

**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA  
CIAGA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE NÁUTICA (APNT)**



**NAVIOS ALIVIADORES DE POSICIONAMENTO DINÂMICO:  
OPERAÇÃO DE ALÍVIO NA BACIA DE CAMPOS**

**Márcio Machado Santoro**

**Orientador: CLC Jones A. B. Soares**

**Rio de Janeiro  
2011**

**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA  
CIAGA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE NÁUTICA (APNT)**



**NAVIOS ALIVIADORES DE POSICIONAMENTO DINÂMICO:  
OPERAÇÃO DE ALÍVIO NA BACIA DE CAMPOS**

Trabalho acadêmico apresentado ao  
Centro de Instrução Almirante Graça  
Aranha, como requisito para obtenção do  
grau de Capitão-de-Cabotagem.

Por: Márcio Machado Santoro

Orientador: CLC Jones A. B. Soares

Rio de Janeiro  
2011

MÁRCIO MACHADO SANTORO

NAVIOS ALIVIADORES DE POSICIONAMENTO DINÂMICO:  
OPERAÇÃO DE ALÍVIO NA BACIA DE CAMPOS

Trabalho acadêmico apresentado ao  
Centro de Instrução Almirante Graça  
Aranha, como requisito para obtenção do  
grau de Capitão-de-Cabotagem.

Aprovado pela Banca Examinadora em \_\_\_\_\_ de outubro de 2011.

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Orientador: CLC Jones A. B. Soares**

---

---

---

---

Trabalho dedicado a todos que  
trabalham na Amazônia azul.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus.

Aos meus pais pelo apoio e confiança.

À minha esposa Juliana pela a ajuda e força.

À minha pequena Júlia.

Aos Comandantes Jones A. B Soares e Edgar Spezapria.

Ao Comandante e professor Paulo Roberto Valgas Lobo pelo apoio dado.

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma descrição dos sistemas de posicionamento dinâmico (SDP), cuja função é o controle automático da posição e aproamento de navios e plataformas por meio de propulsão ativa. O SDP em navios aliviadores no Brasil foi desenvolvido para atender a necessidade crescente da indústria do petróleo. Com a instalação de modernos FPSO s (Floating, Production, Storage and Offloading) com grande capacidade de armazenamento e bombeio, as empresas de transporte tiveram que se adequar as novas realidades do mercado, adquirindo novos navios com tecnologia de ponta e capacitando pessoal para tripular-los com eficiência e destreza. Apresentam-se também características do SDP em navios aliviadores e suas aplicações práticas, além de um breve histórico dos navios com SDP no Brasil. Por fim, são descritos vários procedimentos e cuidados necessários para que o escoamento do petróleo produzido nas bacias petrolíferas brasileiras tenha seus custos minimizados, com alta operacionalidade e segurança.

**Palavras-chave:** Petróleo. Navios Aliviadores. Posicionamento Dinâmico.

## **ABSTRACT**

This work presents a description of dynamic position system (DPS), whose function is the automatic control of position and heading of vessels and platforms using thrusters. The dynamic position shuttle tankers (DPST) in Brazil, was developed to take care of the increasing necessity of the industry of the oil. With the installation of modern FPSO's (Floating, Production, Storage and Offloading) with great capacity of storage and offloading, the transport companies had that to adjust the new realities of the market, being acquired new vessels with high technology and to training the crew to man with efficiency and dexterity. One also presents characteristic of the DPS on Shuttle tankers and its practical applications, beyond a historical briefing of the STDP in Brazil. Finally, some necessary well-taken care of procedures and so that the draining of the oil produced in the Brazilian petroliferous basins has its minimized costs, with high operationalization and security are described.

**Keywords:** Oil. Shuttle Tanker. Dynamic Position.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1:	Console SDP sistema de posicionamento dinâmico .....	16
Figura 2:	MRU ( Motion Reference Unit ). .....	16
Figura 3:	Sistema global de posicionamento .....	17
Figura 4:	Principais sensores utilizados na medição de posição da embarcação .....	19
Figura 5:	Navio Ataulfo Alves.....	21
Figura 6:	Navion Bergen .....	23
Figura 7:	Navion Stavanger .....	23
Figura 8:	Arranjo geral FPSO Brasil .....	24
Figura 9:	Setores e limites operacionais .....	25
Figura 10:	Cabo hawser do FPSO Cidade de São Vicente .....	35
Figura 11:	North sea valve .....	37
Figura 12:	Popa do FPSO Cidade de São Vicente. ....	37
Figura 13:	Chain stopper .....	38
Figura 14:	Cabeço para reboque no DPST Navion Stavanger .....	39
Figura 15:	Lança retinida .....	40



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Limites ambientais para aproximação e amarração.....	28
Tabela 2: Limites ambientais para a transferência de petróleo.....	28
Tabela 3: Escala Beaufort .....	29
Tabela 4: Válvulas do BLS. ....	32
Tabela 5: Sequência para green line.....	33
Tabela 6: Característica do PLT. ....	34
Tabela 7: Características do cabo mensageiro do hawser .....	35
Tabela 8: Características do cabo mensageiro do mangote .....	35
Tabela 9: Configuração do sistema de amarração do FPSO ... ..	36
Tabela 10: Dados do guincho de tração do aliviador .....	38
Tabela 11: Velocidade para manobra de aproximação . ....	42
Tabela 12: Procedimentos de aproximação e amarração . ....	44
Tabela 13: Procedimentos para conexão do mangote . ....	45
Tabela 14: Procedimentos para desconexão do mangote .....	45
Tabela 15: Procedimentos de desamarração . ....	48
Tabela 16: Procedimentos de desamarração . ....	49

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>BLS</b>	- Bow Loading System
<b>CCR</b>	- Cargo Control Room
<b>CPA</b>	- Closest Point of Approach
<b>DWT</b>	- Deadweight Tonnage
<b>CCC</b>	- Centro de Controle de Carga
<b>CCM</b>	- Centro de Controle de Máquinas
<b>FPSO</b>	- Floating, Production, Storage and Offloading
<b>GMDSS</b>	- Global Maritime Distress Safety System
<b>GRT</b>	- Gross Registered Tonnage
<b>GT</b>	- Gross Tonnage
<b>ICS</b>	- International Chamber of Shipping
<b>IMO</b>	- International Maritime Organization
<b>ISGOTT</b>	- International Safety guide for Tankers and Terminals
<b>MBL</b>	- Minimum Breaking Load
<b>NOR</b>	- Notice of Readiness - Pronto a Operar
<b>OESD</b>	- Offloading Emergency Shutdown
<b>OIM</b>	- Offshore Installation Manager - Responsável a bordo pelo FPSO
<b>ST</b>	- Shuttle Tanker - Navio aliviador, Petroleiro dedicado ao carregamento em FPSO
<b>SWL</b>	- Safe Working Load.
<b>VLCC</b>	- Very Large Crude Carrier
<b>OCIMF</b>	- Oil Companies International Maritime Forum

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>1. SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO (SPD)</b> .....	15
1.1 <b>Segurança nas Operações</b> .....	15
1.2 <b>Segurança nas Operações</b> .....	16
1.3 <b>Segurança nas Operações</b> .....	17
1.4 <b>Segurança nas Operações</b> .....	17
1.5 <b>Segurança nas Operações</b> .....	18
1.6 <b>Segurança nas Operações</b> .....	18
1.7 <b>Segurança nas Operações</b> .....	18
<b>2. ESCOAMENTO DO PETRÓLEO NO BRASIL ATRAVÉS DE NAVIOS ALIVIADORES SPD</b> .....	20
<b>3 HISTÓRICO DOS NAVIOS ALIVIADORES SDP NO BRASIL</b> .....	23
<b>4. PROCEDIMENTOS UTILIZADOS PELOS NAVIOS ALIVIADORES SPD EM OPERAÇÕES OFFLOADING NO BRASIL</b> .....	24
4.1 <b>Unidade Flutuante de armazenamento de Produção e Descarga (FPSO)</b> .....	24
4.2 <b>Navios Aliviadores - SHUTTLE TANKER (ST)</b> .....	25
4.3 <b>Segurança nas Operações</b> .....	25
4.3.1 <u>Pronto a mover-se sob próprios meios</u> .....	25
4.3.2 <u>Setores e limites operacionais</u> .....	25
4.3.2.1 <i>Setor verde</i> .....	26
4.3.2.2 <i>Setor amarelo</i> .....	26
4.3.2.3 <i>Setor vermelho</i> .....	26
4.3.2.4 <i>Distância para Offloading</i> .....	26
4.3.2.5 <i>Tensão no sistema de amarração (Hawser)</i> .....	27
4.3.2.6 <i>Limitações ambientais</i> .....	27
4.3.3 <u>Estados de alerta</u> .....	28
4.3.4 <u>Sistema de parada de emergência do carregamento (Offloading Emergency Shutdown System ESD)</u> .....	30
4.3.4.1 <i>Sistema de parada de emergência classe 1 (ESD 1)</i> .....	30
4.3.4.2 <i>ESD1 manual.</i> .....	31

