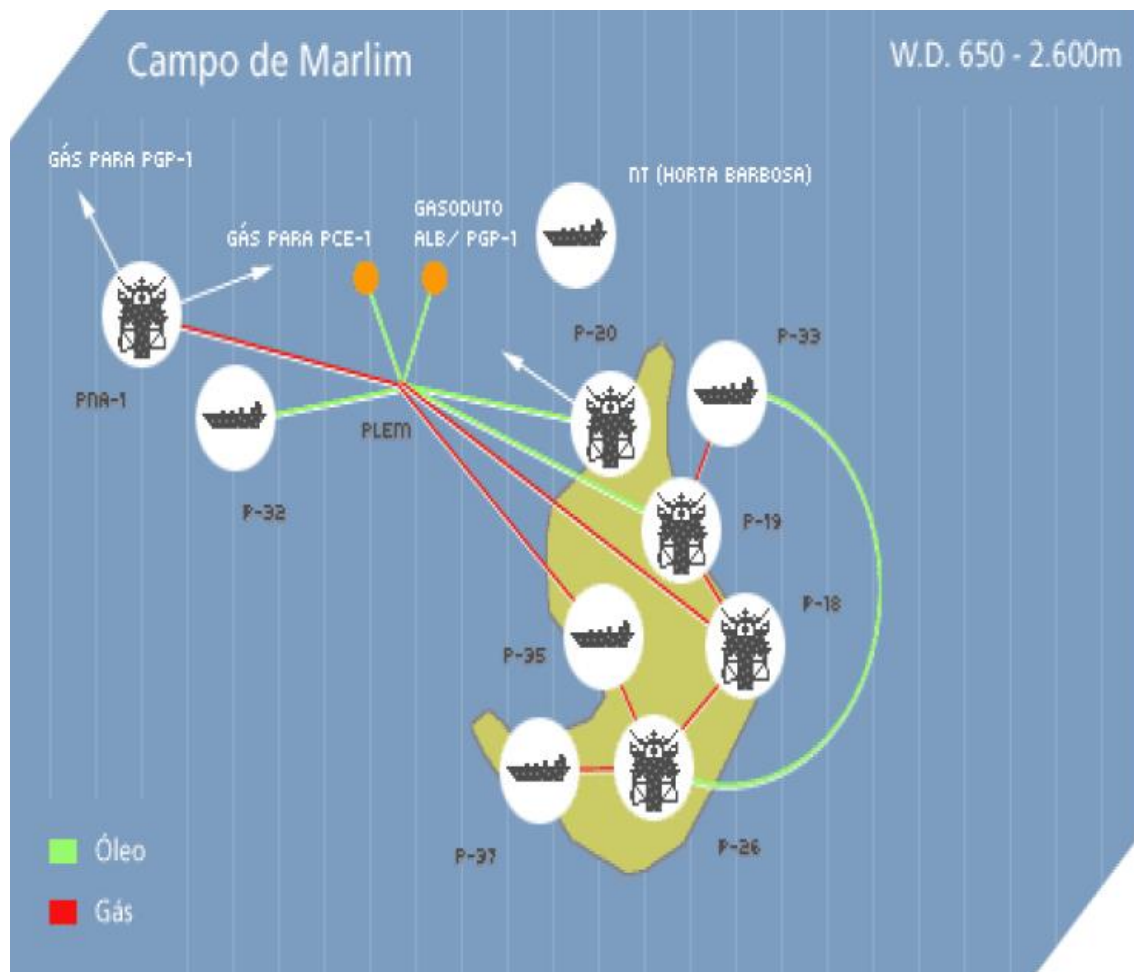
3.8 Métodos de Escoamento

Os primeiros poços submarinos de petróleo explorados se encontravam próximos à costa, localizados cerca de 80 km e lâminas d'água de 80 a pouco mais de 100 m³. Esta proximidade com o continente permitia que o óleo extraído e/ou produzido fosse enviado à terra diretamente por oleodutos. No entanto, com os descobrimentos de poços mais longe da costa e do advento da tecnologia permitindo a extração do petróleo desses poços, as plataformas foram instaladas cada vez mais afastadas da costa.

