

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA – CIAGA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DE NÁUTICA – APNT
TURMA 01/2012



**OPERAÇÕES DAS EMBARCAÇÕES ANCHOR HANDLING TUG
SUPPLY (AHTS)**

RIO DE JANEIRO-RJ
2012
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA

OPERAÇÕES DAS EMBARCAÇÕES *ANCHOR HANDLING TUG
SUPPLY* (AHTS)

Monografia apresentada pelo aluno **Rafael
Maia de Souza** como exigência do curso de
Aperfeiçoamento de Oficiais de Náutica do
Ciaga - **Centro de Instrução Almirante Graça
Aranha** sob a orientação do professor **Augusto
Marcos Coelho de Paiva**

**RIO DE JANEIRO
2012**

OPERAÇÕES DAS EMBARCAÇÕES ANCHOR HANDLING TUG
SUPPLY (AHTS)

RAFAEL MAIA DE SOUZA

Aprovada em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Nome Completo (orientador)

Titulação-Instituição

Nome Completo

Titulação-Instituição

Nome Completo

Titulação-Instituição

CONCEITO FINAL: _____

DEDICATÓRIA

Dedico essa monografia à minha esposa Leia, ao meu filho Guga e a minha filha (o) Manu (Edu), que ainda ta na barriga da mamãe, pelo incentivo e pelo apoio não só neste curso ou em minha vida profissional, mas em tudo que faço há a presença deles.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por mais esta vitória e por tudo que tem feito pela minha família!

A minha família por me incentivar e ter paciência para com a minha pessoa, nos momentos mais difíceis...

Agradeço também, aos meus pais pela dedicação que tiveram comigo e com minhas irmãs, que também agradeço, pois fizeram parte de minha criação e estão sempre me dando força.

Agradeço ao meu Amigo e Irmão Bruno Luiz, pois além de ter aberto mão de sua liberdade em sua própria casa, me recebendo com a maior felicidade, é um exemplo de determinação, vontade e superação. Deus te proteja meu Irmão!

E gostaria de agradecer a todas as pessoas que contribuíram com minha formação, seja profissionalmente ou como pessoa, seja amigo, colega ou companheiro de trabalho. Meu muito obrigado a todos!

RESUMO

As operações de ancoragem, desancoragem e movimentação das plataformas de perfuração e de produção, estão diretamente relacionadas com o sucesso da prospecção do petróleo. Com isso surgiram as embarcações AHTS, também conhecidas como embarcações de manuseio de âncoras. Hoje em dia, existem unidades marítimas com sistema de posicionamento dinâmico (DP), que dispensam a utilização de sistemas de ancoragem. Entretanto a demanda por AHTS vem crescendo exponencialmente, principalmente no Brasil, mais especificamente nas Bacias de Campos, do Espírito Santo e de Santos, devido às recentes descobertas de novos blocos petrolíferos. A operação de um manuseio de âncoras requer dedicação, conhecimento, habilidade e principalmente experiência, pois é de extremo risco para os participantes. Os comandantes e imediatos dos AHTS são responsáveis pelo gerenciamento das manobras, tendo como principal atribuição a proteção de seus subordinados, que se encontram no convés principal, diretamente engajados no manuseio. O aprimoramento e a constante reciclagem dos marítimos os levam a uma harmonia, e conseqüente eficiência em suas funções, atingindo os objetivos pretendidos por seus empregadores de forma segura e rápida. A relevância deste estudo está em apresentar, através da pesquisa bibliográfica, uma fonte de consultas aos profissionais e estudiosos deste assunto e aos iniciantes desta atividade.

Palavras-chaves: procedimentos – segurança – equipamentos – âncora – embarcação.

¹ 1º Oficial de Náutica formado na Escola de Formação de Oficiais de Marinha Mercante (EFOMM), Imediato da embarcação Skandi Botafogo, pertencente à empresa Norskan Offshore Ltda.

ANCHOR HANDLING TUG SUPPLY OPERATIONS

ABSTRACT

The operations of anchorage, lift anchors and towing of drilling and production rigs are directly related to the success of oil exploration. Therefore the AHTS vessels came, also known as anchor handling vessels. Nowadays, there are marine units with dynamic positioning system (DP), which dispenses the use of mooring systems. However the demand for AHTS has been growing exponentially, especially in Brazil, more specifically in the Campos basin, Espírito Santo basin and Santos basin, due to recent discoveries of new oil blocks. The operation of an anchor handling requires dedication, knowledge, skill and experience mainly because it is extremely hazardous to the participants. The captains and Chief mates of AHTS are responsible for managing the maneuvers, with the primary assignment to protect his subordinates, who are on the main deck, directly engaged in handling. The improvement and constant recycling of the sea lead to harmony and efficiency resulting in its functions, achieving the desired goals by their employers safely and quickly. The relevance of this study is to present, through the literature search, a source of consultation for professionals and students of this subject and the beginners of this activity.

Keywords: procedures - Safety - Equipment - Anchor - vessel.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de catenária.....	16
Figura 2 – Tipos de âncoras de arraste.....	17
Figura 3 – Comparação entre sistema de ancoragem por arraste e o <i>taut-leg</i>	18
Figura 4 – Estaca de sucção.....	19
Figura 5 – Âncora torpedo.....	19
Figura 6 – VLA.....	19
Figura 7 – Exemplo de elos com e sem malhete.....	20
Figura 8 – Composição do cabo de poliéster.....	22
Figura 9 – Elos de ligação e manilha.....	24
Figura 10 – Um AHTS rebocando uma plataforma e outro fazendo a escolta.....	27
Figura 11 – Embarcação AHTS com a planta de ROV instalada.....	28
Figura 12 – Embarcação AHTS engajada no transporte de carga.....	31
Figura 13 - Inspeção e manutenção de mangotes, realizadas em embarcação AHTS	32
Figura 14 – Configuração do sistema de abandono.....	39
Figura 15 – AHTS com ROV auxiliando a conexão do gancho KS 40 com a agulha conectada ao seu bico.....	41
Figura 16 – Foto tirada do <i>Bourbon Dophing</i> em sua saída do porto para a operação que culminou em seu emborcamento, mostrando o disco de <i>Plinson</i> bem acima da linha d'água.....	45
Figura 17 – Esquema demonstrando a ação do AHTS <i>Highland Valour</i> para aliviar o peso sustentado pelo <i>Bourbon Dolphin</i>	46
Figura 18 – No <i>track sistem</i> (sistema de monitoramento de posição) mostra, em destaque, as respectivas posições e a deriva do <i>Bourbon Dolphin</i> para longe da linha.....	47
Figura 19 – Momento onde as duas embarcações quase colidiram.....	48
Figura 20 – Simulação do adernamento para bombordo após o pino interno de boreste ter sido abaixado.....	49
Figura 21 – AHTS <i>Bourbon Dolphin</i> emborcado.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de critérios meteorológicos utilizada no procedimento de DMA da FPSO Cidade de São Vicente	35
Tabela 2 – Tabela com as principais características das embarcações envolvidas..	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHTS *Anchor Handling Tug Supply*

CALM *Catenary Anchor Leg Mooring*

DMA Desancoragem, Movimentação e Ancoragem

DN Diâmetro Nominal

DP *Dynamic Positioning*

FPO *Floating Production and Offloading*

FPSO *Floating Production, Storage and Offloading*

FSO *Floating Storage and Offloading*

MCP Motor de Combustão Principal

OSV *Offshore Support Vessels*

PCC *Pendent Chain Chaser*

PLSV *Pipe Laying Support Vessel*

ROV *Remote Operated Vehicle*

SALM *Single Anchor Leg Mooring*

SM *Spread Mooring*

SPM *Single Point Mooring*

SS Semi-submersíveis

UEP Unidades Estacionárias de Produção

VLA *Vertical Load Anchor*

SUMÁRIO

Introdução	13
CAPÍTULO 1 – Equipamentos utilizados em um sistema de ancoragem	15
1.1. Âncoras	15
1.1.1. Âncoras de arraste	15
1.1.2. Classificação das âncoras de arraste	16
1.2. Sistemas <i>taut-legs</i>	18
1.2.1. Estaca de sucção	18
1.2.2. Âncora torpedo	19
1.2.3. Âncora de carga vertical (VLA)	19
1.3. Amarra.....	20
1.4. Cabo de aço	20
1.5. Cabo de poliéster.....	22
1.6. Conectores	22
1.6.1. Elo <i>kenter</i>	23
1.6.2. Elo pêra	23
1.6.3. Elo <i>baldt</i>	23
1.6.4. Manilhas	24
CAPÍTULO 2 – Operações de um AHTS	25
2.1. Reboque	25
2.1.1. Planejamento do reboque	26
2.2. Inspeção com ROV (<i>Remoted Operated Vehicle</i>).....	28
2.3. AHTS utilizado como embarcação supridora	29
2.3.1. Transporte de carga no convés	29
2.4. Apoio aos terminais oceânicos.....	31
CAPÍTULO 3 – Desancoragem, movimentação e ancoragem - DMA	34
3.1. Sistema de ancoragem	34
3.2. Preparação para o início da operação	34
3.3. Desancoragem do FPSO Cidade de São Vicente.....	37
3.4. Reboque do FPSO para a nova locação	39
3.5. Ancoragem do FPSO Cidade de São Vicente.....	40

CAPÍTULO 4 – Estudo de caso	43
4.1. Sequência de erros.....	43
4.2. O acidente	45
4.2.1. Análise cronológica dos fatos	46
Conclusão	52
Referências Bibliográficas	53
Anexo A	54
A.1 Componentes das linhas de ancoragem.....	55
A.2 Esquema completo da operação com o FPSO Cidade de São Vicente	56

INTRODUÇÃO

Em meados da década de 1960, foram descobertos os primeiros poços de petróleo em regiões oceânicas. Para que estes poços fossem explorados, foram desenvolvidas unidades marítimas de perfuração, armazenamento e produção.

Com lâminas d'água de até 300 (trezentos metros) eram instaladas plataformas tipo jaqueta, onde a unidade é fixada no leito marinho, ou plataformas auto-elevatórias, que são unidades que podem navegar, pois têm flutuabilidade, logo possuem facilidade de locomoção de um poço ao outro e que ao chegarem à locação descem suas pernas, normalmente três, e se apóiam ao leito.

Porém, com o desenvolvimento técnico-científico da exploração de petróleo no mar, as profundidades foram aumentando e esta forma de exploração foi ficando ultrapassada, surgindo assim as unidades marítimas ancoradas. Neste momento, as embarcações que eram utilizadas para reboque de unidades flutuantes passaram a ser adaptadas ao manuseio das âncoras, e a partir deste momento foram desenvolvidas embarcações específicas para o posicionamento e reboque destas unidades.

As operações em embarcações de manuseio de âncoras são de extrema importância no que diz respeito à prospecção de petróleo alojado em regiões oceânicas, tanto para águas rasas - até 300 (trezentos) metros de lâmina d'água, quanto para regiões de águas profundas, pois são as únicas embarcações capazes de realiza o DMA (Desancoragem, Movimentação e Ancoragem) das unidades.

No primeiro capítulo serão abordados os tipos de equipamentos que compõem um sistema de ancoragem, assim como os principais tipos de sistemas.

No segundo capítulo serão abordados, em vistas gerais, os diferentes tipos de operações que um AHTS é capaz de realizar, pois devido à sua grande versatilidade esta embarcação é aplicada em diferentes frentes de trabalho, dependendo do contrato de afretamento e do cliente, para o qual ele presta o serviço.

Em seguida será estudado um DMA em sua íntegra, ou seja, desde o planejamento até a aprovação final do capitão de manobras (*mooring master*) da unidade marítima, demonstrando os procedimentos e instruções de trabalho, aos quais este tipo de trabalho está vinculado.

Em vistas de transferência de conhecimento, um estudo de caso será abordado, utilizando acidentes e incidentes ocorridos durante esta atividade, para que sirva como fonte de consulta e conhecimento a todos pertencentes ou estudiosos das embarcações de manuseio de âncoras.

Este trabalho tem como motivação analisar um sistema de ancoragem, desde o carregamento dos materiais no porto, até o posicionamento final da unidade marítima, sendo utilizados manuais e publicações internacionais como forma de consulta.

CAPÍTULO 1

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS EM UM SISTEMA DE ANCORAGEM

1.1. ÂNCORAS

Um dos grandes desafios na exploração de petróleo é manter as unidades marítimas posicionadas, de forma que sua deriva² seja a menor possível, visto que a elas estão conectados os poços através de tubulações que hora são brocas, para perfuração, hora são dutos para produção. Neste contexto, foram desenvolvidos os sistemas de ancoragem, onde a plataforma é fixada ao leito marinho através de uma combinação de amarras, cabos de aço e tocando o fundo e servindo de ponto de fixação, as âncoras.

1.1.1. Âncoras de arraste

As âncoras mais comumente utilizadas hoje em dia são as âncoras de arraste. Este tipo de equipamento depende de um sistema tipo catenária, onde há um ponto de fixação ao leito marinho, a âncora. Para evitar um esforço vertical na âncora, é conectado um trecho de amarra, chamado amarra de fundo (figura1), sendo que este trecho fica deitado no leito marinho para garantir que só chegara à âncora trações horizontais, pois este equipamento foi projetado para resistir a grandes esforços, desde que estes sejam no eixo “x”, ou seja, na horizontal. Qualquer esforço vertical (eixo “Y”) sofrido pela âncora ela irá soltar ou descruvar, comprometendo a eficácia do sistema [Vryhof anchors, anchor manual 2010].

² Termo técnico utilizado para descrever a perda ou variação da posição desejada de uma unidade flutuante, seja ela uma embarcação ou uma plataforma.