4.3.4.3 ESD1 automático.....	31
4.3.4.4 ESD 2 .....	32
4.3.5 <u>Sequência das válvulas</u> .....	32
4.3.6 <u>Sistema linha verde (Green Line System)</u> .....	33
4.3.6.1 <i>Quebra da Green line</i> .....	33
4.4 <u>Exigências Operacionais</u> .....	34
4.4.1 <u>Exigências para FPSO</u> .....	34
4.4.1.1 <i>Lança retinida (Pneumatic Line Thrower - PLT)</i> .....	34
4.4.1.2 <i>Cabo do mensageiro</i> .....	34
4.4.1.3 <i>Cabo Hawser</i> .....	35
4.4.1.4 <i>Mangote de carregamento e configuração</i> .....	36
4.4.1.5 <i>Mangote Alternativo para Offloading</i> .....	37
4.4.2 <u>Exigências para navio aliviador</u> .....	38
4.4.2.1 <i>Guincho de tração</i> .....	38
4.4.2.2 <i>Chain Stopper</i> .....	38
4.4.2.3 <i>Cabeço para reboque (Strong Point)</i> .....	39
4.4.2.4 <i>Iluminação da área de operação</i> .....	39
4.4.2.5 <i>Lança retinida (PLT)</i> .....	40
<b>4.5. Procedimentos Para Aproximação E Offloading</b> .....	40
4.5.1. <u>Plano de manobra de contingência</u> .....	40
4.5.2. <u>Plano de chegada e de partida</u> .....	41
4.5.2.1 <i>Sentido da aproximação</i> .....	41
4.5.2.2 <i>Sentido alternativo da aproximação</i> .....	41
4.5.2.3 <i>Velocidade de aproximação</i> .....	41
4.5.2.4 <i>Visibilidade reduzida</i> .....	42
4.5.3 <u>Decisão da amarração</u> .....	42
4.5.3.1 <i>Informações</i> .....	42
4.5.3.2 <i>Avaliação</i> .....	43
4.5.3.3 <i>Adiamento ou Cancelamento</i> .....	43
<b>4.6 Detalhes da Amarração</b> .....	44
4.6.1 <u>Aproximação e amarração</u> .....	44
4.6.2 <u>Conexão do mangote</u> .....	45
4.6.3 <u>Operação offloading</u> .....	46

<i>4.6.3.1 Teste de pressão do mangote</i> .....	46
<i>4.6.3.2 Transferência da carga</i> .....	46
<i>4.6.3.3 Limpeza do mangote</i> .....	47
<b>4.7 Inspeção</b> .....	47
<b>4.8 Desconexão do Mangote</b> .....	48
<b>4.9 Procedimento de Desamarração</b> .....	48
<b>CONCLUSÃO</b> .....	50
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	51

## INTRODUÇÃO

O sistema de posicionamento dinâmico (SDP) foi criado com o objetivo de manter navios e/ou plataformas de armazenamento e perfuração em uma determinada coordenada geográfica e proa definida independente das condições ambientais sem auxílio externo tais como: âncoras, rebocadores e etc. (LEITE et al., 2008). Para isso um sistema SDP deve possuir um sistema sensorial, de controle e um sistema de propulsores (TANNURI; MORISHITA, 2006).

No âmbito nacional, o SDP é empregado com sucesso em alguns tipos de embarcação. Merece destaque a operação em FPSO e dos navios aliviadores utilizados em larga escala pela Petrobras e Transpetro (AGOSTINHO, 2009).

Quando dotados de sistema de posicionamento dinâmico, os navios aliviadores são capazes de realizar manobras de aproximação na FPSO de forma computadorizada, minimizando a interferência humana e por consequência reduzindo o risco de colisão. Por característica, a operação de alívio é delicada necessitando de um sistema confiável pois qualquer erro pode levar a colisão ou vazamento de óleo no mar (AGOSTINHO, 2009).

Na Bacia de Campos, principal bacia petrolífera até o momento no Brasil, a frota da Transpetro é responsável por grande parte do escoamento desse óleo. Um processo delicado e de grande importância para a auto-suficiência em petróleo alcançada pelo Brasil desde 2006. Com navios aliviadores SDP com tecnologia de ponta, o petróleo é transportado da Bacia de Campos para os terminais aquaviários e oceânicos existentes ao longo do litoral brasileiro (TRANSPETRO, 2008).

Este trabalho tem por objetivo divulgar as operações de escoamento e procedimentos dos navios aliviadores com posicionamento dinâmico e do petróleo produzido nas bacias petrolíferas brasileiras em alto mar.

## 1. SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO (SPD)

**Sistema de Posicionamento Dinâmico**, ou **Sistema DP**, é um sistema que controla automaticamente a posição e aproamento de uma embarcação por meio de propulsão ativa. Em linhas gerais, corresponde a um complexo sistema de controle, composto por sensores (GPS, sonar, anemômetros, giroscópios etc.), atuadores (propulsores e leme) e um processador central responsável pela execução do algoritmo de controle e pela interface com o operador.

Este sistema é muito utilizado nas operações *off-shore* da indústria do petróleo para posicionamento de navios-tanque com precisão para trabalhos tais como: perfuração de poços, mergulho, construção etc.

O sistema de posicionamento dinâmico pode ser absoluto, onde a posição é mantida em relação a um certo ponto fixo na superfície, ou relativa a um determinado objeto móvel, tal como uma FPSO ou um equipamento submerso. Também é utilizado para posicionamento de navios num ângulo favorável em relação à direção dos ventos, correntezas e ondulações.

No Brasil, a Petrobras é pioneira na utilização desse tipo de sistema na exploração e produção de petróleo em águas profundas. (PT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO)

### 1.1 Unidade de controle com computador

Recebe as informações dos sensores, sistemas de referência, thrusters e painel de controle, processa essas informações e as usa para calcular a potência necessária para manter a posição e o aproamento do navio e em que direção essa potência deve ser aplicada; O resultado desse cálculo é então convertido em sinais que são enviados aos respectivos thrusters e mostrados no painel de controle.



Figura 01: Console sistema de posicionamento dinâmico.  
Fonte: Portal marítimo.

## 1.2 Sensores

Os sensores enviam para a Unidade de Controle informações que são usadas para cálculo, junto com as informações do sistema de referências. – Anemômetro – envia para a unidade de controle as informações de intensidade e direção do vento. – Agulha Giroscópica – envia para a unidade de controle a informação de aproamento da embarcação. – VRS (Vertical Reference Sensor) – envia para a unidade de controle as informações de caturro e balanço da embarcação. – MRU (Motion Reference Unit) – é um tipo mais sofisticado de VRS, que informa também o movimento de arfagem do navio.



Figura 02: MRU ( motion reference unit )  
Fonte: Portal marítimo.



### 1.3 Sistemas de referência

Sistemas de referência podem ser baseados em sinais de rádio (Artemis), sinais de satélite (DGPS), sinais hidroacusticos (HPR) ou sinais mecânicos (Taut Wire), os quais enviam para a Unidade de Controle informações da posição da embarcação, sejam elas geográficas ou em relação a uma posição de referência fornecida (ou movimento a partir dela); A Unidade de Controle usa essas informações em seus cálculos, o que lhe permite colocar o navio em um sistema de coordenadas com posição, posição desejada e proa desejada, direção e velocidade.

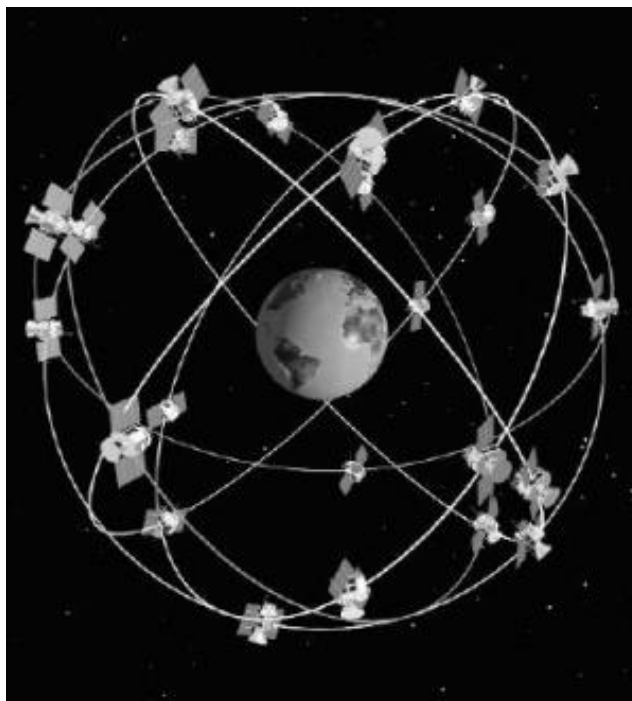


Figura 3: Sistema global de posicionamento ( Esquema dos satélites ).  
Fonte: Portal marítimo.

### 1.4 Thrusters

São os propulsores responsáveis pela movimentação da embarcação em todas as direções; Recebem sinal da Unidade de Controle com informações da quantidade da força a ser utilizada e sua direção; Após executar o comando, retornam o sinal para a unidade de controle (feedback).

## **1.5 Geradores**

O computador, painel, sensores, sistemas de referências e thrusters, necessitam de energia, Para casos de emergência, a embarcação deve possuir uma UPS (Uninterrupted Power Supply), A UPS é responsável por manter todos os sistemas vitais para manter o DP em funcionamento (Unidade de Controle, o painel de operações, os sensores e os sistemas de referência) mesmo em caso de black-out.

## **1.6 Instrumentos / painel – interface homem / máquina**

A ligação entre o operador e o sistema de posicionamento; Através desse painel o Operador checka constantemente o funcionamento de thrusters, geradores, sensores e sistemas de referência; É utilizado para a entrada de dados e alterações que sejam necessárias para o perfeito funcionamento do sistema e manutenção do posicionamento da embarcação.

## **1.7 Operadores**

É a parte mais importante do sistema; É o operador quem decide como o sistema deve operar e o que fazer; O Operador é uma peça fundamental do sistema, já que ele controla todos os dados e informações fornecidas e recebidas pela Unidade de Controle e com isso, determina as melhores condições de funcionamento, minimizando o esforço da embarcação em manter seu posicionamento;

A preparação de um Operador de Posicionamento Dinâmico passa por várias fases, tais como cursos e treinamentos práticos a bordo e a certificação dos Operadores de DP é centralizada no Instituto Náutico de Londres, que traça diretrizes para a formação e treinamento desse pessoal. ( Portal marítimo ).