Como exposto anteriormente, quanto mais profundo, mais difícil se torna fixar uma plataforma ao fundo. Para suprir esta necessidade passou-se a extrair e processar o ouro negro pelas FPSO's e SS's. Logo os oleodutos, como meio de transportar o óleo extraído para o continente, deixaram de ser viáveis e os Navios Aliviadores se tornaram a melhor solução.

Logo podemos dizer que há dois métodos de escoamento de petróleo, ambos são utilizados atualmente. Apesar de bastante diferentes, esses métodos não são excludentes, justamente o oposto, eles se complementam em vários projetos, são apenas operações com estratégias e limitações diferentes. Para melhor exemplificar a situação na qual os dois projetos de transbordo se completam, estudaremos o caso do Campo de Marlim na Bacia de Campos, no litoral norte do Rio de Janeiro.

Figura 22 – Diagrama de Fluxo de óleo e gás do Campo de Marlim.



Fonte: Petrobras

A saber:

- P-18, P-19, P-20 e P-26 – são plataformas semissubmersíveis, que como já foi dito, não possuem tanques de estocagem e por isso não podem fazer o transbordo do petróleo produzido para navios aliviadores;
- P-32 e P-47 – são FSOs. Essas plataformas recebem o óleo das unidades produtoras não armazenadoras, estocam e fazem o *offloading* para os aliviadores; e
- P-33, P-35 e P-37 – são FPSOs. Como dito anteriormente, elas captam, beneficiam, estocam e fazem o transbordo do óleo. Por possuir tanques de armazenagem podem fazer o transbordo do óleo diretamente para os aliviadores, não necessitando de FSOs nem de monoboias.

Logo, percebe-se que tanto são usados os oleodutos e os navios aliviadores a fim de transportar a produção de petróleo, há também o uso de gasodutos para o transbordo do gás e navios aliviadores dedicado ao offloading do óleo, mas ainda não estão em uso no Brasil.