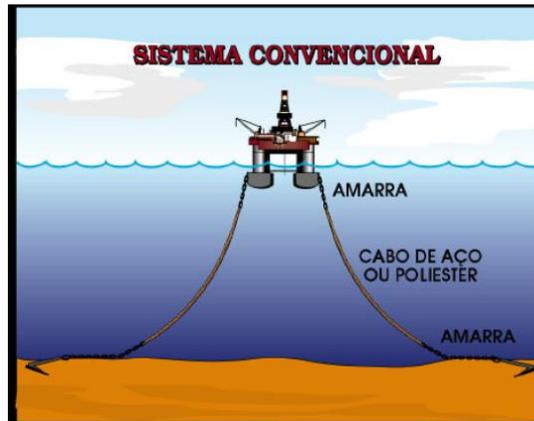


Figura 1

Sistema de catenária, onde um trecho de amarra deitada no fundo garante a tração horizontal na âncora.

1.1.2. Classificação das âncoras de arraste

As âncoras de arraste são classificadas pelo seu grau de fixação ou capacidade de penetração no solo, estando escalonadas de A a G (Figura 2), sendo a classe A a mais eficiente e a classe G a de pior desempenho.

As âncoras Stevipris, Stevshark e FFTS são pertencentes à classe A, segundo o manual *Vryhof anchor* 2010, devido ao seu alto grau de penetração e por possuírem grandes pás³, o que gera uma boa estabilidade e garantem que a âncora ao ser tracionada buscará a posição de cravamento.

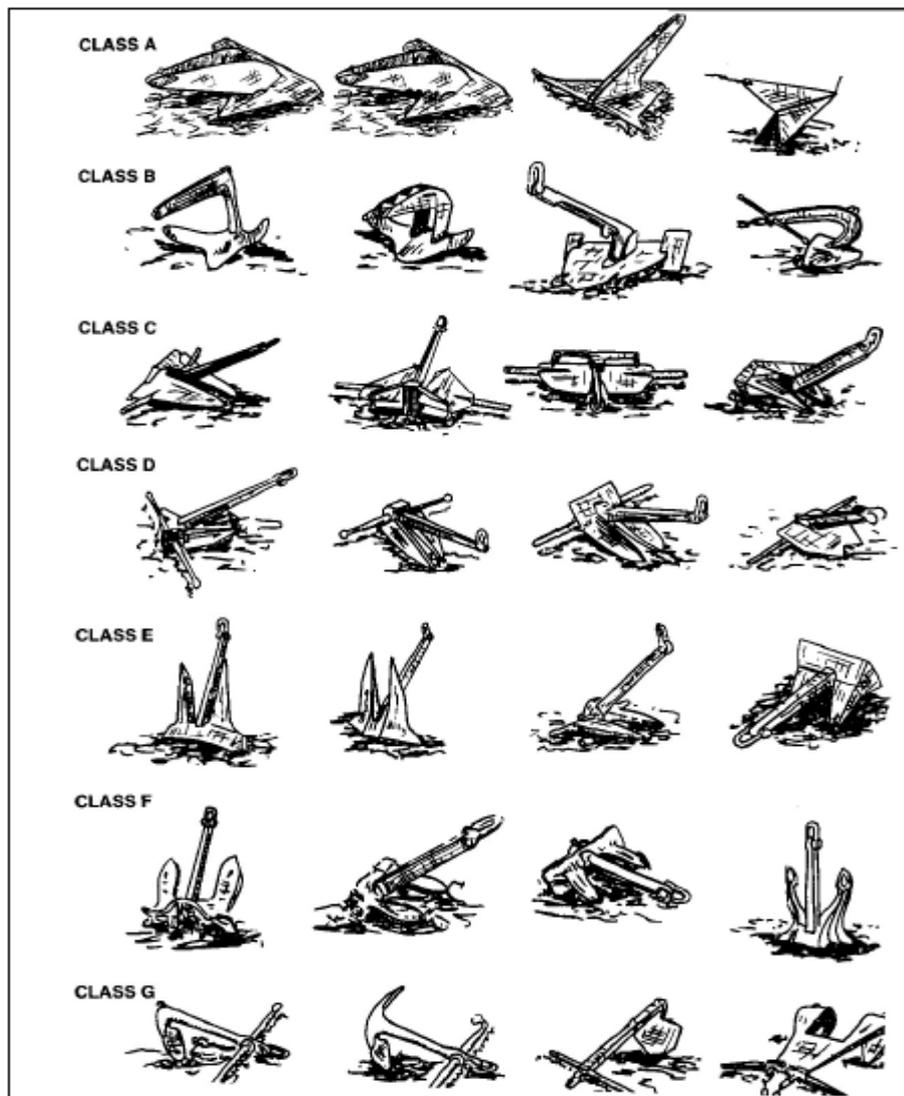
A classe B engloba as âncoras Bruce SS, Bruce TS (mais frequentemente utilizadas) e a âncora Hook. Apesar de esta classe possuir um bom poder de penetração, ela perde em estabilidade devido ao seu cepo⁴ curvo e alto, o que cria uma tendência na âncora de deitar no leito marinho, devido à elevação de seu centro de gravidade, com as pás voltadas para cima. Outro fato que reduz a utilização desta classe é a dificuldade de se colocar estas âncoras a bordo das embarcações, quando estas são retiradas do fundo, pois devido ao seu formato elas tendem a subir com as pás voltadas para a embarcação, situação em que podem causar danos ao navio e/ou à âncora.

³ Também conhecidas com unhas da âncora, são as partes que entram no solo.

⁴ Haste da âncora

Âncoras da classe C dificilmente são utilizadas nos sistemas de ancoragem atuais, pois possuem o cepo e seus estabilizadores relativamente curtos, tendo assim, um pobre poder de cravação. Pertencentes à classificação C, podemos encontrar as âncoras Stevin, Stevfix, Stevmud e a Flipper delta.

As âncoras que se classificam de D à G são equipamentos com pouco poder de penetração, não sendo assim, utilizadas em sistemas de ancoragem. Essas âncoras são mais comumente utilizadas em navios e rebocadores, como equipamento de fundeio⁵. Seguem alguns exemplos somente para fins de conhecimento: Danforth, LWT, Moorfast – Stato – Offdrill, Boss; AC14; Stokes; US Navy Stockless; Union; Single Fluke Stock, Stock e Mooring Anchor.



Fonte: Vryhof Ankers BV - Anchor Manual 1990 edition

Figura 2
Tipos de âncoras de arraste

⁵ Ato de ancorar o navio, através de uma ou mais âncoras lançadas ao fundo.

1.2. SISTEMAS TAUT-LEGS

Com os constantes avanços na exploração petrolífera e cada vez mais unidades sendo instaladas e poços cada vez mais próximos, houve a necessidade de se instalar plataformas, cada vez mais próximas. O sistema de catenária, apesar de muito eficiente, possui um raio muito grande, o que dificulta a instalação de novas unidades nas proximidades e aumenta os riscos de danificar dutos subaquáticos.

Neste panorama, foram desenvolvidas as âncoras de carga vertical, que resistem aos esforços, verticais e horizontais, descartando a necessidade da catenária (Figura3).

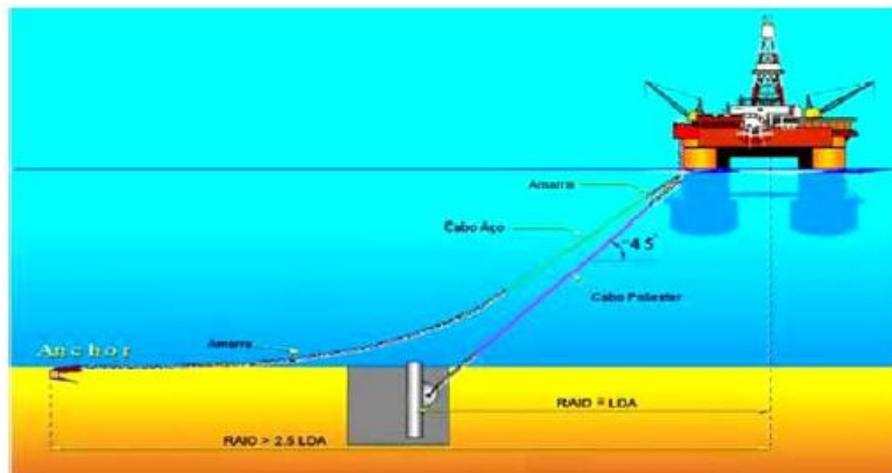


Figura 3
Comparação entre o sistema de ancoragem por arraste e o *taut-leg*.

1.2.1. Estaca de sucção

As estacas de sucção (Figura4), nada mais são que cilindros de aço ocos, com bomba de sucção que são lançados por dois barcos de manuseio e cravados verticalmente ao leito marinho. Após o lançamento, a bomba de sucção em seu topo retira a água e a lama do interior do cilindro e por diferença de pressão a âncora penetra no solo. Este tipo de âncora é ideal para solos macios.

1.2.2. Âncora torpedo

Assim como as estacas de sucção os torpedos (Figura5) também são cilindro de aço, porém estes são preenchidos com aço, ferro e concreto, podendo ser combinados ou individualmente. Os torpedos possuem uma ponta cônica maciça com ângulo de 30° ou 60° . Possuem uma penetração de até 100 metros no solo marinho.

Este equipamento necessita de uma verticalização quase que perfeita, admitindo-se apenas poucos graus de inclinação. Para que esta inclinação possa ser medida é utilizada uma garrafa que indica o ângulo e a profundidade da penetração, sendo recuperada por um veículo submarino operado remotamente (ROV), logo após o seu lançamento.

1.2.3. Âncora de carga vertical (VLA)

Estes equipamentos possuem um alto poder de penetração e se assemelham muito com as âncoras tradicionais, porém com suas patas mais largas e planas (Figura6). Sua principal característica é um conjunto de cabos associados a um dispositivo que permite a rotação da linha de ação da força transmitida pela unidade flutuante à âncora, fazendo com que esta incida perpendicularmente à placa, fornecendo uma grande resistência à tração vertical.



Figura 4
Estaca de sucção



Figura 5
Âncora torpedo



Figura 6
VLA

1.3. AMARRA

São os equipamentos mais comumente utilizados em um sistema de ancoragem, sendo classificadas por grau⁶ e diâmetro nominal.

As amarras são divididas em dois tipos: amarra com e sem malhete⁷ (Figura 7), dependendo do seu diâmetro e função. As amarras com malhete são mais frequentemente utilizadas em unidades flutuantes de perfuração por terem seu tempo de instalação, relativamente curtos, pois devido aos constantes danos causados aos malhetes pela fadiga de material, estas amarras têm sua vida útil bem reduzida. Já os sistemas sem malhetes, por possuírem uma vida útil em torno de 20 anos, são geralmente utilizados em unidades de produção, que são plataformas com objetivo de retirada do petróleo, ou seja, sua permanência é de longo prazo, usualmente até a finalização do poço.



Figura 7
Exemplo de elos com e sem malhete.

1.4. CABO DE AÇO

Com o constante aumento da lâmina d'água⁸, tornou-se inviável a utilização de sistemas compostos apenas por amarras, devido ao seu peso. A amarra de diâmetro nominal de 76mm, possui seu peso em torno de 110 Kg por metro de comprimento, ou seja, acima de 600m de profundidade o peso do sistema anula o efeito da catenária. Com a amarra subindo praticamente na vertical, faz com

⁶ O grau de uma amarra é definido conforme o tratamento térmico sofrido pelo aço que compõe os elos da amarra.

⁷ Barra de aço posicionada na transversal do elo, com a função de reforço estrutural.

⁸ Distância entre a superfície do oceano e seu leito.

que a deriva ou *offset* fique da unidade flutuante fique fora dos padrões mínimos aceitáveis, além de se colocar uma sobrecarga aos *fair leads*⁹ das unidades.

Com o objetivo de reduzir o peso dos sistemas, mantendo a qualidade e o objetivo da ancoragem da unidade, que é um *offset* controlável, foram introduzidos os cabos de aço aos sistemas, reduzindo-se o peso e mantendo a resistência.

Os cabos de aço são compostos de arames esticados a frio e enrolados entre si, formando pernas. Essas pernas são enroladas em volta de um núcleo conhecido como alma.

Em geral existem 4 tipos diferentes de constituição de uma alma, conforme descrição a seguir:

- Alma de fibra natural (sisal ou rami) – Proporciona uma maior flexibilidade ao cabo;
- Alma de fibra artificial (polipropileno) – Possuem as mesmas características da fibra natural, porém não se deterioram em contato com a água ou substâncias agressivas e não absorvem umidade, o que representa uma vida útil ao cabo maior, já que praticamente abstrai o risco de corrosão interna;
- Alma de aço formada por uma perna (AA) – Aumenta a resistência à tração e possuem uma maior aceitação aos amassamentos;
- Alma de aço formada por um cabo de aço independente (AACI) – possui uma maior flexibilidade que a alma de uma perna, combinada com alta resistência à tração.

Para aumentar a vida útil dos cabos de aço, visto que as amarras têm uma durabilidade muito maior, os fabricantes têm desenvolvendo formas de proteger os arames que formam as pernas dos cabos de aço, empregando uma galvanização mais espessa, ou até mesmo, utilizando alguns arames de zinco como anodos, podendo até revestir o cabo de aço com jaquetas de material plástico, evitando a exposição do mesmo aos agentes abrasivos.

⁹ Último ponto de contato entre a amarra ou cabo de aço e a plataforma. Normalmente conhecido como ponto de amarração de uma linha em uma unidade.

1.5. CABO DE POLIÉSTER

São cabos de fibra sintética trançados, com baixo peso e grande capacidade de absorver as cargas ambientais (tração), transformando-as em deformação elástica (Figura 8).