Figura 04: Principais sensores utilizados na medição da posição de embarcações.  
Fonte: TANNURI, 2004.

## 2 ESCOAMENTO DO PETRÓLEO NO BRASIL ATRAVÉS DE NAVIOS ALIVIADORES SPD

No Brasil, grande parte do escoamento de petróleo é feita através de navios aliviadores (pois executa uma função de aliviar o tanque de carga da plataforma). A transferência do óleo de Navios Cisternas para o Aliviador é uma operação que envolve risco, necessitando de cuidados especiais, não só na operação em si, mas também em todo seu planejamento, estabelecendo-se procedimentos mais seguros para esta operação (SPHAIER *et al.*, 2005).

O escoamento por navio aliviador é recomendado para cobrir grandes distâncias, principalmente onde possa alcançar pontos remotos em campos isolados, sem muito volume de óleo a ser explorado, situações onde a instalação de uma rede de dutos não se justifica. Águas profundas é uma outra aplicação exclusiva de escoamento via navio aliviador, pela limitação na instalação de rede de dutos (SILVA, 2005).

A operação dos navios aliviadores terá importância fundamental com o desenvolvimento da produção de óleo e gás na Bacia de Santos já que esse tipo de navio é responsável pelo transporte de petróleo das áreas produtoras no mar (offshore) para os terminais da Petrobras.

O Navio Aliviador SDP tem características semelhantes de um petroleiro, sendo especializado no alívio da carga do FPSO, estrutura flutuante com capacidade de produção, estoque e alívio de petróleo em águas profundas. O objetivo da embarcação é receber a carga do FPSO no campo de produção, transportá-la até o terminal no continente e descarregá-la, de maneira segura. Graças a um conjunto de sensores, eles mantêm a posição ao lado das plataformas FPSOs e, depois, transportam o petróleo já devidamente tratado.

Para tanto, os aliviadores SDP são navios semelhantes a um petroleiro convencional com algumas características diferentes que permite ser carregado em mar com ondas, correntes marítimas e ventos de acordo com a condição ambiental do local de operação.

Com foco no pré-sal, a produção em águas ultraprofundas vai aumentar proporcionalmente em relação à produção. Para aumentar sua capacidade de exploração, a Petrobras precisa de embarcações que viabilizem essa exploração.

Os navios SDP serão usados para aliviar e transportar o petróleo dos FPSO's da Bacia de Campos e seu transporte para o continente. As embarcações serão fundamentais devido à grande distância da costa em relação às áreas de exploração. Essa distância é em média, de 500 quilômetros, além disso, a profundidade da região do pré-sal varia de 2.000 a 3.000 metros. Esses fatores tornam inviável o escoamento por oleodutos, do petróleo extraído nessas áreas. A tecnologia hoje existente não permite operações desse tipo. Daí, a necessidade dos navios aliviadores de posicionamento dinâmico. (Portal CREA RJ ).



Figura 05: Navio Ataulfo Alves.

Fonte: <http://www.marinetraffic.com/ais/pt/showallphotos.aspx?imo=9183271>

Há basicamente três tipos desses navios de carga que se caracterizam pelo porte ou capacidade de seus tanques de carga, conforme mostrado na Tabela 1 (SILVA; COSTA, 2006):

### **Tipos de Navios Aliviadores**

#### **Deadweight (Toneladas)**

#### **Carga/Volume (m<sup>3</sup>)**

Panamax (50.000 - 80.000) 60.000

Aframax (80.000 - 120.000) 110.000

Suezmax (120.000 - 200.000) 160.000

Fonte: SILVA; COSTA, 2006.

Somente na Bacia de Campos, principal campo de produção de petróleo do Brasil, a frota da Transpetro é responsável pelo escoamento de 63% do petróleo extraído diariamente. Um processo complexo, porém de suma importância para a autossuficiência em petróleo alcançada pelo Brasil desde 2006. Com navios de posicionamento dinâmico do tipo Suezmax e tecnologia de ponta, o petróleo é transportado da Bacia de Campos para os terminais aquaviários localizados ao longo do litoral brasileiro (TRANSPETRO, 2008).

Cabe esclarecer que a operação de escoamento através dos navios só pode ser feita junto a plataformas do tipo FPSO (floating, production, storage and offloading) ou FSO (floating, storage and offloading), que na maioria das vezes são navios VLCCs (very large crude Carrier) transformadas em plataformas. No convés da plataforma é instalada uma planta de processo para separar o óleo da água e do gás e tratar os fluidos produzidos pelos poços. Os maiores FPSOs têm capacidade de processo em torno de 200 mil barris de fluido por dia, com capacidade de produção de óleo de até 180 mil barris por dia, capacidade de produção de gás de aproximadamente 2 a 3 milhões de m<sup>3</sup> e capacidade do tanque de carga (estocagem) de 1,8 a 2 milhões de barris. O óleo produzido é armazenado nesses tanques e então transferido periodicamente para o navio aliviador. Com base numa programação, em função do volume de petróleo produzido pelas plataformas localizadas na Bacia de Campos, uma frota de navios é dimensionada e contratada para atender a operação de escoamento (SILVA; COSTA, 2006).

Os nove navios aliviadores da Transpetro contribuíram positivamente para a Petrobras, na sua trajetória rumo à autossuficiência na produção de petróleo. Dos 66% do escoamento realizados por petroleiros da Companhia, mais da metade (54%) cabem aos aliviadores, que têm sistemas de posicionamento dinâmico. Embarcações com essa tecnologia se posicionam de forma mais segura e estável para o recebimento do petróleo, pois contam com moderno sistema de computadores ligados a satélites. Eles enviam informações atualizadas sobre fatores que influenciam no processo de escoamento (TRANSPETRO, 2008).

### 3 HISTÓRICO DOS NAVIOS ALIVIADORES SDP NO BRASIL

O ano de 2002 foi um marco no processo de crescimento e renovação da frota de petroleiros da Transpetro. No primeiro semestre, a Transpetro concluiu a conversão dos navios Ataulfo Alves e Cartola em navios aliviadores (*shuttle tankers*). As duas embarcações iniciaram no segundo semestre as operações nos campos da Bacia de Campos, contando com recursos adicionais de controle de manobras, incluindo posicionamento dinâmico (PETROBRAS, 2002).

A Petrobras é pioneira na utilização do sistema DP na exploração e produção de petróleo em águas profundas. A Transpetro/Fronape opera na região com nove modernos navios aliviadores (Shuttle Tankers) dotados de Posicionamento Dinâmico. São eles: Ataulfo Alves, Cartola, Navion Bergen , Navion Gothenburg , Navion Stavanger , Nordic Brasília , Nordic Rio , Nordic Spirit e Stena Spirit (VENTURA; SOARES, 2008). Com esses navios aliviadores, o Brasil passa a ter a terceira maior frota do mundo na modalidade (MÜLLER, 2010).



Figura 06: Navion Bergen

Fonte: <http://www.marinetraffic.com/ais/pt/showallphotos.aspx?imo=9248435>



Figura 07: Navion Stavanger

Fonte: <http://www.marinetraffic.com/ais/pt/showallphotos.aspx?imo=9248435>

## 4 PROCEDIMENTOS UTILIZADOS PELOS NAVIOS ALIVIADORES SPD EM OPERAÇÕES OFFLOADING NO BRASIL

### 4.1 Unidade Flutuante de Armazenamento de Produção e Descarga (FPSO)

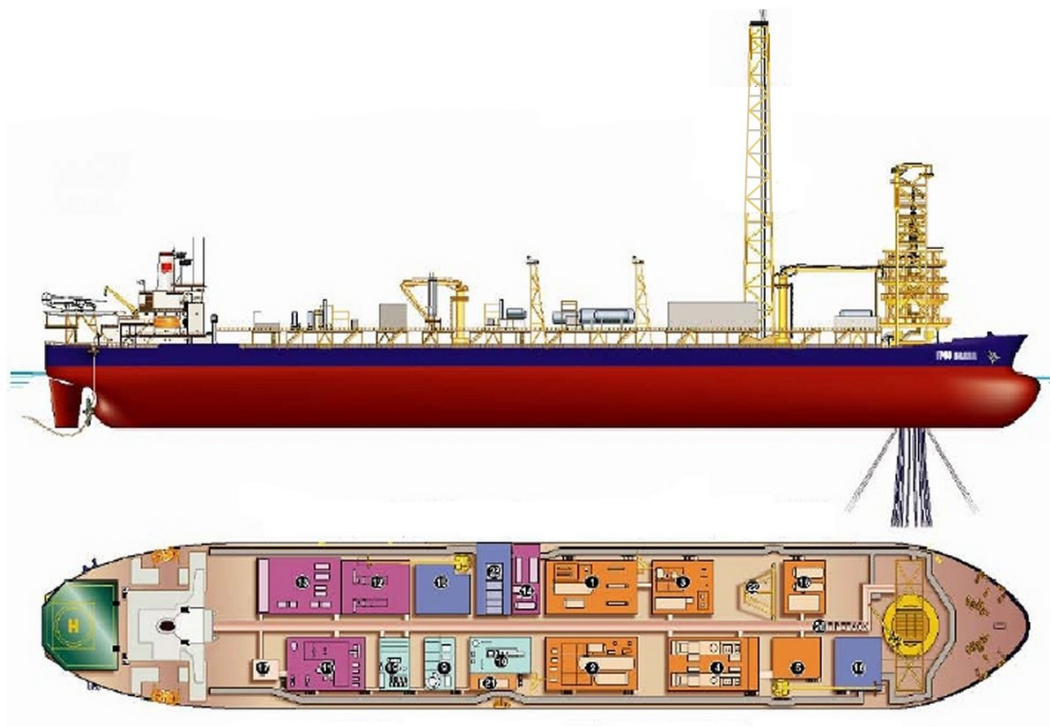


Figura 8: Arranjo geral FPSO Brasil.  
Fonte: site manutenção e suprimentos

O FPSO pode ser equipado com sistema *turret* ou com sistema *Spread Mooring*. Com *turret* assume uma proa de acordo com a resultante das forças ambientais que atuam sobre o casco e estruturas acima da plataforma principal. As variações de calado a fazem mais sensível às forças ambientais, enquanto que com o sistema *Spread mooring* o FPSO possui uma proa fixa determinada pela média da resultante ambiental da área. O óleo é armazenado em um FPSO e descarregado para o navio aliviador. O ST é amarrado ao FPSO através de um hawser de 150m de comprimento. A transferência do óleo é executada com um mangote montado num carretel na popa do FPSO, ou através de um mangote de flutuação da emergência.