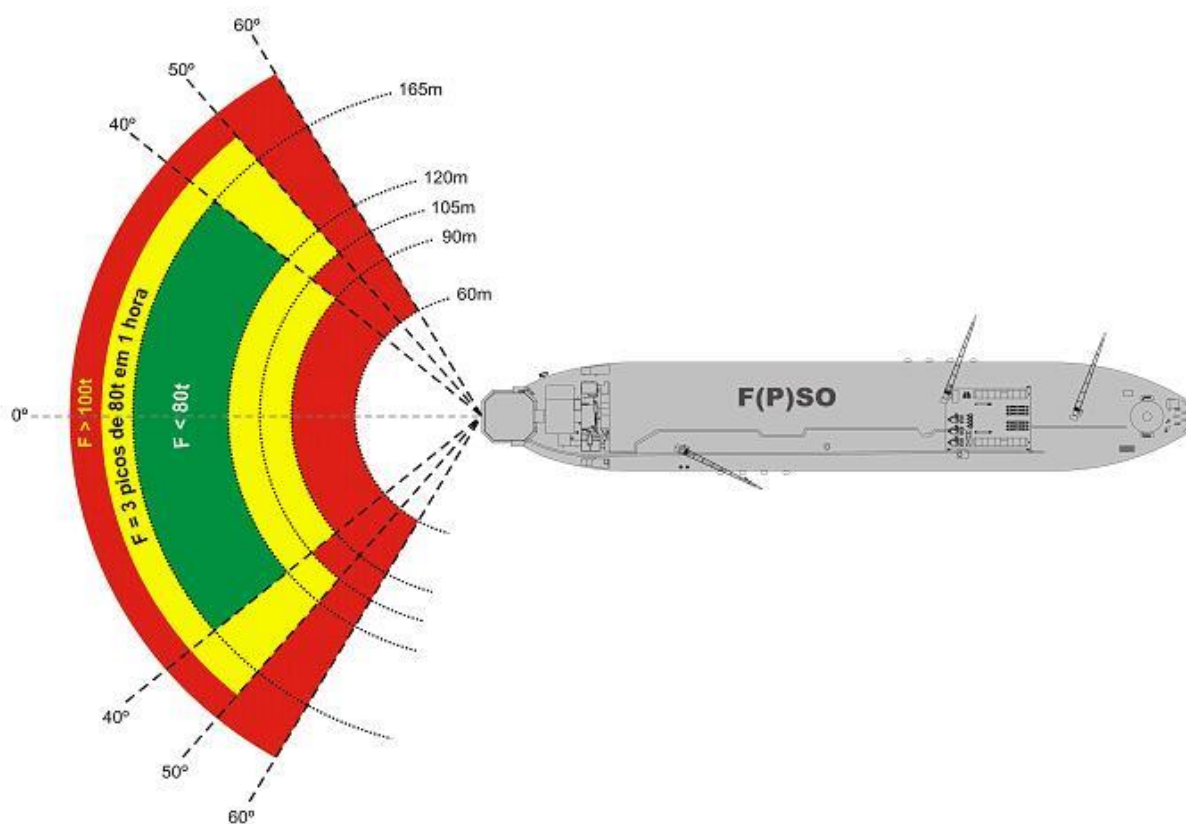
4 OPERAÇÃO DE *OFFLOADING*

Cada companhia de exploração e produção de petróleo tem a sua própria operação padrão de alívio. A operação tomada por base deste trabalho foi o padrão Petrobras.

4.1 Setores Operacionais

Como já foi dito em outros momentos deste trabalho, a operação de transbordo é cercada de riscos e perigos, por esta razão o navio aliviador deve se manter em determinados setores, a saber:

Figura 23 – Setores operacionais



Fonte: Petrobrás

- **Zona verde:** Setor no qual é permitido o movimento da proa do navio aliviador enquanto ocorre o *offloading*. É nesta área que o comandante do navio aliviador deve manter o mesmo durante toda a operação de transferência.
- **Zona amarela:** Setor no qual o terminal oceânico deve interromper o *offloading* e o navio aliviador deve iniciar a desconexão da linha de mangotes.
- **Zona vermelha:** Setor no qual o navio aliviador deve executar a imediata desamarração do terminal oceânico.

4.2 Procedimento de *Offloading* com Navio Aliviador Convencional

4.2.1 Velocidade de aproximação

Por que questão de segurança, há uma série de regras e normas que devem ser seguidas pelos envolvidos na faina de transbordo. Uma delas é a velocidade, segue abaixo uma tabela descrevendo a velocidade que deve ser mantida a cada distancia da unidade armazenadora.

Tabela 2: Velocidade de aproximação permitida

Posição (distância ao terminal oceânico)	Velocidade máxima permitida
Dentro dos limites das 10 milhas náuticas	Velocidade máxima permitida pelo RIPEAM
Dentro dos limites das 3 milhas náuticas	5 nós
Dentro dos limites dos 4.000 metros	3 nós
Dentro dos limites dos 2.000 metros	2 nós
Dentro dos limites dos 500 metros	1 nó
Dentro dos limites dos 300 metros	0,6 nó
Dentro dos limites dos 200 metros	0,4 nó

4.2.2 Descrição dos elementos envolvidos na operação

Como já citado no capítulo 1, a operação de *offloading* fazendo uso de navios aliviadores convencionais requer a participação de rebocadores e do Capitão de Manobra; e visando uma melhor compreensão dos próximos itens, faz-se necessário a explicação de alguns termos e siglas. São elas:

- API – Escala de densidade estabelecida pelo American Petroleum Institute;
- CAPMAN – Capitão de Manobra;
- DDSMS – Diálogo Diário de Segurança, Meio Ambiente e Saúde;
- LH - lancha de apoio utilizada para transporte do capitão de manobra e sua equipe de apoio, e para apoio nas operações de transferência dos mensageiros, pode ser mais de uma;
- NOR – Aviso de prontidão. Informa o terminal oceânico que o navio aliviador está pronto para iniciar a operação;

- RELAM – Relatório de Amarração emitido pelo CAPMAN.
- *Slip rope* – Cabo atado à linha de mangotes flutuantes e que deve ser seguro em um cabeço localizado na amura do NA durante a transferência de petróleo, limitando o movimento da linha de mangotes, para proteger a conexão com o *manifold* do navio aliviador.
- *Tanker end* – ponta do mangote que se conecta ao aliviador
- Terminal oceânico é sinônimo de unidade armazenadora.
- TS – rebocador destinado a auxiliar o navio aliviador e o terminal oceânico durante as operações, segurando o petroleiro; e

4.2.3 Passo a passo da operação de aproximação

1º passo – A uma distância de 30 milhas náuticas, o navio aliviador, o TS e o LH devem testar os sistemas de governo, propulsão, comunicação, amarração e carga, a fim de verificar a correta e precisa operação desses sistemas para que a operação ocorra de forma segura;