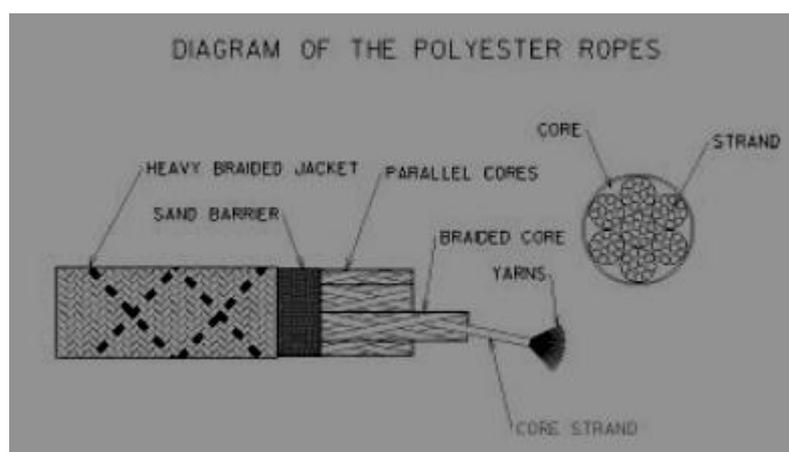


Figura 8
Composição do cabo de poliéster

Devido a sua principal propriedade, a elasticidade, ou a capacidade de se deformar, até certo limite, e retornar ao estado inicial e também pelo seu pouco peso em relação às amarras e cabos de aço, a introdução de cabos de poliéster aos sistemas de ancoragem propiciou o posicionamento de unidades flutuantes em águas ainda mais profundas.

1.6. CONECTORES

Para que os sistemas de ancoragem sejam transportados, eles necessitam ser subdivididos entre as embarcações, pois existem projetos com sistemas de 3.000 metros ou mais, logo não há possibilidade de se transportar estes sistemas inteiros. As conexões são realizadas através de elos de ligação e manilhas (Figura 9).

1.6.1. Elo *Kenter*

O elo de ligação do tipo *kenter* é normalmente utilizado na união entre duas amarras, onde as terminações das duas partes têm as mesmas dimensões e usualmente o elo *kenter* também tem o mesmo diâmetro das amarras. Este tipo de elo não tem sido utilizado em sistemas permanentes, pois possui uma resistência à fadiga menor que a da amarra, em torno de cinco anos de vida útil.

1.6.2. Elo pêra

Com o mesmo objetivo do elo *kenter*, este equipamento possui características diferenciadas, pois como o nome sugere, ele possui um formato de pêra, sendo a parte superior com um diâmetro e a parte inferior com outro, para que possa unir amarras de diferentes diâmetros, ou até mesmo tipos diferentes de equipamentos, tais como amarra e cabo de aço.

Pelos mesmos motivos do elo *kenter*, o elo pêra não é utilizado em sistemas permanentes.

1.6.3. Elo baldt

Muito parecido com o elo *kenter*, tem como principal diferença a forma de montar e desmontar. São utilizados em terminações de mesmo diâmetro e não é recomendada a sua utilização em sistemas permanentes.

1.6.4. Manilhas

São utilizadas na união de quase todos os equipamentos de ancoragem, amarras, cabos de aço, poliéster e âncoras. Por serem muito resistentes à fadiga de material e às forças abrasivas são comumente utilizadas em sistemas permanentes, por raramente necessitarem de substituição. São, basicamente, parecidas com uma ferradura e fechada com um pino transversal em suas extremidades, podendo ser de diversos tamanhos e capacidades, dependendo de sua utilização.



Figura 9
Elos de ligação e manilha

CAPÍTULO 2

OPERAÇÕES DE UM AHTS

As embarcações de manuseio de âncoras são totalmente diferenciadas das demais embarcações existentes devido ao tipo de operação especial à qual é destinada, assim como sua enorme versatilidade. Estes navios podem ser utilizados não somente para o manuseio de âncoras (esta operação será abordada mais a fundo no próximo capítulo), como também para reboque de plataformas ou outras embarcações, sustentação de unidades (*pull-in and pull-out*), suprimento de plataformas e navios abastecedores. A realização destas outras atividades depende do tipo de contrato de afretamento ao qual a embarcação foi submetida, pois normalmente o frete de um AHTS é bem maior do que o de um PSV (*Platform Supply Vessel*), que é destinado, única e exclusivamente, ao suprimento das plataformas.

A seguir serão demonstradas, em vistas gerais, as principais atividades que os AHTS podem realizar além de sua atividade fim, que é o manuseio.

2.1. REBOQUE

Operações de reboque, em geral, não ocorrem com frequência na maioria das embarcações. Este tipo de manobra, para grande parte dos marítimos, só ocorre em casos de emergência, onde uma embarcação oferece assistência à outra que se encontra com problemas.

Não se podem descartar os reboques realizados nas entradas e saídas dos portos e rios, porém estas operações são realizadas por rebocadores que auxiliam os navios de grande porte a demandarem¹⁰ os canais de acesso. No

¹⁰ Ação de entrar ou sair de áreas de navegação restrita devido ao seu calado, ou seja, portos, baías, rios e terminais.

entanto, a habilidade de conduzir unidades semi-submersíveis, FPSO's e outras embarcações de casco simples, é parte integrante do projeto de um AHTS.

2.1.1. Planejamento do reboque

Considerando-se que os equipamentos exigidos para a operação de reboque estejam em condições operacionais aceitáveis, ou seja, dentro dos padrões mínimos exigidos, a prioridade, assim como em qualquer navegação, é verificar se há um plano de viagem detalhadamente estruturado. No entanto esta é uma atividade extremamente especializada, e pode ser muito estressante a formulação do referido plano, pois as capacidades da embarcação que realizará a atividade não podem ser sobrepostas para favorecer o reboque. Muitas vezes é aconselhável avaliar separadamente a embarcação que realizará o reboque (conhecida como rebocador), a embarcação que será rebocada (conhecida como rebocado) e o cabo de reboque que será utilizado na operação, para facilitar na confecção do plano de viagem e posteriormente avaliá-los juntos. Este método de avaliação proverá a certeza de que todos os itens requeridos foram identificados e poderá prevenir futuros problemas.

Para se alcançar a rota mais favorável, alguns fatores devem ser considerados, dentre eles pode-se citar:

- A proximidade terra e outros obstáculos à navegação;
- A disponibilidade cartas de navegação em escalas compatíveis com os trechos a serem navegados;
- A checagem dos avisos aos navegantes para verificar se há riscos a navegação em toda a derrota¹¹;
- Verificar se há áreas de alto tráfego de navios (incluindo embarcações pesqueiras);
- Verificar as condições climáticas vigentes e previstas, incluindo ventos, marés, correntes, *swell* e condições de visibilidade;

¹¹ Termo técnico para se referir a rota traçada de um navio, desde sua saída até seu destino, incluindo as mudanças de rumo.

- Linhas de separação de tráfego;
- A disponibilidade de utilização de todos os equipamentos de bordo, incluindo o sistema de fundeio;
- As profundidades por onde as embarcações irão trafegar, pois a catenária¹² do cabo de reboque dependerá da potência utilizada pelo rebocador e da quantidade de cabo pago. Devido a ao fato de que se reduzir a potência a catenária aumentará, assim como se o comprimento do cabo aumentar sua catenária também aumentará. A catenária pode ser calculada com a seguinte fórmula.

$$\text{Profundidade máxima (m)} = \frac{\text{Comprimento do cabo de reboque}^2 \times \text{Peso do cabo pago (Kg/m)}}{\text{Tensão no guincho (Kg)} \times 8 \text{ (coeficiente)}}$$

Para a grande maioria das operações de reboque, é necessário apenas um AHTS conectado e outro para servir de escolta (Figura 10), caso haja algum problema com a embarcação engajada o escoteiro a substitui.

As embarcações de manuseio de âncoras normalmente realizam reboque de plataformas, porém em situações de emergência são deslocadas para dar suporte a outras embarcações, normalmente no meio *offshore*.



Figura 10
Um AHTS rebocando uma plataforma e outro fazendo a escolta

¹² Seio provocado no cabo de aço, devido ao seu peso.

2.2. INSPEÇÃO COM ROV (*REMOTELY OPERATED VEHICLE*)

Um veículo submarino operado remotamente ou ROV (do inglês *remotely operated vehicle*) é um veículo submersível operado remotamente por uma pessoa a bordo de uma embarcação. Os AHTS são embarcações com boa estabilidade e possuem normalmente quatro MCP's (motor de combustão principal), que geram energia suficiente para suprir e manter seus propulsores laterais, azimutal e propulsores com carga relativamente elevada durante longos períodos e em condições de mar e tempo desfavoráveis. Com isso é comum a escolha destas embarcações para a instalação da planta de ROV (Figura 11).



Figura 11
Embarcação AHTS com a planta de ROV instalada

Os ROVs são mini-submarinos de observação e intervenção à distância, equipados com câmeras de vídeo e sensores. Eles são operados por controle remoto localizados nas embarcações. O piloto vê por onde o robô submarino passa através das imagens geradas por câmeras de alta resolução localizadas no ROV, que são transmitidas em tempo real em um monitor de televisão.

Os micro-submarinos são importantes por serem pequenos e proporcionarem movimentos perfeitos ao navegarem pelo fundo do mar, podendo chegar onde os mergulhadores não alcançam, ou seja, profundidades maiores que 500 metros que é o limite máximo em que um ser humano pode mergulhar e em locais os quais existem restrições de espaço.

No Brasil, os ROV's são aplicados no promissor mercado de petróleo e gás, com a exploração de recursos em águas profundas e ainda na área portuária, em inspeções de cascos de navios e do cais. O profissional, piloto de ROV, também pode atuar em operações de segurança, inspeção de obras de engenharia sob a água, e missões de resgate subaquático.

2.3. AHTS UTILIZADO COM EMBARCAÇÃO SUPRIDORA

Este tipo de atividade é normalmente realizada por embarcações especialmente projetadas para este fim, que são os PSVs (*Platform Supply Vessel* - Navios supridores de plataformas). Porém, não muito raro de se ocorrer, em casos onde o contrato rege que além das operações de AHTS, as mesmas também poderão suprir as plataformas, é comum se ver um rebocador de manuseio de âncoras levando cargas e realizando o back load¹³, assim como o fornecimento de granéis sólidos e líquidos e abastecimento das unidades marítimas.

2.3.1. Transporte de carga no convés

O transporte de carga no convés exige uma boa área livre e com pontos para a peação das mesmas. Com isso o AHTS se torna um excelente PSV (Figura 12), pois devido a sua atividade fim, ele possui uma grande área de convés e inúmeros pontos para que a carga seja peada com segurança, tais como olhais, roletes, cabrestantes para tencionar os cabos da peação, cabos de aço com gatos, entre

¹³ Termo utilizado no offshore para designar as cargas que estão retornando das plataformas e/ou unidades marítimas para terra.

outros. Devido ao fato de a atividade de supridor possuir um frete menor que o do AHTS, esta não é uma atividade rotineira, mas sempre que possível as contratantes aproveitam uma ou outra viagem ao porto para o transporte da carga.

Existem inúmeras cargas que podem ser requeridas por uma unidade marítima, e nem sempre esta se encontra containerizada. Sempre que possível as cargas são colocadas em contêineres, que dificilmente são do tipo transportado por navios conteneiros. As cargas normalmente são armazenadas em cestas metálicas, contêineres pequenos (sem certificação IMO), *skids*, em amarrados (no caso das tubulações) e até mesmo sem recipiente. São transportadas cargas extremamente pesadas, cargas tubulares e cargas perigosas, sendo tudo isso em um convés corrido, sem divisões específicas para cada tipo de carga. Com isso há de se tomar alguns cuidados mínimos na hora de se receber o carregamento:

- Toda carga recebida a bordo deverá, em condições legíveis, o seu peso e natureza da carga, se é perigosa e em qual categoria se encontra;
- Toda carga deverá possuir um manifesto de cargas e este deverá que se entregue ao navio antes do início do carregamento, se ele no porto ou em alto mar (*Back Load*), para que se possa preparar o plano de carga;
- Todo o carregamento deverá ser preparado com antecedência, subdividindo o espaço do convés para as unidades que serão supridas, pois a descarga em alto mar é uma atividade de extremo risco e um bom plano de carga evita movimentações desnecessárias;
- O carregamento deve contemplar rotas de fuga e espaço suficiente para que a tripulação de convés consiga transitar entre as cargas e não sobre elas;
- A peação da carga deverá ser feita e checada antes da saída da embarcação do porto. No caso do *back load*, onde a embarcação já está em navegação, deverá ter especial atenção, pois não há como fazer um planejamento correto do que se recebe, pois as plataformas desembarcam o material conforme seu espaço físico,

apesar de possuírem manifesto de carga, pois sem ele não se pode carregar;

- Nenhum tripulante deverá ser autorizado a subir em uma carga para carregar ou descarregar outra, pois o risco de quedas com balanço e falta de precisão dos guindastes podem levar a acidentes gravíssimos.



Figura 12
Embarcação AHTS engajada no transporte de carga

2.4. APOIO AOS TERMINAIS OCEÂNICOS

Adicionalmente às atividades executadas por rebocadores de manuseio de âncoras, encontra-se o apoio aos terminais oceânicos (FPSO, FSO e monobóias), efetuando inspeções e manutenção de mangotes, monobóias, sistemas de

amarração, acompanhamento em determinadas operações de amarração e desamarração de navios aliviadores e execução dos pull-in e pull-out.

As operações de manutenção e inspeção de mangotes (Figura 13) necessitam de uma área significativa de convés para armazenagem dos mesmos e dos containeres da empresa que realizará a manutenção, visto que esta atividade não é realizada pelos tripulantes. É necessário ainda, espaço para estocagem das bóias sobressalentes. Contudo a atividade com o guindaste de bordo exige uma área mínima de segurança, além do espaço destinado a movimentação dos mangotes.



