



MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE NÁUTICA
DA MARINHA MERCANTE – APNT 2013



JÔASSIS SOARES DE ASSIS



**SISTEMAS DE ANCORAGEM DE PLATAFORMAS:
MANUSEIO DE ÂNCORAS EM ÁGUAS
PROFUNDAS**

**RIO DE JANEIRO
2013**

JÔASSIS SOARES DE ASSIS

**SISTEMAS DE ANCORAGEM DE PLATAFORMAS:
MANUSEIO DE ÂNCORAS EM ÁGUAS PROFUNDAS**

Apresentação de monografia ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como condição prévia para a conclusão do Curso Aperfeiçoamento para Oficiais de Náutica da Marinha Mercante (APNT).

**RIO DE JANEIRO
2013**

JÔASSIS SOARES DE ASSIS

Trabalho de conclusão de curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Náutica pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, defendida e aprovada em ____/____/____ pela banca examinadora constituída pelos professores

1º MEMBRO

2º MEMBRO

3º MEMBRO

NOTA: _____

Dedico este trabalho a todos os profissionais marítimos na sua maioria anônimos que fazem através dos séculos da nossa marinha mercante referência mundial, seja no mar ou em terra, a bordo de navios rebocadores ou plataformas, como parte do quadro de terra das empresas ou como grandes mestres do ensino profissional marítimo em nossas escolas de formação, que com dedicação, capacidade e profissionalismo, mostram que embora sem o devido prestígio cada etapa do desenvolvimento deste país e do mundo tem referência na marinha mercante.

AGRADECIMENTOS

1. Agradeço a Deus por manter minha fé e perseverança guiando meus passos ao longo da minha vida.
2. Agradeço aos meus pais que me deram total apoio, investiram em minha educação e acreditaram no meu potencial.
3. Agradeço alguns amigos particulares, companheiros de profissão e mestres que foram decisivos aparecendo no momento exato da minha carreira para que eu pudesse alcançar com êxito meu sucesso profissional.

“Faça as coisas da maneira mais simples que você puder, porém, não as mais simples”

Albert Einstein

RESUMO

Este estudo faz uma amostra dos tipos de ancoragem de plataformas e manuseio de âncoras em águas profundas, começando pela evolução da exploração de petróleo em águas profundas e das operações de AHTS no Brasil, apontando os principais sistemas de ancoragem usados neste tipo de operação, bem como a elaboração, planejamento e responsabilidades de cada setor envolvido numa operação de manuseio de âncora. Ao final é feita uma descrição de uma operação real de manuseio de âncoras.

Palavras-chaves: Ancoragem. Plataformas. Manuseio de Âncoras. Águas profundas.

ABSTRACT

This study is a sample of the types of platforms anchor handling in deep water, starting with the development of oil exploration and deepwater AHTS operations in Brazil, highlighting the main mooring systems used in this type of operation, and as the preparation, planning and responsibilities of each sector involved in an anchor handling operation. At the end there is a description of an actual operation of anchor handling.

Keywords: Anchoring. Platforms. Anchor Handling. Deep water.

LISTA DE FIGURAS

Nº	TÍTULO	PÁGINA
1	Rebocador AHTS Mr. Chafic (Novo casco para AHTS)	13
2	Plataforma semi-submersível	13
3	Plataforma Tipo SPA	14
4	FPSO	14
5	Sistema de ancoragem tipo Catenária.	15
6	Sistema de ancoragem tipo Taut-Leg	16
7	Comparação entre o sistema Catenária e Taut-Leg	17
8	Sistema de ancoragem vertical TLP	18
9	Sistema distribuído de ancoragem	19
10	Cabo de aço	20
11	Amarra	20
12	Cabo de fibras têxteis	21
13	Manilhas	21
14	Elo Kenter	22
15	Elo Pêra	22
16	Soquete	23
17	Swivel	23
18	<i>Pendant wire</i>	23
19	Cabo de trabalho	24
20	Guincho de trabalho	24
21	Rolo de popa	25
22	<i>J-chaser</i>	25
23	Garatéia	25
24	Coroa	26
25	<i>Permanent Chaser</i>	26
26	<i>Shark Jaw</i>	26
27	Cabrestante	27
28	Pinos de reboque	27
29	ROV	28
30	Pinos de reboque	29
31	Âncoras <i>STEVPRIS</i> e <i>STEVSHARK</i> .	29
32	Estaca de sucção	29
33	Âncora VLA	30
34	Âncora Torpedo	31
35	Composição do sistema após o lançamento	35

SUMÁRIO

Introdução	10
------------	----

Capítulo I

1 – Histórico	11
1.1 - A exploração de petróleo em águas profundas no Brasil	11
1.2 – Operações de AHTS no Brasil	11

Capítulo II

2 – Definições	13
2.1- AHTS - Anchor Handling and Tug Supply	13
2.2 – Sistemas Flutuantes	13
2.3 – Sistemas de ancoragem	15
2.4 – Componentes da linha de ancoragem	19
2.5 – Equipamentos dos rebocadores e plataformas	24