A tripulação do ST é responsável pela a amarração e desamarração, conexão e desconexão do mangote em colaboração com o pessoal do FPSO.



## 4.2 Navios Aliviadores - *Shuttle Tanker (ST)*

Os navios aliviadores com posicionamento dinâmico são equipados com sistema de carregamento pela proa (BLS), a fim de conectar o mangote de offloading montado sobre um carretel na popa do FPSO. Após a conclusão de todas as operações *offloading*, o mangote do FPSO será lavado com água e/ou removida com nitrogênio. O navio aliviador é equipado com tanques de slop que cumprem exigências da MARPOL para o armazenamento da água oleosa.

## 4.3 Segurança nas Operações

### 4.3.1 Pronto a mover-se sob próprios meios

Quando o ST estiver amarrado ao FPSO, sua caldeira, motor principal, máquina do leme e quais quer outros equipamentos essenciais para manobrar devem ser mantidos em uma circunstância que permita o ST se movimentar do FPSO a qualquer instante.

### 4.3.2 Setores e limites operacionais

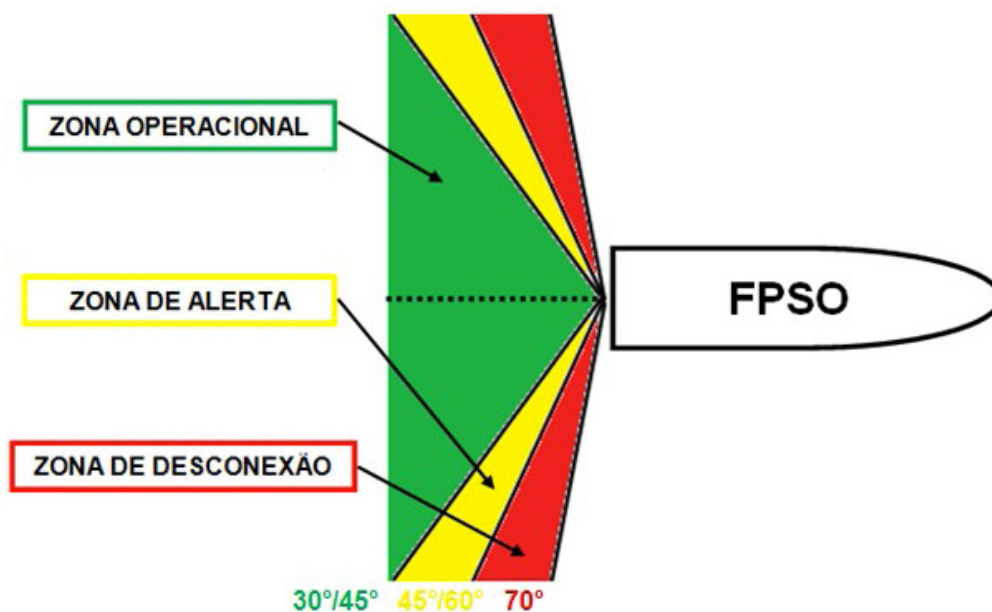


Figura 9: Setores e limites operacionais.

#### 4.3.2.1 Setor verde

Setor dentro do qual o ST pode mover-se livremente durante o offloading.

Os limites para operações normais para offloading são de 30 graus relativos a linha central de FPSO com sistema turret e 45 graus com sistema spread mooring.

#### 4.3.2.2 Setor amarelo

Setor dentro do qual o ST pode permanecer por bastante tempo para permitir que o capitão tente trazer a embarcação voltar ao SETOR VERDE usando os recursos disponíveis neste momento. Quando a embarcação alcança a marca de 45 graus no sistema *turret* ou 60 graus no sistema *spread mooring*, o comandante do ST informará ao OIM a interrupção do *offloading* imediatamente. O comandante do ST deve iniciar a primeira fase do procedimento da parada de emergência (ESD1). O ST deve estar pronto caso que a situação se torne mais grave, para acionar a desconexão de emergência do mangote no BLS e a desamarração do *Hawser* usando o procedimento da parada de emergência (ESD2).

#### 4.3.2.3 Setor vermelho

Setor que o ST não é permitido permanecer. Quando a embarcação alcança os 60 graus, o comandante deve imediatamente executar a desconexão de emergência do mangote no BLS e a desamarração do *hawser* - ESD2. Sob nenhuma circunstância o ST deve permanecer dentro do Setor Vermelho.

#### 4.3.2.4 Distância para Offloading

O comprimento do hawser entre o FPSO e o ST é 150 m. Este hawser deve ter uma leve tensão durante toda operação.

#### *4.3.2.5 Tensão no sistema de amarração (Hawser)*

O ST deve manter um sistema de vigilância da tensão Hawser. A tensão no hawser será monitorada igualmente a bordo do FPSO. As leituras devem ser seguidas pelo OIM e o comandante do ST, especialmente durante condições meteorológicas pesadas. Sob circunstâncias normais, a tensão máxima do hawser será ajustada em 1000 KN (100 toneladas). Um alarme soará na estação de controle do FPSO, no passadiço do ST e na estação de BLS se a tensão ultrapassar esta marca.

A operação do carregamento será parada sob as seguintes circunstâncias e as operações da desconexão e desamarração serão discutidas entre o operador do FPSO e o comandante do ST.

No momento que a tensão exceder 100 toneladas.

No momento em que a tensão exceder 50 toneladas por três vezes dentro de 1 hora.

A desconexão e a desamarração serão autorizadas pelo comandante do ST e o OIM.

#### *4.3.2.6 Limitações ambientais*

A tripulação do navio não iniciará qualquer operação caso os critérios predefinidos excedam os limites como descrito nas tabelas apresentadas a seguir.

Os boletins da previsão de tempo serão enviados por correio eletrônico do OIM do FPSO ou das bases costeiras ao ST durante a operação.

O FPSO será equipado com um anemômetro para medir a velocidade do vento e o sentido, assim como um medidor de corrente para medir a velocidade e o sentido atuais.

### Aproximação e Amarração

Tabela 1: Limites ambientais para aproximação e amarração.

DESCRIÇÃO	CONDIÇÕES ACEITAVEIS DE OPERAÇÃO
Vento	TABELA DE ALERTAS ABAIXO
Altura da onda	TABELA DE ALERTAS ABAIXO
Período da onda	TABELA DE ALERTAS ABAIXO
Corrente	1,1 m/sec (2,1 nós)
Aceleração da corrente	0,8 m/sec por dia (1,5 nó)
Geração de energia e propulsão	80 % da geração de energia propulsão contínua operacional
Visibilidade < 1 MN	A aproximação e amarração podem começar a quando: A visibilidade for maior que 1.000 m da proa do aliviador. O radar está operando corretamente. O capitão do ST e os FPSO OIM concordam que é seguro operar.
Visibilidade < 1000 m	A aproximação e amarração devem começar quando: Os radares estiverem operacionais. O comandante e o OIM avaliarem em conjunto que as condições ambientais são seguras.

Fonte: Manual Petrobras da Bacia de Campos.

### Transferência de petróleo

Tabela 2: Limites ambientais para transferência de petróleo.

DESCRIÇÃO	CONDIÇÕES ACEITAVEIS DE OPERAÇÃO
Vento	TABELA DE ALERTAS ABAIXO
Altura da onda	TABELA DE ALERTAS ABAIXO
Período da onda	TABELA DE ALERTAS ABAIXO
Corrente	1,5 m/sec (2,9 nós)
Aceleração da corrente	0,8 m/sec por dia (1,5 nó)

Fonte: Manual Petrobras da Bacia de Campos.

#### 4.3.3 Estados de alerta

Os estados de alerta são caracterizados pelas circunstâncias ambientais adversas que ameaçam a segurança do FPSO e/ou comandante do ST durante as operações de offloading. O objetivo principal dos estados de alerta é elevar o nível de segurança e impedir dano ao FPSO, ao ST e impedir derramamentos de óleo.

## O estado de alerta tem três estágios:

### Primeiro estágio: FORÇA DESIGUIAÇÃO ESTADO DO MAR VELOCIDADE DO VENTO

Tabela 3: Escala Beaufort.