Figura 13
Inspeção e manutenção de mangotes, realizadas em embarcação AHTS

A sustentação de navios tanques, assim como as operações de *pull-in* e *pull-out* são tidas como operações secundárias ao manuseio de âncoras, porém são realizadas somente por embarcações AHTS. São consideradas como secundárias somente pelo fato das operações de ancoragem e desancoragem serem o principal foco deste tipo de embarcação, pois são de extrema importância para a prospecção de petróleo. A sustentação de navios aliviadores é realizada através da popa do mesmo. A embarcação AHTS se aproxima pela popa do navio aliviador, que já se encontra alinhado à unidade marítima, recebe um cabo guia¹⁴ e passa o cabo de reboque (cabo de aço) que é passado em um cabeço na popa do navio. Em seguida são pagos, em torno de 600 metros de cabo de aço e o rebocador mantém o navio alinhado à plataforma durante toda a operação.

As operações de *pull-in* e *pull-out* são manobras de sustentação de plataformas do tipo FPSO ou FSO, onde uma ou mais embarcações AHTS afastam a popa da unidade de seu alinhamento com corrente e vento, para que um navio de lançamento de linha (PLSV - *Pipe Laying Support Vessel*) possa se aproximar e

¹⁴ Cabo, normalmente de material sintético, mais fino e leve que o cabo principal que serve como guia para o mesmo, porém não suporta altas cargas de tensionamento.

realizar a entrega da parte final da tubulação lançada (no caso do *pull-in*) ou a desconexão (no caso do *pull-out*).

A embarcação AHTS se aproxima pela popa da plataforma onde realiza a conexão por uma das alhetas¹⁵, diferentemente da sustentação de navios petroleiros que é feita exatamente pela buzina¹⁶ de popa. Normalmente são utilizadas duas embarcações, pois existe uma terceira, o PLSV, envolvido na faina e caso haja algum problema com uma das embarcações de sustentação, a outra já está conectada e não há o risco da plataforma voltar a sua posição original e abalroar com o navio lançador de linhas.

¹⁵ Costado de uma embarcação entre a popa e o través, de forma geralmente arredondada, são os bordos da popa do casco.

¹⁶ Peças de aço, com um vazado de forma elíptica ou circular, fixadas junto à borda para servirem de guia aos cabos de amarração.

CAPÍTULO 3

DESANCORAGEM, MOVIMENTAÇÃO E ANCORAGEM – DMA

Neste capítulo será descrito o processo de desancoragem, movimentação e ancoragem da FPSO (*Floating Production Storage and Offloading*) Cidade de São Vicente, unidade de produção, armazenamento e descarga de petróleo da empresa Petrobrás.

3.1. SISTEMA DE ANCORAGEM

O sistema de ancoragem utilizado para o FPSO Cidade de São Vicente é do tipo SPM (*Single Point Mooring* – ponto único de amarração), com sete linhas de ancoragem. Cada linha de ancoragem já está pré-lançada na nova locação e se encontra abandonada no fundo com flutuador.

O processo de fixação de uma unidade em sua nova locação não é feito apenas na hora e local da operação. Existe uma enorme movimentação, tanto em terra, quanto no mar para que se obtenha o sucesso desejado.

3.2. PREPARAÇÃO PARA O INÍCIO DA OPERAÇÃO

O início de um DMA tem sua origem em terra, ou seja, nos escritórios onde uma equipe de engenheiros e pessoas devidamente qualificadas realizam o estudo e alcançam a melhor, mais rápida e menos onerosa forma de se posicionar aquela unidade.

Após este estudo é gerado um procedimento que é enviado aos fiscais da Petrobrás que farão parte da faina. Normalmente eles ficam a bordo de um dos

barcos ou da unidade, coordenando as operações. Após avaliar o projeto o mesmo repassa para as embarcações.

O estudo do procedimento de um DMA engloba a previsão das condições ambientais para os dias previstos para o início até o término da operação (Tabela 1), assim como a logística para os materiais a serem utilizados.

Etapa	Duração Estimada (h)	Critério de Projeto [Hs]	Critério Operacional [Hs]	Vento (m/s)
1	64	3m	2,3m	-
2	48	3m	1,9m	12
3	24	3m	1,8m	12
4	36	3m	1,8m	12
5	48	3m	1,9m	12

Tabela 1

Tabela de critérios meteorológicos utilizada no procedimento de DMA da FPSO Cidade de São Vicente (Fonte: PROCEDIMENTO EXECUTIVO PR-3010.85-6620-962-PBK-002/2011)

É feito também um estudo da composição das linhas de ancoragem onde se determina a quantidade e o tipo de material a ser utilizado em cada linha. No caso do DMA da referida FPSO a composição dos sistemas pode ser encontrada no anexo1 desta pesquisa.

Um dos componentes mais importantes do DMA são as embarcações AHTS, que também fazem parte do estudo preparatório para o DMA. São gerados vários itens a serem checados antes das embarcações chegarem à área de operação, sendo de responsabilidade da equipe da US-SUB/ANC/OPANC (setor dentro da Petrobrás que coordena as embarcações de AHTS e ROV) providenciar:

- O descarregamento do paiol de amarras, dos tambores dos guinchos e dos sarilhos das embarcações envolvidas na operação, providenciando a limpeza destes para o carregamento dos cabos de poliéster;
- O teste de todos os equipamentos e componentes das embarcações que serão utilizados no manuseio das estacas torpedo e dos componentes das linhas de ancoragem, tais como: guinchos, guindastes, cabos de trabalho, DGPS e ferramentas de convés;
- Solicitação para que todas as embarcações envolvidas na instalação da unidade tenham três marinheiros de convés e um contramestre durante toda a operação;

- O teste de funcionamento do sistema operacional do ROV envolvido na operação;

A faina é dividida entre os 7 AHTS envolvidos, porém a coordenação destes é de responsabilidade do fiscal que acompanhará a faina, logo no procedimento só constam a numeração das embarcações e não seus nomes. Sendo assim as etapas são divididas da seguinte forma:

- AHTS 1 e AHTS 2
 - Função: desconexão e conexão das linhas de ancoragem;
 - Guincho especial e de manuseio vazios, com cabos mensageiros novos e sistemas de medição de tensão operacionais e aferidos;
 - Sarilhos vazios;
 - Guinchos auxiliares de convés operacionais com cabos novos;
 - Equipamento para manuseio de carga na popa do convés operacional;
 - Guindastes operacionais;
 - Sistemas DGPS e DP operacionais;
 - Oficina mecânica com ferramental e conjuntos de oxi-acetileno disponíveis;
 - Duas coroas de *Barbotin* para amarra DN (diâmetro nominal) 76mm;
 - Um cabo de trabalho de aço *six-strand* (tipo de construção do cabo) DN 3 3/8" com 2200m;
 - Televisão instalada no passadiço para a recepção de imagem do ROV através de vídeo-link.
- AHTS 3, AHTS 4, AHTS 5 e AHTS 6
 - Função: posicionamento e reboque do FPSO;
 - Guincho especial e de manuseio vazios, com cabos mensageiros novos e sistemas de medição de tensão operacionais e aferidos;
 - Sarilhos vazios;
 - Guinchos auxiliares de convés operacionais com cabos novos;
 - Equipamento para manuseio de carga na popa do convés operacional;
 - Guindastes operacionais;
 - Sistemas DGPS e DP operacionais;
 - Oficina mecânica com ferramental e conjuntos de oxi-acetileno disponíveis;
 - Duas coroas de *Barbotin* para amarra DN 76mm;

- Um cabo de trabalho de aço *six-strand* DN 87mm (3 3/8”) com 1500m;
- Cabo de poliéster DN 136mm com 400m.
- AHTS 7
 - Função: Monitoramento e operações com ROV;
 - ROV para operar em LDA (Linha D'água) de até 2500m;
 - Vídeo-*link* com alcance mínimo de 1000m, para transmissão das imagens do ROV para as outras embarcações;

Com todas as providências iniciais tomadas e procedimentos devidamente seguidos é dado início ao DMA, sempre em constante comunicação entre fiscal a bordo das embarcações e equipe de coordenação em terra.

3.3. DESANCORAGEM DO FPSO CIDADE DE SÃO VICENTE

A desancoragem, como já dito anteriormente, é a ação de desconexão das linhas de ancoragem da unidade. Porém para que este fato tenha início é necessário que se garanta o posicionamento da unidade desde a primeira linha a ser desconectada até a última, para que não haja risco de danos às linhas que ainda se encontram conectadas, bem como aos dutos que se encontram lançados no fundo do oceano. Assim sendo, a primeira providência é a conexão dos AHTS 3, 4 e 5 que foram destinados para o posicionamento e reboque da unidade, conforme descrito no item anterior.

Após o término das ações preliminares, o AHTS 1 e o AHTS 2 se preparam para o início da desconexão das linhas de ancoragem. A desconexão é realizada de forma alternada entre o AHTS 1 e o AHTS 2. A sequência das linhas a serem desconectadas será informada durante a operação e poderá ser alterada de acordo com as condições ambientais no momento.

Para a desconexão da primeira linha, o AHTS se aproxima do *turret*¹⁷ do FPSO e recebe o cabo mensageiro, que está conectado ao pendente DN 52mm x 50m de comprimento. Após receber o cabo o AHTS recolhe o mensageiro até que a mão do pendente esteja no convés. Durante o recolhimento do cabo mensageiro o

¹⁷ Ponto em que a plataforma é conectada no caso de amarração SPM

FPSO abre o *chain stopper*¹⁸ e começa a pagar a amarra de topo que está conectada ao cabo do guincho. O AHTS então conecta o pendente no cabo de trabalho e recolhe até que a amarra de topo esteja no convés e em seguida prende a amarra no *shark jaw*¹⁹, desconecta e libera o cabo do guincho do FPSO.

Na sequência o AHTS recolhe toda a amarra de topo até que o primeiro cabo de poliéster DN 150mm x 200m de comprimento esteja no convés. Neste momento o AHTS enforca o cabo de poliéster para que seja possível desconectar a amarra de topo da linha.

Após a desconexão da amarra de topo, o AHTS recolhe o cabo de poliéster até que o rabicho de amarra DN 76 x 6m e o segundo cabo DN 150mm x 200m estejam no convés e então os marinheiros enforcam o segundo cabo de poliéster, desconecta o rabicho e conecta as duas mãos dos cabos de poliéster utilizando um cabo de HMPE (*High Modulus Polyethylene* - Polietileno de alto peso molecular) DN 48mm (1 7/8") x 8m e uma manilha de carga de 17,5t SWL (*Safety work load* – carga de trabalho de segurança). No caso de necessidade de recolhimento de mais de um cabo de poliéster no mesmo sarilho se faz necessário o uso de mantas de poliéster²⁰ nas terminações para evitar danos aos cabos.

Neste momento o AHTS recolhe o segundo cabo de poliéster até que o segundo rabicho de amarra com 6m e o terceiro cabo de poliéster com 200m estejam no convés. Então faz a nova conexão, conforme descrito acima e posteriormente recolhe o terceiro cabo de poliéster. Quando o terceiro rabicho de amarra estiver no convés, o AHTS fecha o *shark jaw* para desconectar o terceiro cabo de poliéster.

Agora o AHTS monta o cabo de aço DN 38mm (1 1/2") x 8m de comprimento e o flutuador no rabicho da amarra com 6m para iniciar o abandono do restante da linha (Figura 14). Após a montagem da configuração de abandono, o AHTS conecta o gancho KS 40²¹ no cabo DN 38mm x 8m e paga o work wire para abandonar a linha no fundo.

¹⁸ Equipamento localizado na plataforma utilizado para realizar a peação da amarra, evitando que a mesma seja paga acidentalmente.

¹⁹ Equipamento localizado na popa do AHTS que serve para prender cabos e amarras para que sejam realizadas as devidas conexões e desconexão pelos marinheiros.

²⁰ Manta de poliéster são mantas de tecido artificial utilizadas para evitar ou impedir o contato das porcas e pinos das manilhas com o cabo para que o constante atrito causado não perfure a proteção externa do poliéster

²¹ O Gancho KS é dispositivo em aço fundido, para conexão e desconexão de linhas de ancoragem, que permite a retirada e recolocação de uma linha para inspeção e manutenção, sem a necessidade de descravação da âncora, com grande economia de recursos