2º passo – A uma distância de 20 milhas náuticas, o aliviador deve informar ao terminal oceânico a sua hora estimada de chegada; seu último porto de escala e a posição da embarcação; o espaço disponível de carga, água e *slop*; e alguma restrição operacional, se houver;

3º passo – Ainda a 20 milhas náuticas, o Coordenador de Capitães de Manobra deve informar ao navio aliviador a condição do tempo; a hora estimada para o início da operação; a rota e área para embarque do CAPMAN; as possíveis obstruções que podem representar um perigo à navegação segura; o nome do TS e LH; o canal de serviço durante as operações; e quaisquer outras informações relevantes;

4º passo - Ainda a 20 milhas náuticas, o terminal oceânico deve informar ao navio aliviador a quantidade a ser carregada, a temperatura, a densidade (a 20° C) do petróleo, o grau API, a quantidade de impurezas e água no óleo, a vazão de operação em m³/h e as restrições operacionais, se houver. Além disso, deve preparar o sistema de amarração e a linha de mangotes para a operação;

5º passo – A 10 milhas náuticas, o navio aliviador deve emitir o NOR; verificar se a tripulação, os sistemas do terminal oceânico e os recursos necessários para uma operação segura estão prontos de acordo com os procedimentos internos e deve solicitar ao CAPMAN permissão para prosseguir até a distância de 2 milhas náuticas;

6º passo – A 2 milhas náuticas, o navio aliviador deve posicionar-se de forma que possibilite o embarque do CAPMAN com segurança;

7º passo – Também a uma distância de 2 milhas náuticas, o CAPMAN embarca; realiza o DDMS no navio aliviador; e solicita permissão ao terminal oceânico para a aproximação;

8º passo – Entre 1 a 2 milhas náuticas, o TS se amarra ao aliviador;

9º passo – A 1 milha náutica, o terminal oceânico transfere o mensageiro do sistema de amarração para o LH;

10º passo – Também a 1 milha náutica, a LH conecta a "mão" do cabo mensageiro do sistema de amarração ao gato de escape no convés da lancha, deixando o mensageiro livre suficiente para entrega no navio aliviador;

11º passo – A 300 metros de distância, a LH deve transferir o mensageiro do sistema de amarração para o navio aliviador.

4.2.4 Amarração

A faina de amarração do navio aliviador à unidade armazenadora inicia-se com o recebimento do cabo mensageiro do sistema de amarração da unidade através de retinida ou garatêia pelo LH e este conecta a mão do cabo mensageiro do sistema de amarração do terminal oceânico ao gato de escape no convés da lancha.

O navio aliviador conecta o cabo de reboque do TS. Caso a manobra seja em área restrita ou quando a resultante das forças atuantes estiver mantendo o navio afastado do terminal oceânico, a conexão do cabo de reboque poderá ser realizada após a sua amarração. E há a aproximação do navio aliviador do terminal oceânico, conforme instruções do CAPMAN.

O LH-1 aproxima-se do navio aliviador conforme instrução do CAPMAN; recebe o cabo de manuseio do navio aliviador através de retinida ou garatêia; ata o cabo de manuseio do navio aliviador ao cabo mensageiro do sistema de amarração do terminal oceânico; e libera a mão do cabo mensageiro do sistema de amarração e afastar-se do navio aliviador.

A seguir, o navio aliviador colhe o cabo mensageiro do sistema de amarração através da saia do guincho ou sarilho, observando a entrada do trecho de amarras na buzina, conforme orientação do CAPMAN; fixa a amarra do sistema de amarração no *Chain Stopper*, mantendo parte do trecho de amarras em contato com a buzina; mantém o cabo mensageiro do trecho de amarra do sistema de amarração para permitir uma desamarração rápida em caso de emergência;

e conecta o cabo de reboque do TS ao navio aliviador, caso não tenha sido conectado antes da amarração.

4.2.5 Conexão

Após a amarração do navio aliviador ao terminal oceânico, é feita a conexão do mangote e nesta operação necessita-se de um segundo LH apresentado como LH-2. A faina inicia-se com o recebimento do cabo mensageiro da linha de mangotes do terminal oceânico através de retinida ou garatêia pelo LH-1, este conecta a mão do cabo mensageiro da linha de mangotes do terminal oceânico ao gato de escape no convés da lancha.