Grau	Designação	nós	km/h	m/s	Aspecto do mar	Efeitos em terra
0	<i>Calmaria</i>	<1	<2	<1	Espelhado	Fumaça sobe na vertical
1	<i>Bafagem</i>	1 a 3	2 a 6	1 a 2	Pequenas rugas na superfície do mar	Fumaça indica direcção do vento
2	<i>Aragem</i>	4 a 6	7 a 11	2 a 3	Ligeira ondulação sem rebentação	As folhas das árvores movem; os moinhos começam a trabalhar
3	<i>Fraco</i>	7 a 10	13 a 19	4 a 5	Ondulação até 60 cm, com alguns <i>carneiros</i>	As folhas agitam-se e as bandeiras desfraldam ao vento
4	<i>Moderado</i>	11 a 16	20 a 30	6 a 8	Ondulação até 1.5 m, <i>carneiros</i> frequentes	Poeira e pequenos papéis levantados; movem-se os galhos das árvores
5	<i>Fresco</i>	17 a 21	31 a 39	9 a 11	Ondulação até 2.5 m, muitos <i>carneiros</i>	Movimentação de árvores pequenas; superfície dos lagos ondula
6	<i>Muito Fresco</i>	22 a 27	41 a 50	11 a 14	Ondas grandes até 3.5 m; borrifos	Movem-se os ramos das árvores;
7	<i>Forte</i>	28 a 33	52 a 61	14 a 17	Mar revolto até 4.5 m com espuma e borrifos	Movem-se as árvores grandes; dificuldade em andar contra o vento
8	<i>Muito Forte</i>	34 a 40	63 a 74	17 a 21	Mar revolto até 7.5 m com rebentação e faixas de espuma	Quebram-se galhos de árvores; circulação de pessoas difícil
9	<i>Duro</i>	41 a 47	76 a 87	21 a 24	Mar revolto até 9 m; borrifos afectam visibilidade	Danos em árvores; impossível andar contra o vento
10	<i>Muito Duro</i>	48 a 55	89 a 102	25 a 28	Mar revolto até 12 m; superfície do mar branca	Árvores arrancadas; danos na estrutura de construções
11	<i>Tempestade</i>	56 a 63	104 a 117	29 a 32	Mar revolto até 14 m; pequenos navios sobem nas vagas	Estragos abundantes em telhados e árvores
12	<i>Furacão</i>	>64	>119	>33	Mar todo de espuma; visibilidade nula	Grandes estragos

Fonte: Confederação brasileira de vela e motor.

Começa quando o estado de mar alcançar a força 5 na escala de Beaufort (velocidade do vento entre 17 e 21 nós, mares 2 - 2.5 m (6 - 8 pés). O OIM e o comandante do ST têm que manter vigia constante no canal 16 do VHF e em canal exclusivo para a operação. O FPSO estará pronto para parar a qualquer hora a operação de offloading.(OFFLOADING MANUAL FOR BW CIDADE DE SÃO VICENTE, 2008.)

Durante um alerta da primeira fase, todas as pessoas retornarão a sua rotina se as circunstâncias nos parâmetros do estado de alerta melhorarem. Se o estado de alerta aumentar para o segundo ou terceiro estágio, o comandante e o OIM permanecerão em contato em UHF/VHF e avaliarão as ações a serem tomadas.

**Segundo estágio: FORÇA DESIGUINAÇÃO ESTADO DO MAR VELOCIDADE DO VENTO**

Começa quando o estado de mar alcança a força 6 na escala Beaufort (velocidade do vento entre 22 e 27 nós, mar de 3 - 4m (9.5 - 13 pés). Offloading será parado e será acionado o procedimento de parada de emergência classe 1 (ESD 1).

O ST tem que estar pronto para iniciar a desconexão de emergência do mangote offloading e a desconexão do sistema de amarração usando o procedimento para parada de emergência classe 2 (ESD 2).

**Terceiro estágio: FORÇA DESIGUINAÇÃO ESTADO DO MAR VELOCIDADE DO VENTO**

Começa quando o estado de mar alcançar a força 7 na escala Beaufort (velocidade do vento maior que 28 nós, ondas de 4 - 5.5 mtrs (13.5 - 19 pés). Se uma desconexão controlada estiver em andamento e quase terminada, o ST deve realizar uma desconexão imediata do mangote no BLS e a desconexão do sistema de amarração (ESD 2).

**4.3.4 Sistema de parada de emergência do carregamento (*Offloading Emergency Shutdown System ESD*)**

O sistema de parada de emergência do carregamento (ESD) é um programa de seqüências de ações dedicadas para impedir incidentes em caso de urgência durante operações offloading. Há duas categorias de ESD: *Offloading Emergency Shutdown Class 1 ESD 1* e *Offloading Emergency Shutdown Class 2 ESD 2*. O ESD é conectado a *Green Line* do BLS.

**4.3.4.1 *Sistema de parada de emergência classe 1 (ESD 1)***

A válvula do acoplador e a válvula interna no ST fecharão automaticamente ou manualmente, no caso da ocorrência de uma ou várias das anomalias descritas abaixo. Caso necessário, o ST deve poder desconectar e sair da zona de 1500 m rapidamente.

Nota: O ST deve assegurar-se de que a válvula interna não se feche antes da válvula do acoplador.

#### 4.3.4.2 ESD1 manual

As teclas para ativar manualmente ESD 1 estão situadas no ST nas seguintes estações:

- Estação do passadiço (mandatório).
- Estação de BLS.

O ESD 1 será iniciado manualmente como o resultado de:

- Derramamento de óleo
- Dano/ruptura no hawser ou no mangote de carregamento
- Perigo de colisão
- Fogo ou explosão no ST ou no FPSO
- Perda de energia e deriva do ST
- Excedendo a tensão pré-estabelecida do hawser
- Maquinaria, amarração ou a outra avaria técnica sobre rebocador de apoio.

#### 4.3.4.3 ESD1 automático

Um ESD1 automático ocorrerá nas seguintes circunstâncias:

- A pressão do carregamento na linha de carga > 7 bars (100 libras por polegada quadrada).
- A válvula de acoplamento e o mangote não estão exatamente em posição (limite 2 milímetros).
- Destravamento do *chain stopper*.
- Destravamento das garras do acoplador.
- Fechamento da válvula de acoplamento.
- Fechamento da válvula interna.
- Excedendo a tensão pré-ajustada do hawser.

#### 4.3.4.4 ESD 2

A válvula do acoplador e a válvula interna no ST fecharão. Uma vez que a sequência do ESD 1 é terminada, o *chain stopper* liberará a seção de amarra do *hawser* e as garras do BLS abrirão; liberando assim o *hawser* e o mangote. Após a desconexão o ST deve sair da zona de 1500 m. Um ESD 2 pode somente ser iniciado manualmente do ST na seguinte sequência:

- Início do ESD 1 (se não iniciado ainda).
- O sistema de combate ao incêndio na área do BLS será liberado.
- Os *dampers* do sistema de ventilação para o quarto hidráulico fecharão.
- As garras são abertas e o mangote é desconectado.
- O *Chain stopper* abre, e o cabo *hawser* é liberado.
- O ESD 2 deve ser usado somente nas emergências ou para finalidades de teste.

#### 4.3.5 Sequência das válvulas

A fim de limitar picos de pressão na rede de carga, as válvulas associadas com as operações offloading devem ser pré-ajustadas aos tempos de fechamento, que asseguram a sequência correta, como mostrado na tabela 4:

Tabela 4: Válvulas do BLS.

VALVULA	TEMPO DE FECHAMENTO
Coupler Valve	21 - 26 segundos
Inboard Valve	25 - 30 segundos
Remaining Cargo Valves	> 35 segundos

Fonte: Manual Petrobras da Bacia de Campos

A carga, *inboard* e as válvulas do acoplador serão testadas regularmente para verificar o tempo de fechamento. A fim de limitar choque da pressão, o momento de fechamento para aquelas válvulas não será menos de 21 segundos. O tempo de fechamento para a válvula interna será aproximadamente 4 segundos a mais que a válvula do acoplador. Note que isto é para o ST e FPSO. O tempo total para ESD 2 toma aproximadamente 35 segundos. Se o ESD 1 foi usado primeiramente, o ESD 2 liberará o mangote e o cabo *hawser* em



aproximadamente 8 segundos. Em ambos os casos, EDS 1 ou ESD 2, será solicitado a assistência de um rebocador.

#### 4.3.6 Sistema linha verde (Green Line System)

O sistema de carregamento pela proa (BLS) é equipado com o sistema Green line . Este é o nome usado para as funções e os bloqueios que precisam estar operacionais para permitir a operação de offloading.

A maneira que a Green line é apresentada no painel de controle do BLS permite facilmente aos operadores envolvidos no offloading saberem o status real do equipamento.

Quando o sistema offloading é conectado e se apronta para a operação, as lâmpadas READY nos painéis de controle posicionados no passadiço e BLS são iluminadas. As lâmpadas READY liberam a tecla PERMISSÃO PARA CARREGAR situada no painel do passadiço a ser atuado.

Afim de conseguir o Green Line Status, todas as seguintes exigências devem ser cumpridas (Tabela 5):

Tabela 5: Sequência para green line.

LOCAL	CONDIÇÃO
ST	Chain stopper fechado
	Bow roller gurnido
	Mangote conectado e garras travadas
	Válvula de acoplamento aberta (Coupler valve)
	Inboard valve aberta
	Cargo tank valve aberta
	Pressão da rede de carga (<7bar / 100PSI)
	ESD1 ou ESD2 não acionados
	Pressão hidráulica nos acumuladores normal (aproximadamente. 180 bar / 2,600 psi)
	Permissão para carregamento ativado

Fonte: Manual Petrobras da Bacia de Campos

##### 4.3.6.1 *Quebra da Green line*

O sistema é monitorado automaticamente e caso haja qualquer falha ocorrerá quebra da Green line . Isto iniciará um ESD 1.

## 4.4 Exigências Operacionais

### 4.4.1 Exigências para FPSO.

#### 4.4.1.1 Lança retinida (*Pneumatic Line Thrower - PLT*)

O FPSO manterá e terá prontamente disponível a bordo de um PLT que tem as seguintes especificações mínimas:

Tabela 6: Características do PLT – PNEUMATIC LINE THROWER

Alcance	90-140m
Projétil	Tipo emborrachado
Retinida	150m
Dois cilindros de ar comprimido	Cada um com capacidade para quatro disparos
Compressor	Um compressor para recarregar os cilindros de ar

Fonte: Manual Petrobras da Bacia de Campos

O PLT será usado para transferência do hawser da amarração do FPSO ao ST. O comandante do ST fará uma aproximação controlada e quando aproximadamente a 70-150 m da popa do FPSO, a instrução for dada ao FPSO para lançar a retinida utilizando o PLT até área do BLS do ST. Deve ser tomado cuidado para não aplicar nenhuma tensão sobre a retinida durante o içamento do cabo mensageiro. O cabo do mensageiro é unido a uma sessão de amarra do hawser da amarração e o peso combinado do conjunto é de aproximadamente 4.0 toneladas.