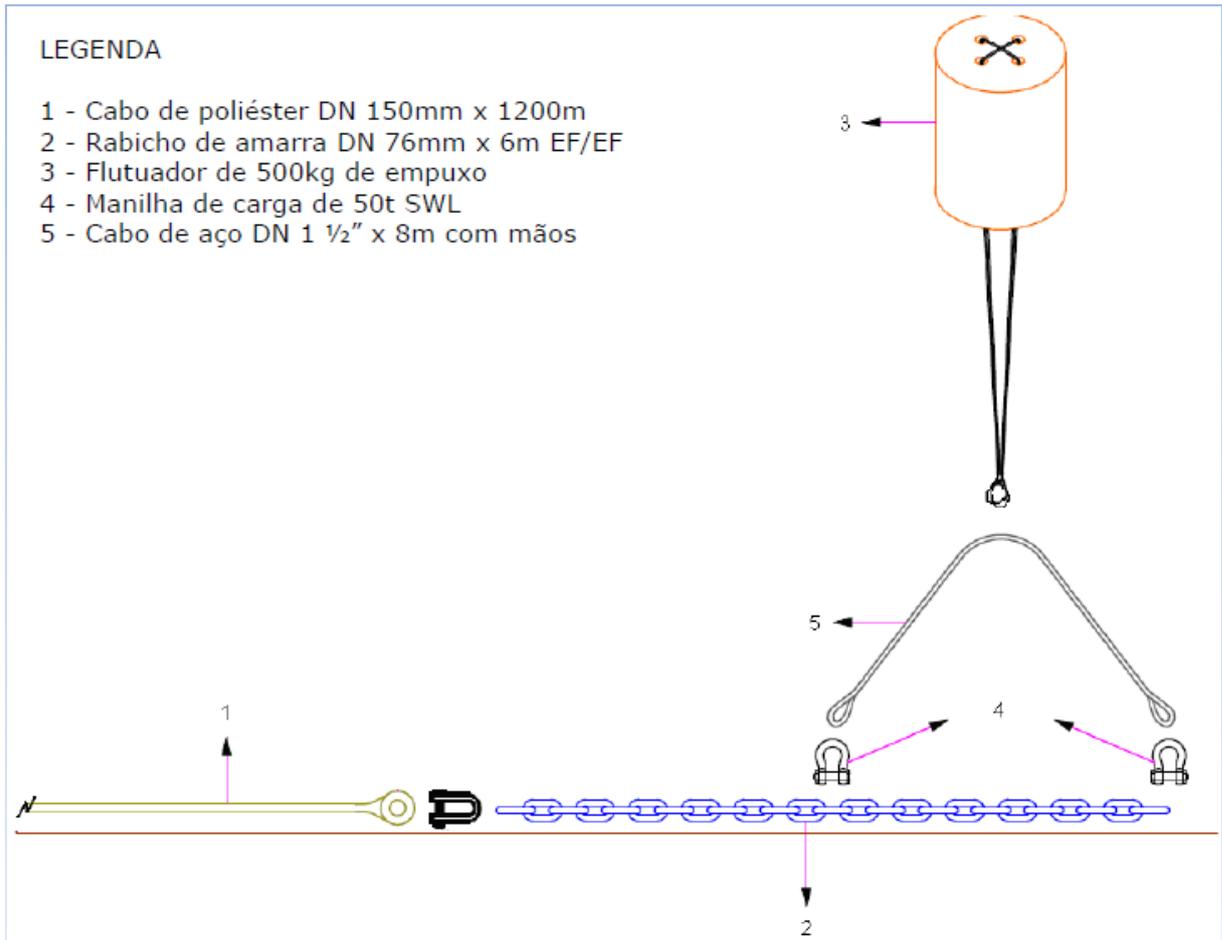


Figura 14
Configuração do sistema de abandono

Estes procedimentos são repetidos nas outras 6 linhas do sistema de ancoragem, sendo que sempre serão realizados em azimutes opostos, ou seja em quanto o AHTS 1 está em um sistema o AHTS2 deverá realizar a desconexão do sistema diretamente oposto.

3.4. REBOQUE DO FPSO PARA A NOVA LOCAÇÃO

Terminada a desconexão e o abandono das sete linhas de ancoragem do FPSO na antiga locação, os quatro AHTS que estão conectados iniciam a movimentação da unidade para a nova locação. A movimentação do FPSO será coordenada pela equipe de fiscais da Petrobrás que estão coordenando a operação, sempre em conjunto com o pessoal de terra.

Com a chegada do FPSO na nova locação, o AHTS 1 e o AHTS 2 que trabalharam na desconexão das sete linhas de ancoragem se preparam para iniciar o *hook up* (conexão das linhas) da unidade na nova locação.

3.5. ANCORAGEM DO FPSO CIDADE DE SÃO VICENTE

Assim que a equipe a bordo do FPSO informar que a operação de *hook up* poderá ser iniciada, os AHTS se preparam para a pescaria das linhas de ancoragem que já se encontram abandonadas no fundo. A sequência de conexão das linhas será determinada durante a operação e sua conexão será realizada de forma alternada entre o AHTS 1 e AHTS 2.

O FPSO informa a linha a ser conectada e em seguida o AHTS 7 (embarcação que possui o ROV) orienta o posicionamento do AHTS 1 / AHTS 2 para que este fique sobre a coordenada de abandono da linha. Assim que posicionado o AHTS monta o gancho KS 40 no tramo de amarra DN 105mm x 30m de comprimento e conecta no cabo de trabalho. É de muita ajuda a montagem de uma agulha²² com uma eslinga DN 13mm (1/2") x 12m no bico do gancho KS 40 para facilitar a operação realizada pelo ROV na recuperação da linha.

²²Cabo de aço soldado ao bico do gancho KS com uma barra de ferro soldada em sua outra extremidade para facilitar a conexão ou desconexão do mesmo pelo ROV.

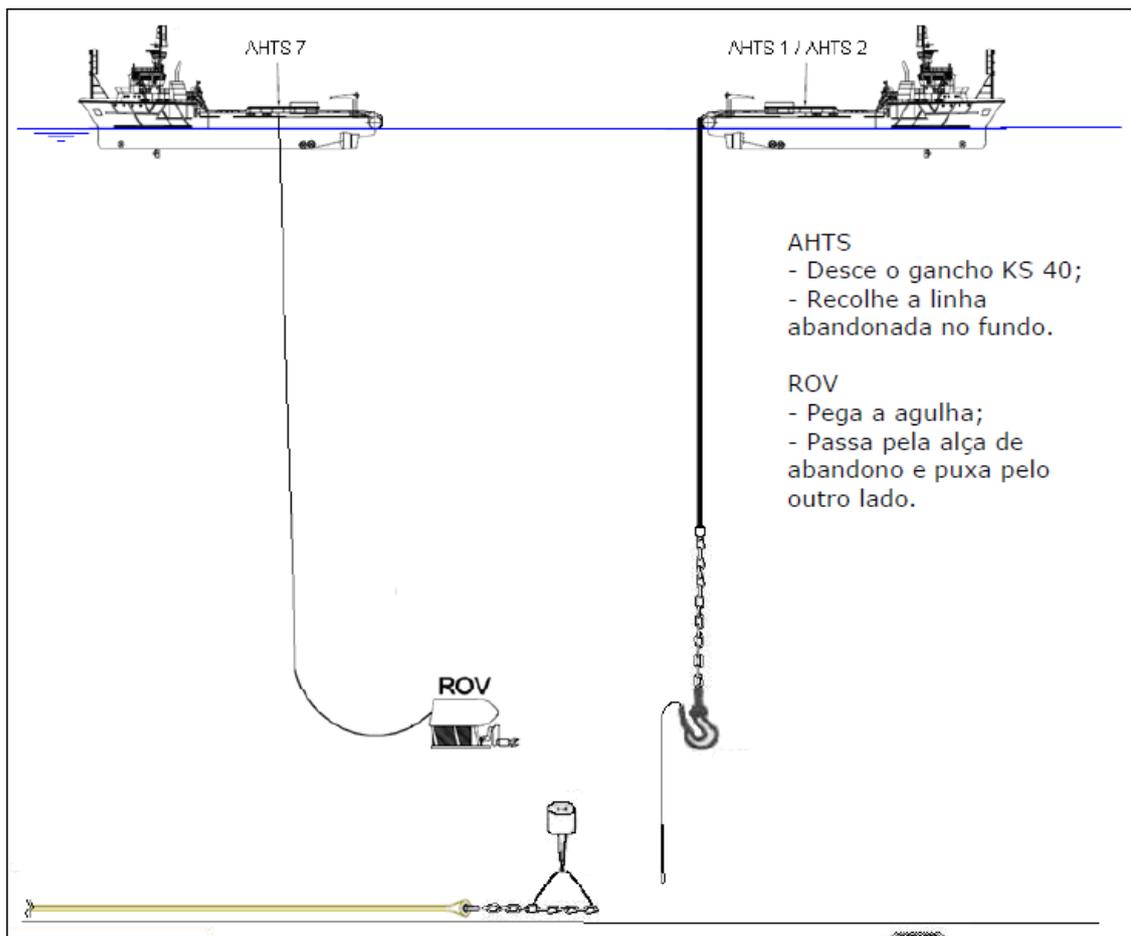


Figura 15

AHTS com ROV auxiliando a conexão do gancho KS 40 com a agulha conectada ao seu bico

Após a montagem, o AHTS paga o cabo de trabalho até que o gancho KS 40 se aproxime da alça de recuperação da linha com o flutuador, o ROV então, pega a agulha e passa pela alça montada no rabicho com 6m e puxa pelo outro lado para que o bico do gancho KS 40 também passe por dentro da alça. Uma vez que o gancho KS 40 esteja conectado, o AHTS inicia o recolhimento da linha até que o rabicho DN 76mm x 6m chegue no convés para que o mesmo seja preso no *shark jaw* e se realize a desconexão do gancho KS 40.

Após o término da desconexão o AHTS inicia o tracionamento da linha de ancoragem, elevando a tensão da mesma até 80t de *Bollard Pull* e ao alcançá-la deve manter este valor durante 20 minutos.

Passados os 20 minutos, o AHTS alivia a tensão na linha e inicia a conexão dos cabos de poliéster DN 150mm x 200m, sendo o primeiro cabo de poliéster conectado no rabicho de amarra com 6m. Após a conexão, o AHTS paga todo o cabo de poliéster pra água. Então o AHTS enforca a outra extremidade do

cabo de poliéster para montar o segundo rabicho de amarra com 6m e conecta o segundo cabo de poliéster com 200m. Em seguida paga o segundo cabo de poliéster pra água e repete o passo anterior para conectar o terceiro rabicho de amarra com 6m e o terceiro cabo de poliéster com 200m.

Após o último cabo de poliéster ter sido pago é realizada a conexão do mesmo com a amarra de topo DN 76mm x 300m.

O AHTS começa a pagar a amarra de topo e simultaneamente vai se aproximando do FPSO para receber o cabo mensageiro. Após recebe o cabo mensageiro do FPSO, conecta no *tugger* e recolhe o cabo até que seja possível prender o rabicho de amarra DN 76mm x 5m do cabo do FPSO no *shark jaw*.

Com o cabo do FPSO preso no *shark jaw* é feita a conexão com a amarra de topo no. Com isso o AHTS fica com os dois *shark jaw* ocupados, sendo um com o sistema de topo e o outro com o cabo do FPSO e um seio de amarra solecada no convés. Como a tensão neste momento é acima de 100 toneladas (aproximadamente) é muito arriscado fazer a liberação simultânea dos *shark jaw*, apesar de ser possível, pois há grande possibilidade de acidentes a bordo e/ou o rompimento do sistema, quando o mesmo transferir a enorme tensão ao pedaço de amarra solecado no convés. Para resolver este problema, foi dada uma solução muito simples. É conectada uma garatêia de 700 tonelada de SWL no cabo de trabalho e colocada a amarra solecada nas pás desta garatêia. Em seguida traciona-se o trecho de amarra até alcançar as 100 tonelada (aproximadamente) de tensão e abrem-se os *shark jaw*, sendo um de cada vez. Assim que a tensão do sistema estiver totalmente sobre a garatêia o AHTS começa a pagar o cabo de trabalho e quando o guincho da plataforma estiver com todo o peso do sistema a garatêia se solta (neste momento é importante a presença do ROV para confirmar que a garatêia se soltou) e a embarcação recolhe o cabo de trabalho com a garatêia e segue para o próximo sistema. Após a realização deste procedimento nas 7 linhas de ancoragem o FPSO estará ancorado.

CAPÍTULO 4

ESTUDO DE CASO

Neste capítulo será estudado o acidente com o AHTS *Bourbon Dolphin*, um dos mais trágicos e conhecidos nesta área de trabalho. Ocorrido durante a operação de DMA da sonda semi-submersível *Transocean Rather*, no dia 12 de abril de 2007 no Mar do Norte, este acidente deixou um saldo de seis mortos, dentre eles o filho do comandante da embarcação, com apenas 14 anos de idade, que estava como passageiro.

4.1. SEQUENCIA DE ERROS

A *Chevron*, empresa contratante, necessitava de quatro embarcações para a realização do DMA e afretou os AHTS *Vidar Viking*, *Olimpic Hecules*, *Highland Valour* e o *Bourbon Dolphin*, sendo os três primeiros de grande *bollard pull* (Tabela 2) e com a tripulação bastante experiente e conhecedora de suas embarcações. Já o *Bourbon Dolphing*, apesar de também possuir um bom *bollard pull*, era uma embarcação nova com apenas um ano de construção, fato este que deveria ser favorável, visto que quanto mais nova é uma embarcação menor a probabilidade de apresentar problemas, porém esta embarcação nunca havia participado de um manuseio de âncoras, ao menos não diretamente, pois foi utilizado nove vezes como auxiliar, ou seja, levando materiais e fazendo a transferência para as embarcações que realizaram a faina, assim como pequenas operações, que não exigiram do barco o mínimo de sua capacidade.

	Bourbon Dolphing	Highland Valour	Olympic Hercules	Vidar Viking
Gross Tonnage (t)	2,974	3,160	4,477	3,382
Bollard Pull (t)	180	180	250	205
LOA (m)	75.2	80	82.1	83.7
Boca (m)	17	18	20	18
Winch pulling-power (mt)	400	500	500	400

Tabela 2
Tabela com as principais características das embarcações envolvidas.

Outro fato determinante para o acidente foi a troca de comandantes antes da operação. Normalmente isso não geraria transtornos, porém o comandante que embarcou nunca havia estado no *Bourbon Dolphing*, ou seja, não conhecia as peculiaridades da embarcação, mesmo sendo muito experiente, não havia como ele saber dos detalhes da embarcação sem um prévio período de adaptação.

Mais um fato relevante e possível somatória às causas do acidente é que em sua saída do porto, foi constatado que o disco de *Plinson*²³ encontrava-se bem acima da linha d'água do navio (Figura 16), quando normalmente deveria estar quase imerso para garantir uma estabilidade melhor e mais segura durante o DMA. O fato de o disco de *Plinson* estar mais alto do que o normal pode indicar que a embarcação não estava totalmente lastrada, podendo gerar superfície livre dentro dos tanques, o que contribuiu para o emborcamento do *Bourbon Dolphin*.

²³ Marca no costado da embarcação, localizada acima da linha d'água por ambos os bordos, que indica o limite do calado das embarcações para cada tipo de região.



Figura 16

Foto tirada do *Bourbon Dophing* em sua saída do porto para a operação que culminou em seu emborcamento, mostrando o disco de *Plinson* bem acima da linha d'água.