O LH-2, antes do início da conexão da linha de mangote, deverá “pescar” o *SLIP ROPE*, utilizando garatêia, retinida ou croque (quando as condições do mar permitirem) e esta operação deve ser combinada com a LH-1. Após “pescar” o *SLIP ROPE*, o LH-2 deve conectá-lo ao gato de escape no convés da lancha; aproxima-se do navio aliviador para entregar o *SLIP ROPE* conforme instrução do CAPMAN, combinando sua aproximação com a LH-1 que encontra-se portando a linha de mangote; recebe dois cabos de manuseio do navio aliviador que deverão ser arriados pela buzina e pescados através de retinida, garatêia ou croque. Ao serem arriados, combina-se com o CAPMAN a melhor altura para pescá-los; passa-se cerca de 4 a 5 metros do cabo de 6” por dentro da mão do *SLIP ROPE* e em seguida conecta-se a mão do cabo de 1” na mão do cabo de 6”, feito isto, liberar os cabos e o dar-se “o pronto” para o navio começar a virar esses cabos; libera-se o *SLIP ROPE*; e o LH-2 afastar-se do navio aliviador.

O navio aliviador deve colher o *SLIP ROPE*; “dar volta” com o *SLIP ROPE* num cabeço próximo a proa do navio aliviador; e caso necessário, deve ajustar o *SLIP ROPE*, devido as condições meteorológicas e variação de calado.

4.2.6 Transferência de petróleo

Antes do início da transferência o mangote deve passar pelo teste de estanqueidade, pressurizando-o, a partir do terminal, com uma pressão mínima de 5 bar, mantendo o monitoramento da pressão interna da linha de mangote por no mínimo 15 minutos, após a estabilização da pressão interna da linha. O CAPMAN deverá registrar os resultados do teste de estanqueidade no RELAM.

O CAPMAN deverá permanecer a bordo do navio aliviador durante toda a operação de carregamento observando prováveis anomalias nos sistemas e tendo especial atenção para possíveis causas de derramamento de óleo.

O comandante da embarcação do navio aliviador e o CAPMAN deverão manter constante controle da posição do navio aliviador e da tração aplicada pelo TS ao cabo de reboque.

4.2.7 Desconexão

Após o final da transferência do óleo, o navio aliviador deve ser desconectado da plataforma. O início da desconexão é realizado pelo LH que, caso seja necessário, desloca a lancha para o ponto onde será baixada a cesta de transferência de pessoal, a fim de permitir o embarque da equipe de amarração.

O navio aliviador fecha a válvula borboleta que se encontra antes do carretel, ficando a linha pronta para a desconexão; inicia-se a retirada dos parafusos; e o início da desconexão é registrado no RELDE. O aliviador baixa o guindaste, desconectando o gato da cinta larga de movimentação de carga que sustenta o *tanker end*; conecta o gato de escape ao gato do guindaste do navio aliviador; conecta o elo tipo “O” da corrente de içamento ao gato de escape no guindaste; desconecta o *tanker end* da tomada de carga do navio aliviador; conecta o flange cego ao *tanker end* (sobre a bandeja de recolhimento de óleo), verificando antes se há algum vazamento pela válvula borboleta; remove as “cintas de catraca” que fixavam o Tanker end, e em seguida retirar a “ribeira”; içar o *tanker end* através do guindaste até uma posição que retire o “peso do mangote” da corrente de sustentação, a fim de permitir a abertura da patola.

O navio aliviador, abre a “patola” e desconecta o elo tipo “O” da corrente de sustentação da linha de mangote e liberar a corrente pela buzina; baixa a lança do guindaste até que o mangote se afaste um pouco da varanda do navio aliviador; prende o cabo guia do gato de escape ao cabeço do navio aliviador, conforme orientação do CAPMAN; baixa o *tanker end* através do guindaste, observando a descida do mangote, até tocar na água, conforme orientação do CAPMAN; baixa o mangote até que o gato de escape libere a corrente de içamento, soltando o mangote n’água; e o “Término da desconexão” é registrado no RELDE

Para dar seguimento a desconexão, o LH aproxima-se do navio aliviador conforme instrução do CAPMAN; “pesca” o cabo mensageiro da linha de mangotes através da garatêia; e conecta a mão do cabo mensageiro da linha de mangotes no gato de escape no convés da lancha. E o navio aliviador libera o *slip rope* do cabeço próximo à proa.