#### 4.4.1.2 *Cabo do mensageiro*

O FPSO deve ter dois cabos de reposição do mensageiro do hawser e um cabo de reposição do mensageiro do mangote como detalhada nas tabelas abaixo. Estes cabos são usados para o mangote de offloading e o manuseio do sistema de amarração.

Tabela 7: Características do cabo mensageiro do hawser.

CABO MENSAGEIRO DO HAWSER	
Descrição	Especificação
Comprimento	220 m (720 feet)
Material	Dyneema - Sampson Quantum 12
Circunferência	36mm (4.5 inches)
MBL	72 tons

Fonte: Manual Petrobras da Bacia de Campos

Tabela 8: Características do cabo mensageiro do mangote

CABO MENSAGEIRO DO MANGOTE	
Descrição	Especificação
Comprimento	170 m (560 feet)
Material	Dyneema - Sampson Quantum 12
Circunferência	56 mm (7 inch)
Mínima carga de ruptura (MBL)	173 tons

Fonte: Manual Petrobras da Bacia de Campos

#### 4.4.1.3 Cabo Hawser



Figura 10: Cabo hawser do FPSO Cidade de São Vicente.

O sistema de amarração de offloading consiste no conjunto do hawser, em incluir o carretel do hawser e seção de amarra. No lado da embarcação, o hawser será fornecido em um carretel e para ser equipado com um sistema de liberação rápida e um sistema de vigilância da carga. O sistema de vigilância da carga será projetado para permitir um armazenamento de dados contínuo da monitoração e da tensão do hawser dentro do CCC.

Tabela 9: Configuração do sistema de amarração do FPSO.

CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE AMARRAÇÃO DO FPSO HAWSER E SEÇÃO DE AMARRA		
Componente	Descrição	Especificação
Hawser	Comprimento	150 m
	Material	Nylon
	Circunferência	21 polegadas em cabo solteiro
	Tipo construção	Trançado duplo
	Carga de ruptura nominal (NBL)	630 tons
Seção de amarra	Comprimento	65 elos de aço de 76 mm + elo alongado em um dos lados + olhal rotativo

Fonte: Manual Petrobras da Bacia de Campos

#### 4.4.1.4 Mangote de carregamento e configuração

Um mangote de offloading de polímero reforçado, tipo carcaça dupla, aproximadamente 230 m a 250 m do comprimento (dependendo do projeto final), pressão de funcionamento de 300 libras por polegada quadrada (20 bar). Todos os encaixes de extremidade flangeadas serão fornecidos de acordo com a classe 300 do ANSI B16.5 e fornecidos e instalados de acordo com as diretrizes de OCIMF.

O mangote formará uma catenária submersa. O mangote é equipado com bóias de flutuação na extremidade do ST, tal que quando desconectado o mangote permanecerá parcialmente flutuando no mar e não causará dano ao sistema híbrido. O mangote de offloading terá a seguinte configuração:

Seções de 16 a 20 e a ultima seção na extremidade do ST de 16 de diâmetro nominal, montado com uma válvula modelo North Sea Valve (Figura 8).



Figura 11: North sea valve do FPSO Cidade de São Vicente na bacia de Santos.

O FPSO será equipado com um carretel de aço controlado hidráulicamente e que poderá segurar e armazenar o mangote.



Figura 12: Popa do FPSO Cidade de São Vicente.

#### 4.4.1.5. Mangote Alternativo para Offloading

O FPSO tem uma opção para usar um mangote alternativo para offloading caso o navio aliviador não esteja com o BLS operacional ou se o mangote

principal de offloading estiver com algum problema. Neste caso, um mangote alternativo deve ser usado e seguido o procedimento específico para o offloading.

#### 4.4.2 Exigências para navio aliviador

##### 4.4.2.1 Guincho de tração

O ST será provido com um guincho de tração que tem as seguintes exigências de desempenho mínimas:

Tabela 10: Dados do guincho de tração do aliviador.

GUINCHO DE TRAÇÃO DO ALIVIADOR	
Velocidade de içamento do sistema de amarração	36 m/min (118 ft/min)
Velocidade mínima de içamento do mangote de offloading	15 m/min (49 ft/min)
Capacidade de içamento	50 ton pull SWL

Fonte: Manual Petrobras da Bacia de Campos

##### 4.4.2.2 Chain Stopper

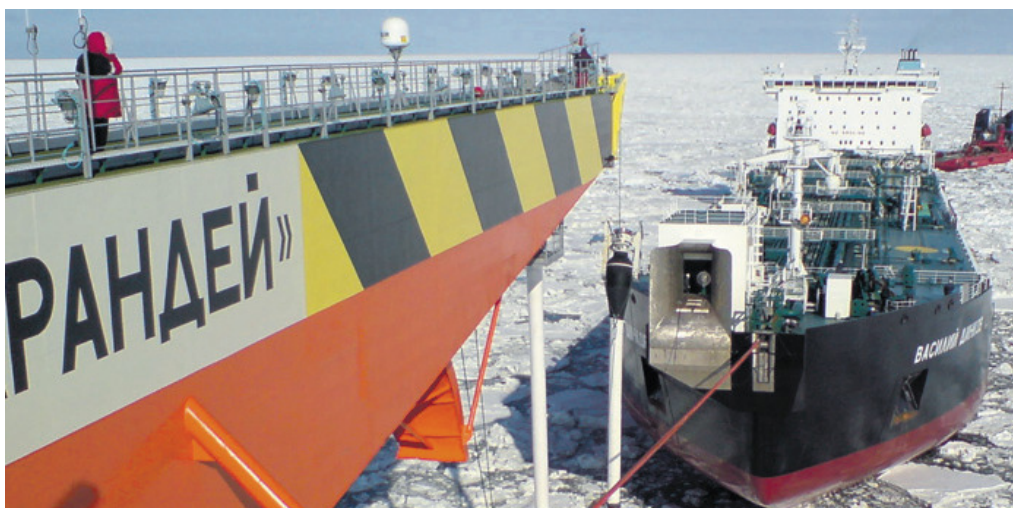


Figura 13: Chain stopper.

Fonte: USER MANUAL ARKER SOLUTIONS

Um *chain stopper* para a seção de amarra do *hawser*, que possua o sistema de travamento tipo *shark-jaw* hidráulico com dispositivo de desengate rápido, de tamanho adequado ao do ST (recomendações da OCIMF).

O *chain stopper* deve permitir livremente a passagem de um diâmetro padrão de 76 milímetros da seção de amarra e suas partes quando estiver na posição aberta.

O ST deve ter pelo menos um conjunto de amarração tipo Panamá alinhado com o *chain stopper* capaz de passar uma seção de amarra de 3 5/8 e seus sistemas.

#### 4.4.2.3 Cabeço para reboque (*Strong Point*)

O ST deve possuir um cabeço para reboque de conexão na linha de centro da popa capaz de liberar rapidamente o cabo de reboque. O cabeço para reboque deve ter um SWL de 250 toneladas.



Figura 14: Cabeço para reboque do DPST Navion Stavanger.  
Fonte: PETROBRAS INSPECTION REPORT, 2006.

#### 4.4.2.4 Iluminação da área de operação

As áreas de operação tais como a área do manifold, o castelo de proa e a área em torno do *chain stopper* e do BLS devem ser iluminadas adequadamente. O ST deve ser provido com holofotes na proa e no passadiço com o alcance mínimo de 250 m.

O ST deve ter luzes de emergência sobre as seguintes áreas: Popa, passadiço, Proa, Centro de Controle de Carga (CCC) e Centro de Controle de Máquinas (CCM).

#### 4.4.2.5 Lança retinida (PLT)

Vide item 4.4.1.1.



Figura 15: Lança retinida ( PLT ).  
Fonte: Foto retirada a bordo do DP/ST Navion Bergen

### 4.5. Procedimentos para Aproximação e Offloading

#### 4.5.1. Plano de manobra de contingência

O ST deve ter seus motores, caldeiras, maquina do leme e sistemas auxiliares prontos a operar durante toda operação.

O comando principal do motor deve estar disponível para a operação do passadiço e do CCM como apropriado.

Uma boa comunicação deve ser garantida entre o CCM e o passadiço.



O passadiço e o CCM devem estar guarnecidos em toda operação. O ST chegará na área com sua hélice submersa.

#### 4.5.2. Plano de chegada e de partida

O comandante do ST deve ser diligente durante chegadas e partidas e terá de está bem documentado no plano de viagem de berço a berço. Durante o trânsito dentro da área da bacia petrolífera e próximo ao FPSO, o passadiço deve ser guarnecido pelo comandante e por um (1) oficial de náutica.

Os *thruters* devem estar prontos ao uso se requerido, para manter o curso do ST a fim ajudar às operações.

Os petroleiros comuns quando em operação offloading terão presente um capitão de manobra no passadiço e um mestre assistente de amarração na proa.

##### 4.5.2.1 *Sentido da aproximação*

Quando o ST estiver a 650 m do FPSO, sua proa deverá está por aproximadamente 5 -10 graus de diferença da proa do FPSO, para assegurar uma rota de fuga segura para emergência.

##### 4.5.2.2 *Sentido alternativo da aproximação*

O ST pode aproximar-se do FPSO em um rumo paralelo a resultante das forças ambientais, após comunicação ao OIM.