4.2. O ACIDENTE

A Chevron no fundo sabia das limitações da embarcação da qual jamais antes havia sido usada neste tipo de operação, mas mesmo assim programou o navio para esta operação, em conjunto com outros acima citados. Outro fato é o desconhecimento pelo capitão atual do Bourbon Dolphin das limitações de seu navio.

Durante a construção do navio, foi alterada a capacidade de seus guinchos de manuseio e reboque, foram instalados guinchos de manuseio maiores, para 400 toneladas, com isso o peso final da embarcação sofre uma grande alteração de 2.810 tons, para 3.202 tons, mas mesmo assim são emitidos todos os certificados após a entrega efetiva da embarcação, e inclusive é emitido o livro de TRIM e estabilidade, conforme necessário para este tipo de navio.

Logo no início das operações do navio, seus antigos comandantes logo notaram a tendência de uma banda permanente deste navio para um dos bordos,

devido a isso seus tanques de lastro eram sempre mantidos cheios, inclusive os anti-balanço, porém este não foi o caso no dia 12 de Abril de 2007.

4.2.1. Análise cronológica dos fatos

Às 09 horas e 30 minutos, o *Bourbon Dolphin* começa a lançar a ancora N°2 em conjunto com o AHTS *Highland Valour* e a sonda inicia a operação conjunta pagando amarra. Seria mais de 1.900 metros de amarras com uma âncora do tipo *Bruce* que pesava 18 toneladas. Ao mesmo tempo os AHTS *Vidar Viking* e *Olimpic Hercules* iniciavam, no azimute oposto, a âncora N° 6.

Às 1300 horas, o chefe de máquinas do *Bourbon Dolphin* informa ao passadiço que os *thrusters* estão aquecendo e solicita que se reduza a carga nos mesmos, porém o imediato não atende ao pedido do chefe e tampouco informa ao *mooring master* (encarregado da operação a bordo da plataforma) o problema que se apresenta.

Às 1400 horas, o *Bourbon Dolphin* requisita ao *mooring master* assistência para tentar manter a posição, pois estava derivando muito. O *mooring master*, então, solicita que o *Highland Valour* garateie (Figura 17) o sistema para aliviar o peso, para que o mesmo possa retornar à posição de projeto.

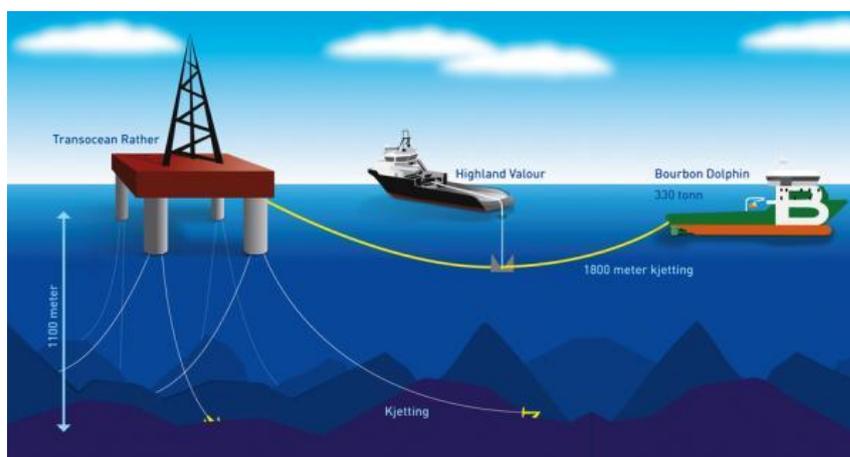


Figura 17
Esquema demonstrando a ação do AHTS *Highland Valour* para aliviar o peso sustentado pelo *Bourbon Dolphin*

Às 15 horas e 30 minutos, o Highland Valour informa que já havia garateado o sistema e estava sustentando parte do peso do mesmo. Neste momento o *Bourbon Dolphin* deveria começar a retornar à posição original do projeto, porém o mesmo continuava derivando e já estava cerca de 400 metros fora da linha e com mais de 1800 metros de amarras na água (Figura18).

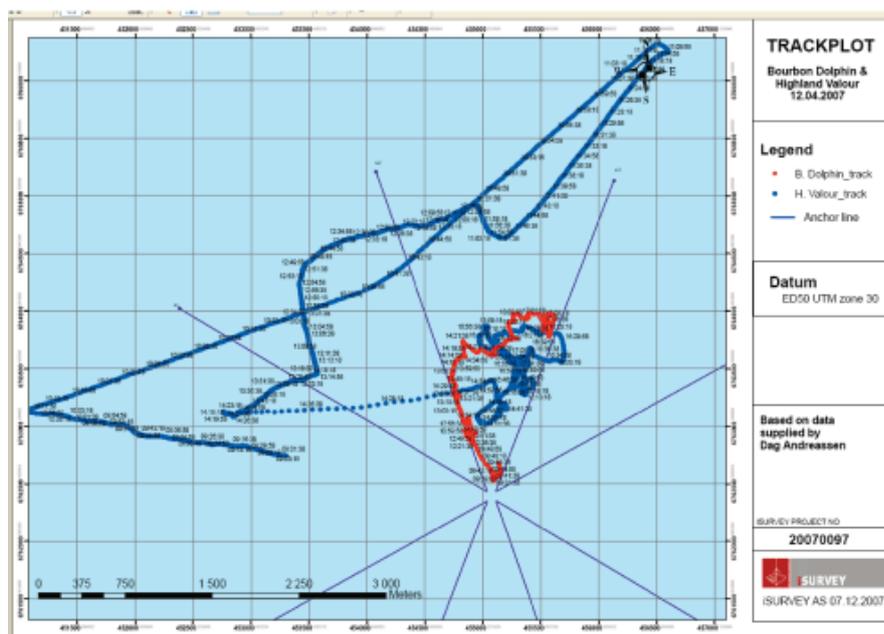


Figura 18

No *track sistem* (sistema de monitoramento de posição) mostra, em destaque, as respectivas posições e a deriva do Bourbon Dolphin para longe da linha

O *Highland Valour* estava 240 metros a ré do *Bourbon Dolphin* no momento em que segurava a amarra. Enquanto o *Bourbon Dolphin* tentava retornar a linha, houve um momento onde ambas as embarcações se aproximam rapidamente e quase abalroaram bordo com bordo. Este fato se deu, por volta das 16 horas e 26 minutos e foi testemunhado por ambas as tripulações. Segundo os tripulantes do *Highland Valour* chegou a poucos metros de uma colisão, como mostra a fotografia tirada no momento do ocorrido (Figura 19).



Figura 19
Momento onde as duas embarcações quase colidiram

Neste momento, segundo relato do Imediato Hugh Dunlop a bordo do *Highland Valour*, o *Bourbon Dolphin* derivou em direção ao seu navio devido a uma possível falha das máquinas, ficando o mesmo sem propulsão por alguns minutos.

A ação tomada para evitar o abalroamento foi solecar²⁴ rapidamente o cabo que tensionava a amarra, a fim de fazer uma manobra evasiva, e evitar a colisão. Ambas as embarcações conseguem se afastar devido à ação rápida tomada. Neste momento o *mooring master*, sem saber do que estava ocorrendo, solicita que as embarcações se afastem do sistema N°3 que já se encontrava ancorado, para evitar que o sistema N°2 danificasse o mesmo.

O quase acidente não foi relatado para o *mooring master*, nem tão pouco para o OIM (*Offshore Instalation Manager – Gerente das instalações Offshore*) Patrick O'Malley e nem para o *Barge* (Gerente da sonda) James Sutherland da *Transocean Rather*.

Às 16 hora e 30 minutos, o *Olympic Hercules* já havia terminado com a âncora N°6 e solicita ao *mooring master* autorização para deixar o campo, porem o mesmo pede a embarcação que continue próximo, pois o *Bourbon Dolphin* havia derivado da posição e poderia ser necessária ajuda. Enquanto isso o *Highland Valour* se distanciava e aguardava instruções.

Neste momento, o capitão do *Olympic Hercules* sugere ao *mooring master* que a plataforma pague mais amarra para o *Bourbon Dolphin*, porém essa

²⁴ Ação de pagar ou fornecer cabos

medida é descartada, pois segundo o mesmo, isso só iria complicar mais ainda a situação. Então o *mooring master* dá a ordem ao *Bourbon Dolphin* para pagar seu cabo de trabalho, pois segundo ele, a situação exigia esta medida.

Agora o problema para o *mooring master* e, também para *Transocean Rather*, era afetar a amarra N° 3 que já estava em posição.

Às 16 horas e 47 minutos, o *Bourbon Dolphin* já derivava 1.090 metros fora da linha, o que já colocava em risco toda a operação.

Às 16 horas e 55 minutos, a deriva começa a diminuir para 936 metros. O comandante e o imediato discutem a situação, quando novamente o chefe de máquinas solicita a redução da demanda dos *thrusters*, devido ao superaquecimento dos mesmos.

O *mooring master* sugere ao *Bourbon Dolphin*, conectar o cabo de trabalho na amarra e transferir este entre os *towing-pins*, o que poderia melhorar a manobrabilidade. As demais embarcações ouviram a mensagem através do VHF (rádio de comunicação), porém segundo ele, isso não foi uma ordem e sim uma sugestão para manter o navio livre da linha da ancora N°3.

Logo após o pino ter sido abaixado (Figura 20), o qual é um fato ainda obscuro, pois segundo relatos, uns dizem que foi uma sugestão do *mooring master* dada para a equipe no convés, e outros afirmam que ele tenha falhado e abaixado sozinho, ou ainda outros afirmam que o próprio capitão Remøy e o Imt Grimstad tenham abaixado o mesmo, na tentativa de fazer a embarcação retomar o rumo para a linha. Foi devido a isto que a amarra moveu se para boreste para bombordo.



Figura 20

Simulação do adernamento para bombordo após o pino interno de boreste ter sido abaixado.

O *mooring master* nega, categoricamente, que qualquer ordem ou sugestão tenha sido dada por ele para que se abaixasse o pino interno. Porém as comunicações entre as embarcações não foram gravadas, por isso não é possível fazer idéia do que realmente foi dito ou não, apenas restaram as fotos e os testemunhos, dos sobreviventes. De fato, alguém acionou o dispositivo que abaixava o pino e isso ocorreu após o problema com a estabilidade ser aparentemente resolvido.

O peso da amarra lançada contra o pino de boreste havia diminuído, então foi possível abaixar o pino interno. Quando isto é feito, a amarra tensionada imediatamente chicoteia o pino de BB e fica grudada no mesmo. Segundo testemunhas, foi possível ouvir, bem alto, o som da pancada.

Quando ocorre este movimento de uma massa tão pesada, que se moveu 2,7 metros para bombordo, a embarcação quase que imediatamente sofre uma inclinação repentina, e em 15 segundos apenas, ela já estava com 30° de inclinação, porém algo estranho ocorre. O *Bourbon Dolphin* retorna a sua posição trimada novamente. Neste momento o Chefe de máquinas alarma ao passadiço que a máquina de boreste havia apagado (desarmado), isso foi notado pelo *Highland Valour*. Segundo o 1° piloto Syverse, que estava no passadiço no ato, a tensão sobre o guincho atingiu 295 toneladas, o que fez ocorrer a primeira liberação automática, na sequência e muito rapidamente ela atinge 330 tons, um pouco antes de o navio emborcar. Porém dados colhidos a partir do molinete N° 2 da *Transocean Rather*, mostram que havia apenas 180 tons de tração.

Após isso é que o *Bourbon Dolphin* aderna violentamente pela segunda vez. A guarnição de convés juntamente com o cozinheiro, e os praticantes da máquinas, já estavam escalando o costado do navio. O piloto Syversen abandona o passadiço no momento em que ativava o sistema de liberação de emergência, da qual não atua e às 17 horas e 08 minutos do dia 12 de abril de 2007, AHTS *Bourbon Dolphin* emborcava e expunha uma das partes menos visíveis de uma embarcação, a sua quilha (Figura 21).



Figura 21
AHTS *Bourbon Dolphin* emborcado

O comandante e o imediato não conseguiram sair a tempo, o chefe de máquinas e um maquinista de serviço, assim como o 2º oficial de náutica e outro maquinista além do aprendiz de 14 anos (filho do comandante) também ficaram presos sem chances de sair a tempo, e não se teve notícias se sobreviveram após o emborcamento que durou 3 dias nesta posição, até afundar nas águas geladas do Mar do Norte.

Os sobreviventes só escaparam porque ficaram sobre o casco seco, livres da hipotermia, e foram resgatados em minutos pelas equipes dos outros AHTS. Toda a equipe a bordo da SS *Transocean Rather*, não envolvida na manobra, foi evacuada por medida de segurança, por helicópteros da Guarda Costeira, até que ela fosse ancorada novamente em segurança.

CONCLUSÃO

Conforme visto neste estudo, as embarcações do tipo AHTS são de extrema importância para o desenvolvimento e expansão dos campos petrolíferos, não somente no Brasil, mas em todas as áreas de exploração marítima e fluvial.

Observou-se também, que por ser uma embarcação versátil e com muitas tonelagens de *bollard pull*, ela exige conhecimento e dedicação de seus tripulantes, seja ele do passadiço, da máquina ou de convés, pois é uma operação pesada e extremamente cansativa, tornando-a muito perigosa se operada por tripulantes inexperientes.

Dentro das pesquisas, foi observado que a distância entre uma operação bem sucedida e um acidente catastrófico é apenas o tempo que se gasta para se decidir entre seguir ou não os procedimentos, pois estes são os instrumentos mais importantes de um manuseio de âncoras, visto o acontecido ao AHTS *Bourbon Dolphin*.