O LH afasta-se do navio aliviador e fica posicionado de modo que a linha de mangote não atrapalhe na desamarração e saída do navio aliviador do terminal oceânico. Após a saída do navio aliviador, o Terminal Oceânico colherá o Sistema de Amarração; aguarda instrução

do terminal oceânico para aproximação com a linha de mangote. O LH entrega o cabo mensageiro da linha de mangotes para o terminal oceânico e caso necessário, desloca a lancha para o ponto onde será baixada a cesta de transferência de pessoal.

Para finalizar a operação, o navio aliviador realiza o transbordo da equipe através da cesta de transferência de pessoal para a lancha.

4.2.8 Desamarração

Após a desconexão do mangote, o navio aliviador precisa ser desamarrado. Para isso o navio aliviador desconecta o cabo de reboque do TS, caso a manobra seja em área restrita ou quando a resultante das forças atuantes estiver mantendo o navio afastado do terminal oceânico; conecta o cabo mensageiro ao trecho de amarra do sistema de amarração; caso necessário, aproxima-se do terminal oceânico para facilitar a desamarração; tensiona o cabo mensageiro para liberar o trecho de amarras preso no *Chain stopper*; abri o *Chain Stopper*, liberando a amarra; “paga” lentamente o sistema de amarração para água, enquanto o terminal oceânico recolhe o mesmo de forma controlada.

O LH recebe o cabo mensageiro do sistema de amarração do navio aliviador através de retinida ou garatêia; conectar a mão do cabo mensageiro do sistema de amarração do terminal oceânico ao gato de escape no convés da lancha; aproxima-se do terminal oceânico; e entrega o cabo mensageiro para o terminal oceânico.

Após isso, o navio aliviador afasta-se do terminal oceânico conforme instruções do CAPMAN; desconecta o cabo de reboque do TS do navio aliviador, caso não tenha sido desconectado antes da desamarração; e o CAPMAN desembarca.

4.2.9 Saída

Após a conclusão da operação de transbordo, o terminal oceânico irá preparar todos os dados necessários para a documentação de partida, e assim que os dados estiverem disponíveis, fornecerá ao navio aliviador os números finais de carga e os dados da carga bruta, temperatura, densidade e API via rádio. O navio aliviador deve, se possível, calcular o total bruto recebido, verificando se seus números estão dentro da tolerância admitida.

Presumindo que os números brutos estejam corretos, tão logo quanto possível, o terminal oceânico transmitirá para o navio aliviador a Comunicação de Partida por e-mail ou fax usando o formulário próprio.

O comandante da embarcação do navio aliviador deve preencher um relatório de

carregamento com os números finais e quaisquer Protestos, enviando-os por fax ou e-mail para o terminal oceânico informando a hora de partida quando passar pela zona de 10NM.

Ao atingir 1 milha náutica de distância do terminal oceânico, o TS deverá ser desamarrado do navio aliviador; o LH deverá posicionar-se de forma segura para o desembarque do CAPMAN; e quando o navio aliviador estiver fora da zona de exclusão, deverá informar ao terminal oceânico a sua Hora Oficial de Saída.

5 MEIO AMBIENTE

O principal risco ambiental inerente à operação de alívio é o derramamento de petróleo no mar. Sabemos que o petróleo é um hidrocarboneto altamente poluente, estando ele ainda cru ou após sua queima.

Infelizmente, há nos registros históricos de nosso planeta, inúmeros casos de derrame de petróleo que acarretaram em verdadeiros desastres ambientais, o mais famoso é o caso do Exxon Valdez:

“O petroleiro Exxon Valdez derramou sua carga em 1989, causando danos imensos a uma grande área no litoral do Alasca.

O navio havia partido do terminal petrolífero de Valdez, no Alasca, em 23 de março de 1989, e bateu em um recife nas primeiras horas do dia 24 de março. A sequência de eventos que provocou o acidente não foi esclarecida até hoje.