##### 4.5.2.3 *Velocidade de aproximação*

Quando as operações da amarração começam, o ST aproximará do FPSO através do setor designado para chegada. A tabela abaixo especifica as velocidades.

Tabela 11: Velocidades para manobra de aproximação.

POSIÇÃO	VELOCIDADE MÁXIMA PERMITIDA
Dentro da zona 10 nm do FPSO	Vessel maximum speed - COLREG
Dentro de 3 nm do FPSO	5 nós
Dentro de 1,5nm do FPSO	2 nós
Dentro de 1,500 m do FPSO	1.5 nós
Dentro de 500 m do FPSO	1 nós
Dentro de 300 m do FPSO	0.4 nós
Dentro de 200 m do FPSO	0.2 nós

Fonte: Manual Petrobras da Bacia de Campos.

Durante a aproximação final o ST dirigirá na resultante das forças ambientais.

O ST deve manobrar com cuidado ao aproximar-se da zona de 250m do FPSO.

#### 4.5.2.4 Visibilidade reduzida

Se a visibilidade for menor de 1000m na área da aproximação de FPSO, ocomandante do ST e o OIM devem avaliar e concordar se há circunstâncias segurasantes de prosseguir. O comandante do ST manobrará sua embarcação de acordo com procedimentos e limitações operacionais, reduzirá a velocidade se necessário,observará todas as atividades na área, e guarnecerá as estações relevantes da embarcação.

#### 4.5.3 Decisão da amarração

##### 4.5.3.1 Informações

Na chegada do ST, o FPSO é responsável por assegurar-se de que ocomandante do ST esteja com toda a informação necessária e relevante a respeito das condições meteorológicas e do status operacional da instalação. Esta informação deve ser enviada preferivelmente através do email ou do fax e inclui o seguinte:

- Quantidade, temperatura e densidade da carga.
- Vazão máxima e duração do *offloading*.

- Informação do setor da chegada que inclui obstruções e limitações.
- FPSO informa sobre os movimentos *pitch*, *roll* e *heave*.
- Proa do FPSO.
- Dados do rebocador de apoio.
- Método para o manuseio do *hawser* e do mangote de carregamento.
- Atividades de outras embarcações nas vizinhanças do FPSO.
- Condições meteorológicas da área incluindo: velocidade e sentido do vento; velocidade e aceleração atuais; altura, período e sentido significativos de onda; altura e sentido do swell e visibilidade.
- Antes que o ST entre na zona restrita, o OIM deve verbalmente confirmar que as listas de verificação da chegada foram completadas. Data e hora devem ser registradas e as listas de verificação arquivadas por 1 ano.

#### 4.5.3.2 Avaliação

O comandante e o OIM avaliarão as circunstâncias acima e concordarão com o sentido da aproximação para a amarração no FPSO. Quando ambas as partes concordarem que a operação de amarração está segura, a decisão final para começar a amarração incumbe ao comandante do ST. O comandante do ST é completamente responsável pela segurança de sua embarcação e deve observar as limitações ambientais neste procedimento para ajudar-lhe a tomar suas decisões.

#### 4.5.3.3 Adiamento ou Cancelamento

O comandante e o OIM têm a autoridade para adiar ou cancelar a operação da amarração em todo o estágio. Quando tal decisão ocorre, ambos devem informar a todos as partes envolvidas e, se possível, estimativa de quando as operações serão iniciadas outra vez. A decisão para adiar ou cancelar a operação de amarração pode ser o resultado de uma ou várias das circunstâncias indicadas abaixo:

- Condições meteorológicas que excedem os limites operacionais.
- Grandes movimentos no ST que podem causar danos ao equipamento.
- Dano crítico no sistema de amarração ou de transferência do óleo.
- Baixa Visibilidade.
- Outras atividades potencialmente perigosas que ocorrerem.

#### 4.6 Detalhes da Amarração

As operações de amarração e desamarração do ST devem ser realizadas de acordo com as instruções abaixo:

##### 4.6.1 Aproximação e amarração

Tabela 12: Procedimentos de aproximação e amarração.

DISTANCIA	RESPONSÁVEL	AÇÃO
30 NM	ST	Checar se os seguintes equipamentos estão operacionais: Máquina do leme, Thrusters, Sistema de propulsão, Equipamentos de comunicação, Sistemas de amarração, Sistemas de carregamento.
20 NM	ST	Contatar o FPSO e informar o seguinte: ETA na área, Último porto, Posição do navio, Espaço disponível para carga, Espaço disponível para água, Restrições operacionais, se houver.
	FPSO	Contatar o ST no canal 16 e decidirem o canal de operação.
	FPSO	Informar ao ST o nome do rebocador de apoio
	ST	Informar o FPSO o seguintes dados: Rota de aproximação, Condições ambientais, Hora estimada para inicio das operações, Possíveis perigos a navegação, Qualquer outra informação relevante, Checar os dados operacionais do rebocador.
	FPSO	Qual mangote será usado, o principal ou alternativo; Quantidade de óleo a bordo, temperatura, densidade e quantidade que será transferida ao ST; Dados da carga como BSW ( <i>Basic Sediment and Water</i> ) – Total de <i>Slop</i> e percentual de água na carga; Vazão estimada (m <sup>3</sup> /h); Restrições na operação, se houver;
	FPSO	Iniciar a preparação de sistema de amarração e <i>offloading</i> para a operação de acordo com os procedimentos internos.
10 NM	ST	Contatar o FPSO e informar que está pronto para iniciar a operação. Assinar o pronto a operar ( <i>Notice of Readiness - NOR</i> ) Checar se a tripulação, sistemas e todos os recursos estão em condições seguras para a operação.

Continuação da Tabela 12: Procedimentos de aproximação e amarração.

DISTÂNCIA	RESPONSÁVEL	AÇÃO
3 NM	ST	Velocidade máxima de aproximação de 5 nós
1.5 NM	ST/AT	Velocidade máxima de aproximação de 3 nós Conectar o rebocador na popa do ST, caso necessário O comandante ter em mãos os dados do navio Solicitar do FPSO as seguintes informações: Proa do FPSO Vento (direção e velocidade) Corrente (direção e velocidade) Comparar os dados de direção e velocidade do FPSO com o anemômetro do ST. Em um período de 10 minutos, verificar a deriva do navio, se estiver em situação normal continuar a aproximação.
1500M	ST/ FPSO	Velocidade máxima de aproximação de 1,5 nó Preparar o sistema de amarração Informar ao ST se o PLT está pronto ao uso.
500M	ST	Velocidade máxima de aproximação de 1,0 nó
300 m	ST	Velocidade máxima de aproximação de 0,4 nós. Ir para posição de recebimento dos cabos mensageiros do FPSO.
200 m	ST	Velocidade máxima de aproximação de 0,2 nó.
150 m	ST	Pare na posição de amarração.
	FPSO ST	Atire o lança retinida da popa do FPSO até a proa do ST. Evite obstruções e pessoais do ST. Comece recuperar o cabo mensageiro do hawser. Ajuste os elos da seção de amarra do hawser no <i>chain stopper</i> e trave o sistema. Desconecte a linha do mensageiro hawser do sistema de amarração permitindo uma desconexão rápida sob uma situação de emergência. Informe o FPSO que o ST está amarrado.

Fonte: Manual Petrobras da Bacia de Campos

#### 4.6.2 Conexão do mangote

Tabela 13: Procedimentos para conexão do mangote.

PASSO	RESPONSÁVEL	AÇÃO
1	FPSO	Conecte o cabo mensageiro do mangote ao cabo mensageiro do hawser.
2	ST	Remova o cabo mensageiro do mangote do cabo do hawser e transfira-o ao guincho de tração do ST.
3	ST	Comece recuperar os mensageiros. Instrua o FPSO na velocidade para ser usado ao recuperar o cabo do mensageiro do sistema.
	FPSO	Libere o mangote de acordo com instruções do ST
4	ST	Conecte o mangote a válvula de acoplamento.
5	ST	O mensageiro do mangote deve ser desconectado para que em caso de emergência o ST esteja pronto para acionar o ESD2 .
6	ST	Informe ao FPSO que o mangote está conectado.

Fonte: Manual Petrobras da Bacia de Campos.

### 4.6.3 Operação offloading

#### 4.6.3.1 *Teste de pressão do mangote*

Será realizado o teste de pressão do mangote antes de cada operação de offloading. A válvula de offloading do mangote deve ser aberta pela válvula de acoplamento e fechada a válvula interna, de modo que o teste de pressão seja limitado ao mangote e BLS. O teste é realizado pelo FPSO com uma pressão de 5 bar por 10 minutos. O FPSO e o ST monitorarão o teste de pressão e será registrado os resultados do teste nos livros apropriados.

#### 4.6.3.2 *Transferência da carga*

Respeitando as particularidades de cada embarcação e do FPSO, os seguintes aspectos devem ser verificados durante transferência da carga:

- O ST será informado da quantidade de carga a ser transferida.
- O FPSO informará o ST da quantidade de carga disponível a bordo e os atrasos previstos devido às limitações impostas pela carga e o offloading.
- Antes do offloading, o ST deve garantir que os procedimentos foram cumpridos para receber a carga.
- O controle da bomba da carga será monitorado, com a vazão aumentada gradualmente conforme solicitado pelo ST.
- - Durante toda a operação de offloading, o ST manterá atenção especial à distância e aos setores operacionais da unidade.
- Durante toda a operação offloading o ST observará e relatará prováveis
- anomalias nos sistemas, mantendo atenção especial à prevenção de derramamentos de óleo.
- O ST observará a catenária formada entra a proa do navio e popa do FPSO, atentando aos limites operacionais.
- A sala de controle do FPSO e o CCC do ST serão informados periodicamente (pelo menos de hora em hora) da seqüência do

offloading, de mudanças dos tanques, de ullages, das vazões, das pressões, das quantidades e das inspeções do BLS.