Diante do estudado, é de boa prática para todo o marítimo que deseje, ou que tripule um AHTS, se dedicar ao seu trabalho e procurar conhecimento em manuais e principalmente com aqueles que já o possuem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Petroleum Institute. Design and Analysis of Stationkeeping Systems for Floating Structures. API RP 2SK. Third Edition, October 2005. API Publishing Services, Washington, D.C. EUA.

AMORIM, Tailand Oliveira de. Plataformas offshore: uma breve análise desde a construção ao descomissionamento. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso.

CARBONO, Alonso Joaquin Juvinao. Otimização da Disposição de Linhas de Ancoragem Utilizando Algoritmos Genéticos. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica (PUC) do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro-RJ, Setembro de 2005.

International Organization for Standardization (ISO). Specific requirements for offshore structures – Part 7: Stationkeeping systems for floating offshore structures and mobile offshore units. ISO 19901-7 Amendment. Sub-clause 10.4.6.1. 2005.b70

KAWASAKI, Pedro Yuji. Análise de Linhas de Ancoragem de Plataformas Oceânicas Considerando diversos Tramos e o Trecho Enterrado da Linha. 2010. Projeto de Graduação. Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, 2010.

MOHNSAM, Luciana de Almeida. Simulação Numérica do Comportamento de Cabos Viscoelásticos. Dissertação de Mestrado em Engenharia Oceânica da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Rio Grande-RS, Dezembro de 2008.

PETRBRÁS, procedimento executivo PR-3010.85-6620-962-PBK-002, FPSO Cidade de São Vicente – procedimento de desancoragem, movimentação e *hook up*. Macaé-RJ, Janeiro de 2011

RAMPAZZO, Fabiano Pinheiro. Estudo de viabilidade do sistema de ancoragem de uma unidade flutuante de produção e armazenamento FPSO acoplada a um sistema de completação seca TLWP. Dissertação de Mestrado em Engenharia. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo-SP, 2011.

SINCOCK, P; SONDH, N. Drag Anchors for Floating Systems. Health and Safety Executive (HSE), in: Offshore technology Report.HSE Books. United Kingdom. 1994. (arquivo digital em formato PDF)

TANAKA, S; OKADA, Y; ICHIKAWA Y. “Offshore Drilling and Production Equipment”. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS); In: Energy Sciences, Engineering and Technology Resources, in Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). Eolss Publishers, Oxford ,UK. 2005. Disponível em: < <http://www.eolss.net/Sample-Chapters/C08/E6-193-20.pdf> > Acesso em: Setembro de 2012.

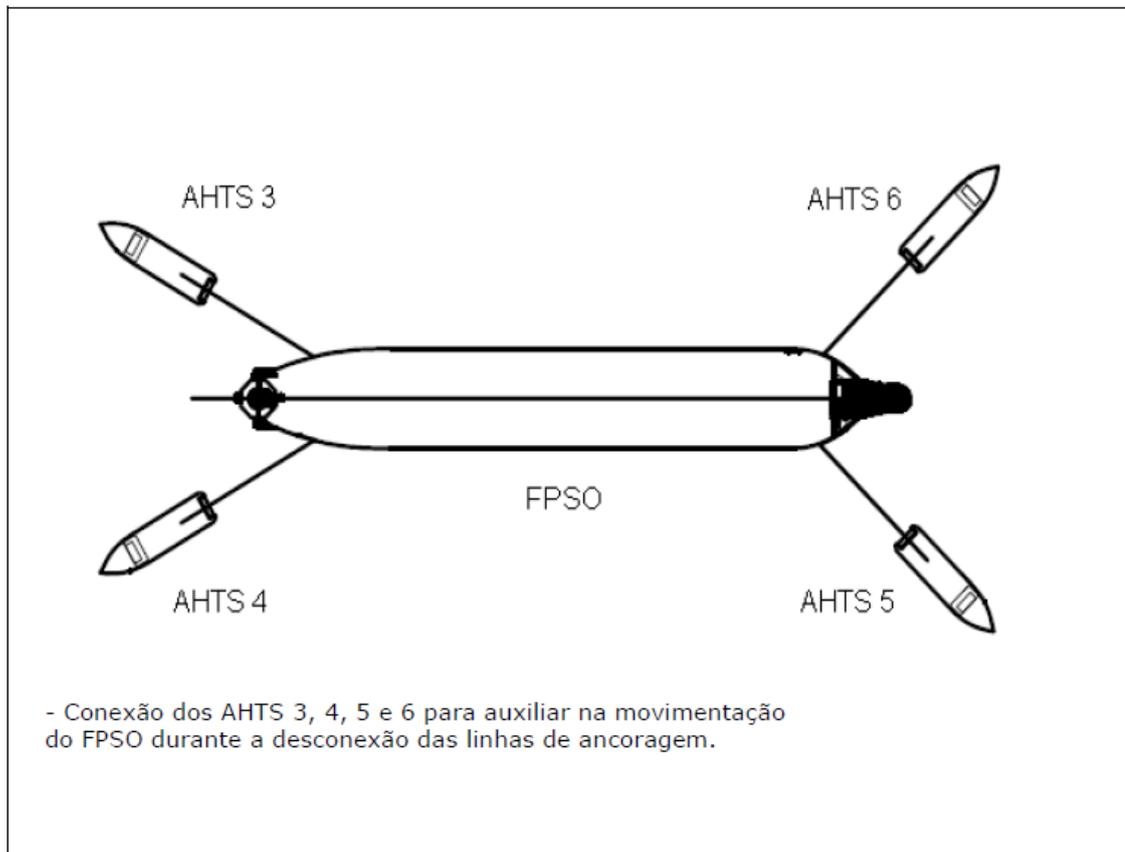
VRYHOF. Anchor Manual 2010. Vryhof Anchors BV. Netherlands, 2010. Disponível em:< http://www.vryhof.com/anchor_manual.pdf >. Acesso em Setembro de 2012.

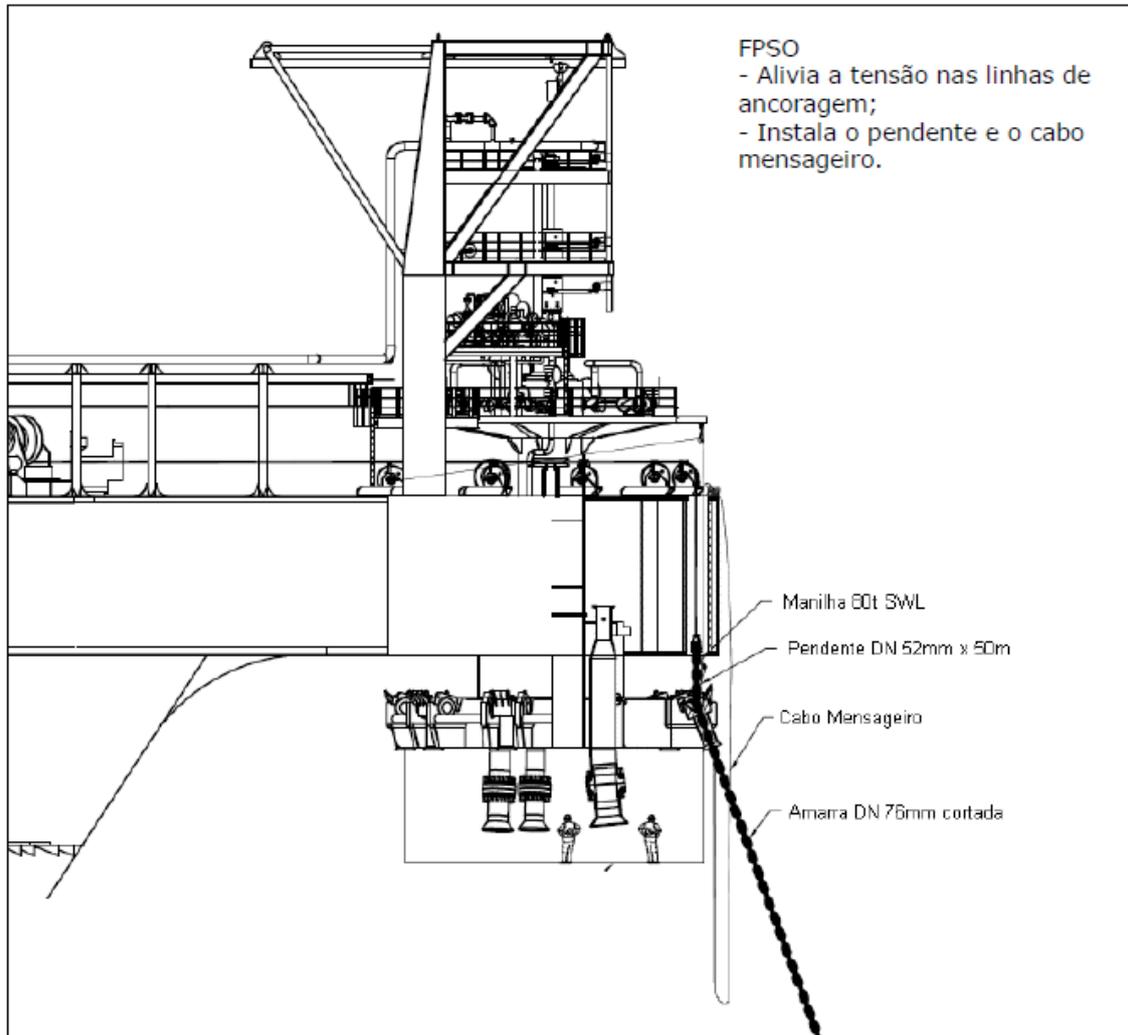
ANEXO A

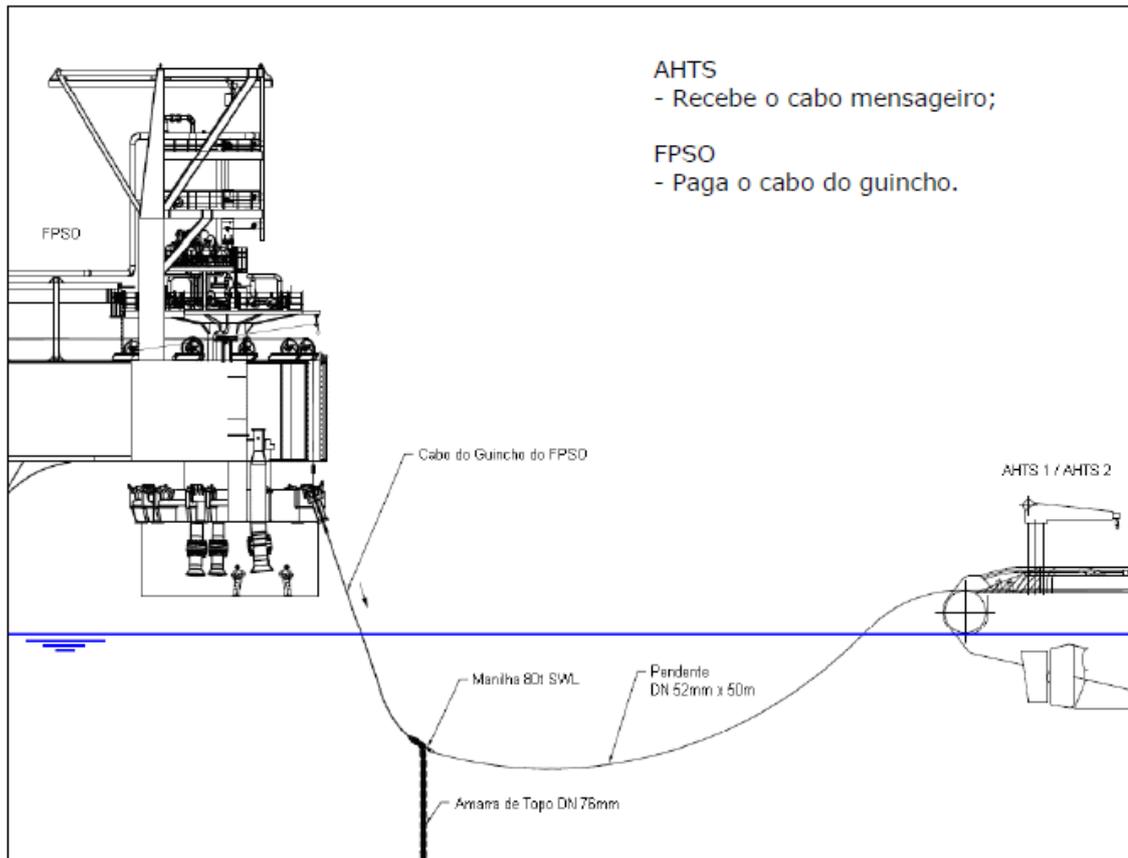
A.1 – Componentes das linhas de ancoragem