Com o rompimento do casco do navio, cerca de 11 milhões de galões de óleo foram derramados no mar e a área atingida chegou a 1.200 quilômetros quadrados. Apesar de terem ocorrido muitos outros derramamentos de óleo no mundo, o acidente com o Exxon Valdez aconteceu em águas remotas, onde se abrigava uma abundante e espetacular vida selvagem, causando danos terríveis à região.

Milhares de animais foram mortos pelo derramamento: cerca de 250.000 aves marinhas e 2.800 lontras, entre outros. O custo de limpeza ficou em torno de US\$ 2,1 bilhões, e as áreas ao longo da costa atingidas pelo derramamento ainda estão contaminadas com óleo debaixo da superfície.”

Como descrito no artigo do Discovery Channel reproduzido acima, o VLCC (Very Large Crude Carrier) Exxon Valdez tinha a bordo cerca de 11 milhões de barris de óleo. Um navio aliviador SUEZMAX tem a capacidade de carregar cerca de 1 milhão de barris de petróleo, apesar de sua capacidade ser bem reduzida se comparado ao Exxon Valdez a poluição causada não seria menos preocupante.

5.1 Impactos Ambientais Causados por Vazamento de Óleo no Mar

Não podemos precisar o impacto ambiental causado por vazamentos pois eles variam com alguns fatores como a quantidade e qualidade do óleo, a temperatura a água do mar, o estado meteorológico, a região do derramamento, a biodiversidade local, da profundidade, entre outros.

No entanto, alguns efeitos estão sempre presentes, embora se manifeste de maneira diferente em cada caso. Segue uma tabela demonstrativa do impacto causado pela poluição por óleo em alguns grupos pertencentes a biodiversidade marinha e suas consequências.

Tabela 3: Impactos e danos.

Grupo	Impacto	Principal dano	Observações
Peixes	Intervenção no funcionamento das brânquias, causando seu colapso e o contato e ingestão, causando a morte	Grande prejuízo econômico para os pescadores das regiões costeiras.	Efeitos subletais, são mais significativos para os peixes, pois causam alterações na alimentação, migração, crescimento e reprodução das espécies.
Quelônios	A poluição das águas	Interfere na alimentação e locomoção e prejudica o ciclo de vida das tartarugas marinhas	É uma das principais ameaças de extinção.
Aves costeiras e marítimas	Contato	Perda da impermeabilidade de uma pequena área da plumagem pode prejudicar o isolamento térmico e a flutuabilidade.	As espécies mais afetadas são as que eventualmente nadam ou mergulham, como gaivotas, patos, atobás, mergulhões etc.
Animais mamíferos	Contato	Irritação das vias respiratórias, dispneia aguda, irritação cutânea,	Embora seja visível a contaminação dos animais mamíferos por

perturbações digestivas e perturbações do sistema nervoso.	petróleo, muitas vezes, a causa da morte não é descoberta.
--	--

Fonte: MONTEIRO, Aline Guimarães. Metodologia de Avaliação de Custos Ambientais Provocados por Vazamento de Óleo, Estudo de Caso do Complexo Reduc-DTSE. & Projeto Tamar.

5.2 Principais Causas de Acidentes

Embora a operação de alívio seja cercada de cuidados, sabe-se que os acidentes podem acontecer, e vem acontecendo, devido há vários fatores como:

- Furo na linha.
- Ruptura de linha devido à pressão por fechamento de válvula a jusante.
- Ruptura de linha devido a choque mecânico.
- Ruptura do mangote de transferência entre o FPSO e a unidade de armazenamento devido a desgaste do material ou erro de operação.
- Colisão entre o FPSO e o Navio Aliviador.
- Condições meteoceanográficas adversas.
- Vazamento em válvulas, junta e conexões.
- Vazamento através das bombas.
- Falha no sistema de posição dinâmica
- Erro durante a aproximação do navio aliviador com a unidade de armazenamento

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho explicitou a manobra de alívio utilizando o navio aliviador convencional a partir de um terminal oceânico. No entanto não se restringiu a este procedimento, explicitando também os tipos de plataforma e explicando os motivos pelos quais estes não podem operar com os navios aliviadores. Foi detalhado também o segundo modal de alívio, os dutos, e expondo quando é usado.

A plataforma tipo FPSO foi explanada com certa minúcia, informando sobre os tipos existentes, sobre os sistemas de ancoragem e de *offloading*.