- O ST controlará sua posição e a proa constantemente.

#### *4.6.3.3 Limpeza do mangote*

Os procedimentos operacionais para limpeza do mangote devem seguir os procedimentos estabelecidos entre FPSO e ST. O mangote pode ser lavado com água do mar, nitrogênio ou ambos. O modo que será feito a limpeza do mangote será discutido e esclarecido durante as comunicações pre-offloading entre o comandante e o OIM. O ST dará permissão para a limpeza do mangote após a conclusão do carregamento, conforme o plano da carga. Quando o ST estiver pronto para começar esta operação, a válvula de acoplamento será aberta e a limpeza do mangote será iniciada. O ST informará ao FPSO o termino da limpeza e fechará a válvula de acoplamento. Os seguintes itens podem ser verificados para assegurar-se de que o mangote está livre do óleo:

- Leia o ullage e calcule a quantidade recebida no ST.
- Leia o ullage e calcule a quantidade descarregada do FPSO.
- Abra a válvula de dreno no BLS.
- Se o óleo permanecer na rede, continue a limpeza até que a rede de carga esteja livre de óleo.
- Se ocorrer uma desconexão da emergência antes da limpeza do mangote, o FPSO deve, assim que possível, executar o procedimento estabelecido para a limpeza interna do mangote.

## **4.7 Inspeção**

O FPSO e o ST manterão um serviço eficaz de inspeções no convés e passadiço de suas unidades durante toda operação de offloading. O CCC deve ser guarnecido durante a operação por um oficial de náutica ou bombeador. Para as embarcações que possuem o centro de controle da carga no passadiço, um dos oficiais pode controlar a operação de carga pelo passadiço.

#### 4.8 Desconexão do Mangote

Tabela 14: Procedimentos para desconexão do mangote.

CONDIÇÃO	RESPONSÁVEL	AÇÃO
2 h antes da saída	ST	Testar todos os equipamentos que serão usados para desconexão
1 h antes da saída	ST	Informar ao FPSO e rebocador a hora estimada de término da carga, para se prepararem.
Saída	ST	Reconectar o mensageiro do mangote.
	FPSO	Autorizar o ST a iniciar a desconexão.
	ST	Desconectar o mangote de acordo com os procedimentos do BLS
	FPSO	Instruir o ST sob a velocidade de arreamento do mangote e quando poderá lançar o mensageiro no mar.
	ST	Deverá se manter na zona operacional.
	ST	Informar o FPSO a hora de desconexão

Fonte: Manual Petrobras da Bacia de Campos

#### 4.9 Procedimento de Desamarração

O procedimento de desamarração somente poderá começar se a área da manobra situada entre proa do ST e a popa do FPSO estiver desobstruída do cabo mensageiro do mangote ou dos outros materiais que possam ser danificados durante a operação.

Tabela 15: Procedimentos de desamarração.

CONDIÇÃO	RESPONSÁVEL	AÇÃO
2 h antes da saída	ST	Testar todos os equipamentos que serão usados para desamarração
1 h antes da saída	ST	Informar ao FPSO e rebocador a hora estimada de término da carga, para se prepararem. Observar a posição do navio em relação ao FPSO, e analisar os procedimentos necessários para a desamarração e navegação.

Fonte: Manual Petrobras da Bacia de Campos



Tabela 16: Procedimentos de desamarração.

Saída	ST	Manter mínima tensão no <i>hawser</i> . Manter o navio dentro da zona operacional. A desamarração começará somente se não houver nenhuma tensão no sistema de amarração.
	ST	Reconectar o mensageiro do <i>hawser</i> . Iniciar a desamarração. Abrir o <i>chain stopper</i> para arriar o sistema de amarração. Iniciar a desamarração tendo especial atenção a tensão no mensageiro do <i>hawser</i> . Informar ao FPSO que a desamarração iniciou.
	ST	Aproximadamente 1 n/m (dependente do tempo e do tráfego) fora do FPSO o rebocador será liberado.

Fonte: Manual Petrobras da Bacia de Campos

## **CONCLUSÃO**

O presente trabalho apresentou alguns aspectos do sistema de posicionamento dinâmico de embarcações. A aplicação desse sistema em navios aliviadores, propicia grande redução de custos e tempo de operação, além de tornar mais segura à atividade de offloading, minimizando os riscos, com procedimentos de alto padrão internacional e equipamentos de tecnologia de ponta. Colocando o Brasil em posição de destaque, com a maior frota de aliviadores da América do Sul, e o principal, tripulados em sua maioria por brasileiros de elevada capacidade técnica, confirmando desta forma a soberania nacional em águas brasileiras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A.C. **Controle por Modos Deslizantes aplicado a Sistema de Posicionamento Dinâmico**. 2009. 90f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia e telecomunicações e Controle, São Paulo, 2009.

BRAY, D. **Dynamic Positioning, The Oilfield Seamanship Series**, Volume 9, Oilfield Publications Ltd. (OPL), 1998.

FOSSEN, T.I. **Guidance and Control of Ocean Vehicles**, John Wiley and Sons, Ltd., 1994.

LEITE, P.C.L. **Módulo De Controle Automático De Pitch e do Azimuth de Thrusters Utilizados em Sistema de Posicionamento Dinâmico**. Petroleum and Chemical Industry conference Brasil. p.69-75, set., 2008.

MÜLLER, C.A. **60 anos de Fronape: Uma História de Superação**. Abril, 2010. Disponível em:  
<[http://www.ceepc.org.br/cms/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1758:60-anos-defronape-uma-historia-de-superacao&catid=39:noticias&Itemid=69](http://www.ceepc.org.br/cms/index.php?option=com_content&view=article&id=1758:60-anos-defronape-uma-historia-de-superacao&catid=39:noticias&Itemid=69)>  
Acesso em: 20 de setembro de 2011.

**OFFLOADING MANUAL FOR BW CIDADE DE SÃO VINCENTE**, 2008.

PETROBRAS. **Relatório Anual: Transporte, 2002**. Disponível em:  
<<http://www2.petrobras.com.br/ri/port/conhecapedrobras/relatorioanual/relat02/anal/08.htm>>. Acesso em: 25 de setembro de 2011.

Sphaier, S. H.; Goulart, M. P.; Sales, J. J. S.; Silva, S. H. S. C. **Uso Prático de Modelos Matemáticos em Operações com Sistemas Flutuantes de**

**Armazenamento de óleo**. 2005. Disponível em:  
<[http://www.ipen.org.br/downloads/XIX/CT7\\_INVESTIGACI%C3%93N\\_Y\\_CIENCIA\\_DEL\\_MAR/Sergio%20H.%20Sphaier%20\(2%20\).pdf](http://www.ipen.org.br/downloads/XIX/CT7_INVESTIGACI%C3%93N_Y_CIENCIA_DEL_MAR/Sergio%20H.%20Sphaier%20(2%20).pdf)> . Acesso em 20 de setembro de 2011.

SILVA, J. L. **Modelo de cálculo do custo de escoamento de óleo da Bacia de Campos - RJ, usando a técnica de custo baseado na atividade ABC Costing**. 2005. 118f. Dissertação (mestrado) Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial. Rio de Janeiro, 2005. Acesso em: 15 de setembro de 2011.

SILVA, J. L.; COSTA, P.H.S. **Modelo de Cálculo do Custo de Escoamento do Óleo da Bacia de Campos**. 2006; Seminário: II Seminário de Logística e de Supply Chain; Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006. Acesso em: 15 de setembro de 2011.

TANNURI, E.A. **Desenvolvimento de metodologia de Projeto de sistema de Posicionamento dinâmico Aplicado a Operações em Alto-Mar.** 2002. 273f. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002. Acesso em: 18 de setembro de 2011.

TANNURI, E. A. **SISTEMAS DE POSICIONAMENTO DINÂMICO DE**

**EMBARCAÇÕES.** 2004. Disponível em:

<[http://eatannuri.sites.uol.com.br/pubs/B\\_2004\\_faap\\_spd.pdf](http://eatannuri.sites.uol.com.br/pubs/B_2004_faap_spd.pdf)>. Acesso em 02 de outubro de 2011

TANNURI, E. A. ; MORISHITA, H. M. **Experimental and Numerical Evaluation of a typical Dynamic Positioning System.** Applied Ocean Research, vol.28, p.133-146,2006. Acesso em: 12 de outubro de 2011.

TANNURI, E. A. **Sistemas de Posicionamento Dinâmico: Projeto, Análise e Novos desenvolvimentos.** 2009. 93f. Texto sistematizado Sobre Projeto de Pesquisa Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de engenharia Mecatrônica e Sistemas Mecânicos. São Paulo, 2009.

TRANSPETRO. **Transporte Marítimo.** Disponível em:

<<http://www.transpetro.com.br/>>. Acesso em: 12 de outubro de 2011.

VENTURA, L.A.C.; SOARES, J.A.B. **Fundeio Sem Ferro!**. Boletim Informativo Centro dos Capitães da Marinha Mercante. Quinzenal. Rio de Janeiro. set. 2008.

Disponível em:

<[http://www.centrodoscapitães.org.br/Boletim%20Informativo%20\(48\)%2018-09-08.doc](http://www.centrodoscapitães.org.br/Boletim%20Informativo%20(48)%2018-09-08.doc)> Acesso em: 05 de outubro de 2011.

Portal marítimo - Posicionamento dinâmico. Disponível em: <<http://www.portalmaritimo.com/2011/03/16/posicionamentodinamico>>.

Acesso em 29 de setembro de 2011.

Portal CREA RJ. Disponível em: <<http://www.app.crea-rj.org.br>>. Acesso em 29 de setembro de 2011.

Pusness offshore winches Disponível em: <<http://www.arkersolutions.com>>. Acesso 14 de outubro de 2011.