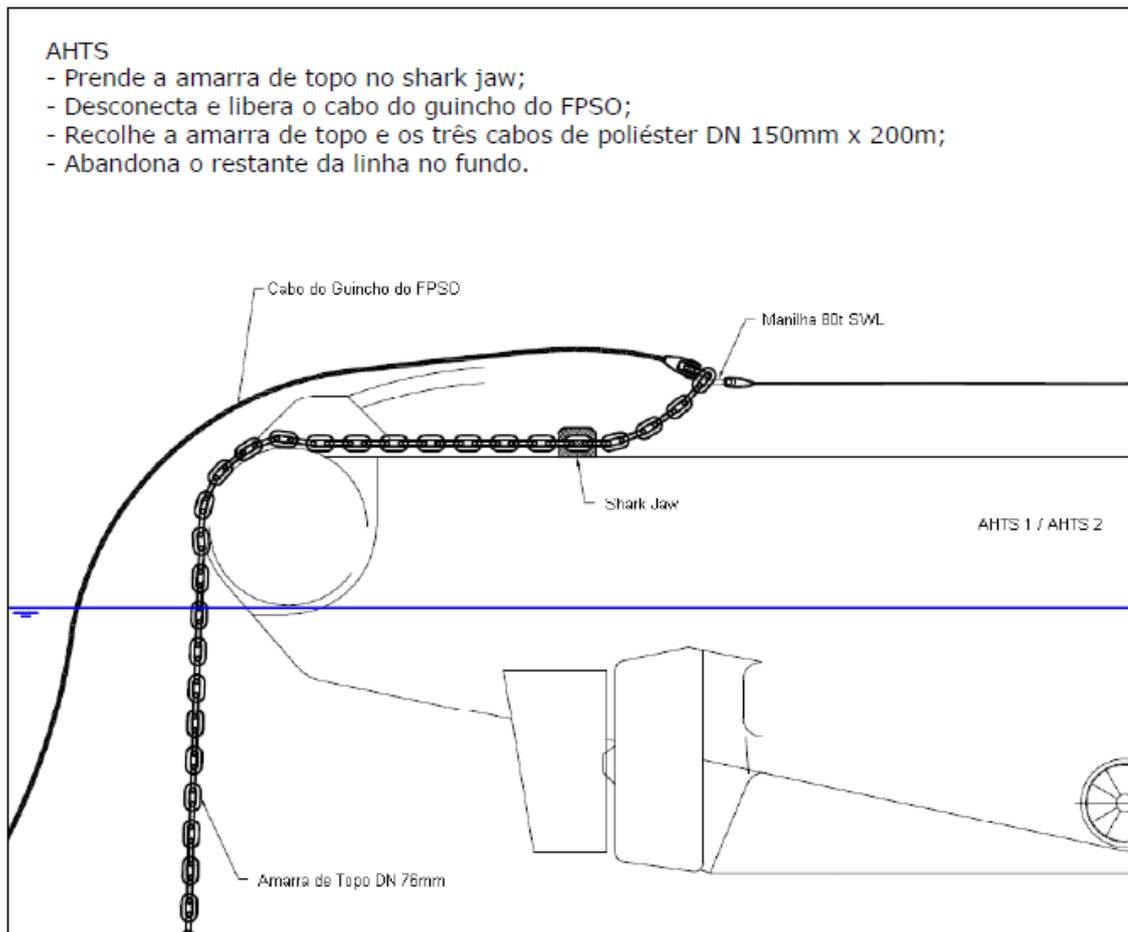
Componentes das Linhas de Ancoragem																					
Linha	Fornecimento Petrobrás										Fornecimento BW										
	Pré-lançamento										Hook Up										
	Torpedo UEP	Manilha de âncora para amarra DN 114mm R4	Tramo de amarra s/m DN 105mm R4 (m)	Manilha de união final p/amarra DN 105mm R4	Placa triangular	Tramo de amarra s/m DN 105mm R4 (m)	Rabicho de amarra s/m DN 105mm (m)	Manilha para poliéster de 710t MBL	Manilha especial tipo harpa para gancho KS 40	Gancho KS 40	Tramo de amarra s/m DN 76mm R4 (m)	Cabo de poliéster DN 150mm com 630t MBL (m)	Rabicho de amarra s/m DN 76mm R4 (m)	Cabo de poliéster DN 150mm com 630t MBL (m)	Rabicho de amarra s/m DN 76mm R4 (m)	Cabo de poliéster DN 150mm com 630t MBL (m)	Rabicho de amarra s/m DN 76mm R4 (m)	Cabo de poliéster DN 150mm com 630t MBL (m)	Rabicho de amarra s/m DN 76mm R4 (m)	Tramo de amarra s/m DN 76mm R4 (m)	
1	T-98	1	80	2	1	20	1	2	1	1	50	1500	6	1200	6	200	6	200	6	200	300
2	T-98	1	80	2	1	20	1	2	1	1	50	1500	6	1200	6	200	6	200	6	200	300
3	T-98	1	80	2	1	20	1	2	1	1	50	1500	6	1200	6	200	6	200	6	200	300
4	T-98	1	80	2	1	20	1	2	1	1	50	1500	6	1200	6	200	6	200	6	200	300
5	T-98	1	80	2	1	20	1	2	1	1	50	1500	6	1200	6	200	6	200	6	200	300
6	T-98	1	80	2	1	20	1	2	1	1	50	1500	6	1200	6	200	6	200	6	200	300
7	T-98	1	80	2	1	20	1	2	1	1	50	1500	6	1200	6	200	6	200	6	200	300

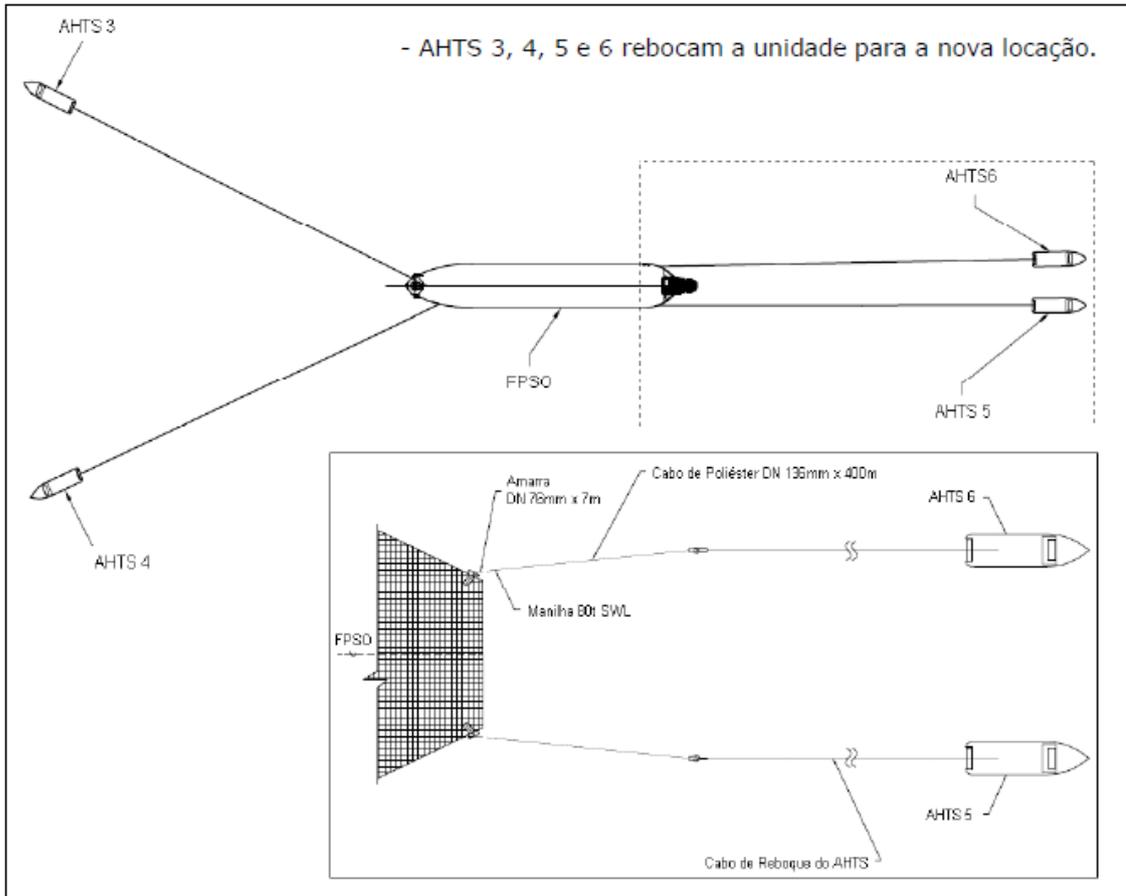
A.2 - Esquema completo da operação com o FPSO Cidade de São Vicente

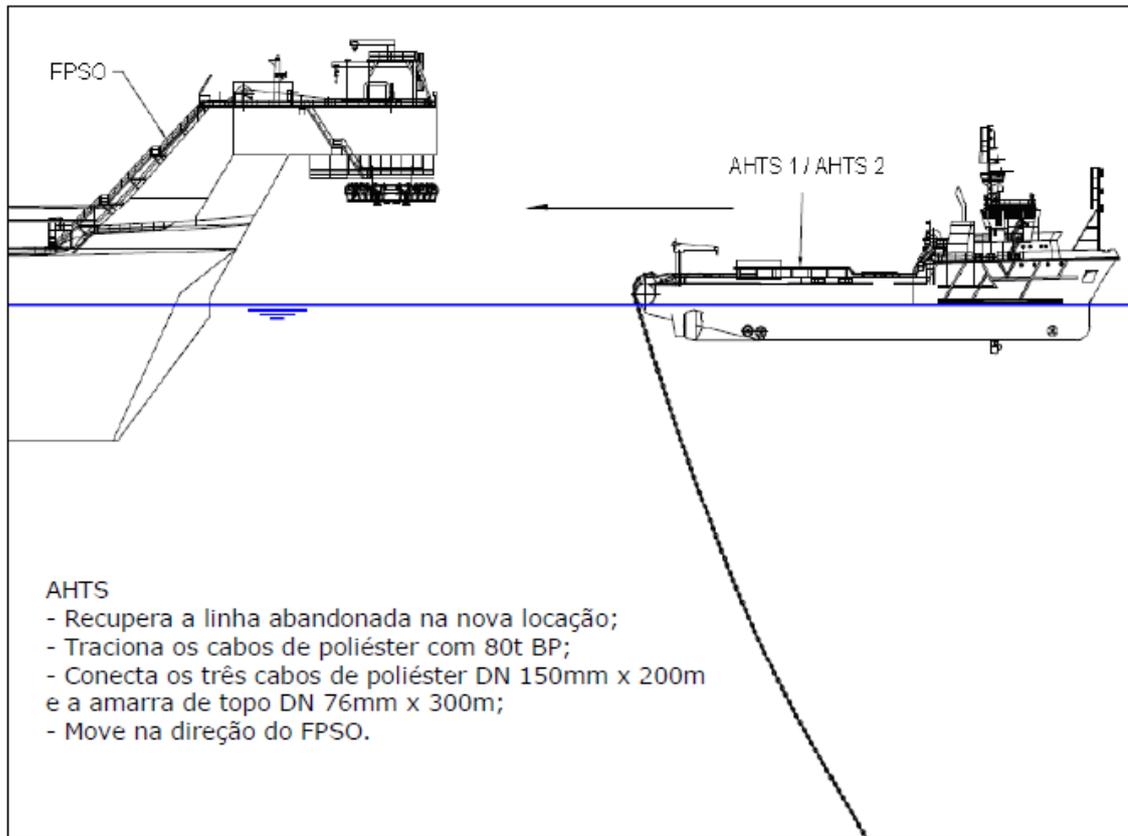


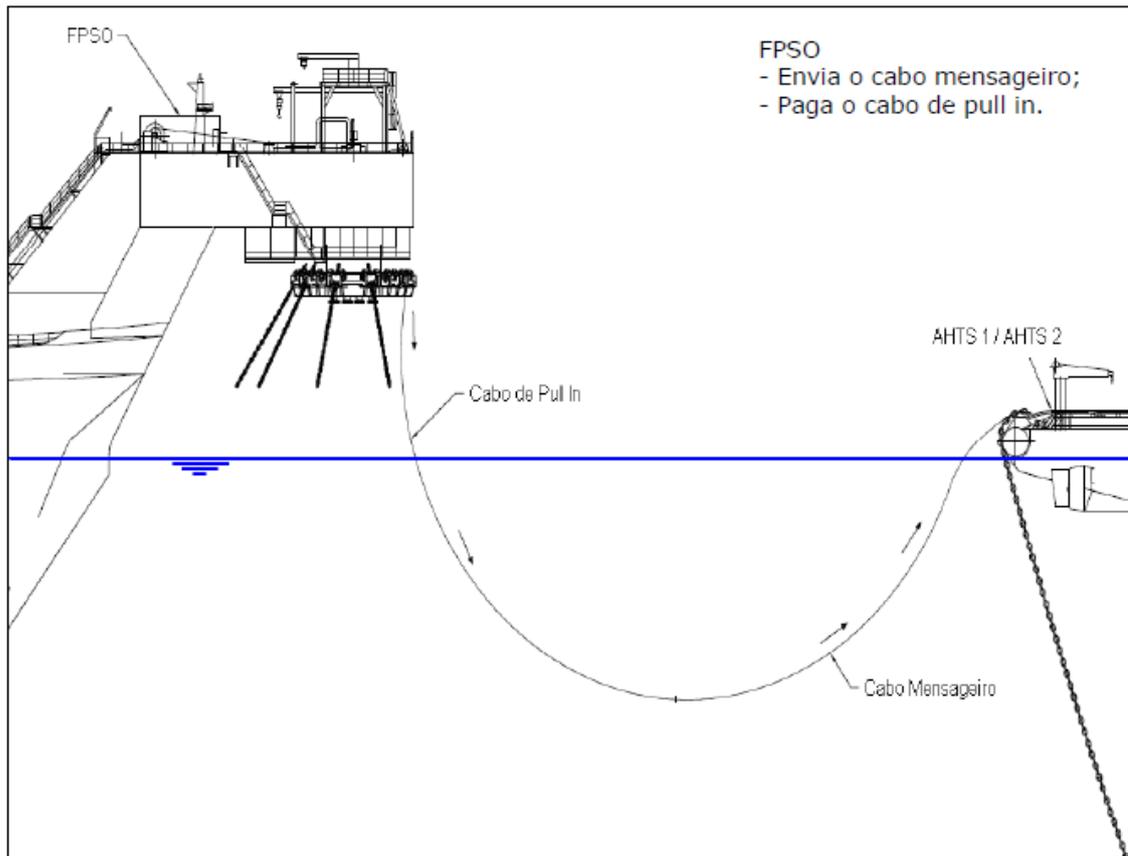












AHTS

- Conecta o cabo de pull in na amarra de topo;
- Coloca a amarra de topo sobre a garatêa.