O foco principal deste trabalho, o Navio Aliviador, também foi exposto com minúcia, detalhando o porte dos navios aliviadores, nomeando-os e diferenciando-os; e relatou-se o custo de sua utilização.

Um fator que deve ser sempre levado em consideração na exploração e transbordo é o meio ambiente, dos riscos e dos danos em caso de poluição por óleo. Tal variável também foi apresentada no presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIN, Nargel Willert de. **Operação de alívio em unidade de FPSO: Utilização de navio aliviador convencional na Bacia de Campos**. Monografia apresentada ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Náutica – APNT do Centro de Instruções Almirante Graça Aranha, como requisito final para obtenção da carta de Capitão de Cabotagem. CIAGA, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

Azurite FDPSO. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Azurite_FDPSO>. Acesso em 02 de maio de 2014

FILHO, Valdir Barbosa dos Anjos. **Operação de offloading com navio aliviador DP**. Monografia apresentada ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como requisito parcial para obtenção do Certificado de Conclusão do Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Náutica - APNT. CIAGA, 2009

Floating Production Storage and Offloading. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Floating_Production_Storage_and_Offloading>. Acesso em 22 de abril de 2014

FURLAN, Luan Martins. **O Sistema de Posicionamento Dinâmico para Navios Mercantes**. Monografia apresentada ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como condição prévia para a conclusão do Curso de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica (FONT) da Marinha Mercante. CIAGA, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

GRAVINA, Érika Maria Carvalho Silva. **Instalações de Produção**. Apresentação de aula da UFES – Universidade Federal do Espírito Santo. Disponível em: www.ceunes.ufes.br/downloads/2/erikagravina-Aula1_Inst_Prod.ppt. Acesso em 25 de maio de 2015.

M/T Oklahoma/C6VR8 – Apenas um Aframax de 105.465dwt. Disponível em: <<http://santosshiplovers.blogspot.com.br/2013/05/mt-oklahoma-c6vr8- apenas-105465-dwt.html>>. Acesso em 29 de julho de 2014

MORATELLI JÚNIOR, Lázaro. **Principais fatores do projeto de navios aliviadores com sistema de posicionamento dinâmico**. L. Moratelli Júnior – ed rev – São Paulo 2010

Navio petroleiro suezmax. Disponível em: <http://portaldopoporto.wordpress.com/tag/navio-petroleiro-suezmax/>. Acesso em 29 de julho de 2014

NETO, José Benedito Ortiz. **A Petrobrás e a exploração do petróleo offshore no Brasil: um approach revolucionário.** Revista Brasileira de Economia, vol.61 nº.1. Rio de Janeiro: Jan/Mar 2007.

NUNES, Bruno; SANTOS, Geissa; NOBREGA, Marcos Paulo de; ROLLEMBERG, Ronaldo; ZANDER, Vinicius. **Embarcações Especiais.** Relatório de embarcações especiais com tema: Plataforma FPSO. Universidade Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABfPQAA/trabalho-embarcacoes-fpso>. Acesso em 04 de março de 2015.

O derramamento do Exxon Valdez. Disponível em: <http://discoverybrasil.uol.com.br/navios/emergencias_desastres/derramamento_exxon_valdez/index.shtml>. Acesso em 13 de março de 2015.

O maior petroleiro do Mundo. Disponível em: <<http://gigantesdomundo.blogspot.com.br/2012/12/o-maior-navio-petroleiro-do-mundo.html>>

O Petróleo no Brasil. Disponível em: <<http://blog.planalto.gov.br/o-petroleo-no-brasil/>> Acesso em 14 de janeiro de 2015.

Sea Giant. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Seawise_Giant>. Acesso em 04 de abril de 2014

SILVA, Aline Cristina Barboza da; SANTOS, Igor da Costa; CONCEIÇÃO, Wander Luiz da; SILVA, Djalma José Alexandre da; NASCIMENTO, Sebastião; SILVA, Vilma Tupinambá da. **Operação de offloading: análise preliminar de perigo e os impactos ambientais.** Revista Eletrônica Novo Enfoque, ano 2011, v. 13, n. 13

SILVA, José Lima da. **Modelo de Cálculo do Custo de Escoamento de Óleo da Bacia de Campos – RJ, usando a Técnica de Custo Baseado na Atividade – ABC Costing.** Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Logística pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da PUC-Rio. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.