Capítulo III

3. Operações	32
3.1 – Definindo o tipo de operação	32
3.2 – Descrição da operação	32
3.3 - Ações Preliminares	32
3.4 - Lançamento, Cravação dos Torpedos e Abandono	33

Capítulo IV

4 – Considerações finais	36
--------------------------	----

INTRODUÇÃO

Analisando as operações de manuseio de âncoras, observamos que nos últimos anos a crescente demanda de petróleo e a diminuição das reservas em terra tem feito com que a exploração do petróleo avance para águas ultra profundas com lâminas d'água que chegam a mais de 2.000 metros. Sendo assim, torna-se imprescindível o uso de novos sistemas de ancoragem com a necessidade de atualização e treinamento constante das tripulações que operam as embarcações de manuseio de âncoras (AHTS).

Este trabalho tem por finalidade apresentar os tipos mais usados de sistemas de ancoragem bem como os principais equipamentos envolvidos nestas operações.

O trabalho mostra o planejamento, execução de uma operação real de manuseio de âncoras em águas profundas, como pode ser visto em cada capítulo desta apresentação.

O capítulo 1 começa com o histórico apresentando um panorama da exploração de petróleo em águas profundas e operações de AHTS no Brasil.

Já no capítulo 2, apresentam-se as definições de um sistema de ancoragem de plataformas assim como o manuseio de âncoras em águas profundas.

O capítulo 3 contempla as operações definindo o seu tipo e descrição, ações preliminares, lançamento de âncoras e de torpedos.

Finalmente no capítulo 4 serão descritas as considerações finais que apresentarão sumariamente as partes relevantes que conduziram o trabalho.

Não serão efetuados estudos específicos nem técnicos de cada etapa do sistema de ancoragem de plataformas, e sim uma análise de como o manuseio de âncoras em águas profundas influencia de forma relevante na logística do petróleo de forma global.

A metodologia aplicada neste trabalho será do tipo exploratória, utilizando-se da pesquisa bibliográfica, dados pessoais e estatísticos. As fontes de informações serão livros, publicações, catálogos e manuais.

CAPÍTULO I

1 - Histórico

1.1 - A exploração de petróleo em águas profundas no Brasil

No início da década de 1990, a produção interna de petróleo era da ordem de 600 mil barris/dia, enquanto o consumo situava-se na faixa de 1,2 milhões de barris diários. A relação entre produção e consumo era de 50%. Ao longo da década e na virada do século, as descobertas de petróleo nas bacias sedimentares da plataforma continental, especialmente na Bacia de Campos, contribuíram para a expansão da extração do petróleo em território brasileiro.

Em âmbito mundial, não há perspectivas de aumentos expressivos de reservas em terra. Por outro lado, após as sucessivas altas do petróleo na década de 1970, a exploração do mineral em mar tornou-se economicamente viável. Em virtude do desenvolvimento da tecnologia de prospecção, exploração e produção, bem como da redução dos custos de extração do petróleo, a tendência de expansão relativa da produção mundial em plataformas continentais marítimas e em águas profundas deve se reforçar, desde que mantidos os atuais níveis de preço do petróleo. O Brasil, país pioneiro no segundo terreno, está envolvido nesse contexto. Assim, tanto no plano internacional como no âmbito doméstico, há fortes evidências de que a produção marinha de petróleo ganha cada vez mais importância, principalmente depois da descoberta da camada pré-sal, que deu notoriedade internacional às reservas petrolíferas brasileiras.

1.2 – Operações de AHTS no Brasil

Tendo em vista que as grandes reservas brasileiras se encontram em alto-mar, é necessária a construção de estruturas capazes de extrair o petróleo em águas com profundidades que chegam a milhares de metros da superfície oceânica. Algumas estruturas precisam ser ancoradas em determinadas regiões do campo de produção com a utilização de sistemas compostos por cabos, correntes e âncoras.

O manuseio nestas profundidades exige muito das embarcações e novos rebocadores AHTS, com novíssimos sistemas de manuseio de âncoras, motores potentes

e com o arranjo no convés preparado para suportar todas as forças que surgirem para a realização destas operações.

Com o aumento da exploração do petróleo no Brasil, empresas brasileiras têm construído novos rebocadores em solo nacional, para operações AHTS, onde se observa a utilização de projetos de empresas estrangeiras, já que a grande maioria das embarcações de manuseio de âncoras que estão operando no Brasil foram construídos no exterior, em especial as embarcações norueguesas.

CAPÍTULO II

2 - Definições

2.1- AHTS - Anchor Handling and Tug Supply

Embarcações AHTS são caracterizadas pelo manuseio de âncoras e espias, reboque e suprimento das plataformas, e eventualmente fazem o transporte de operários, atuam em resgates, combate a incêndios (*Fire Fighting*), recuperação de óleo derramado no mar (*Oil Recovery*) e assistência durante o carregamento de navios aliviadores, além do reboque de objetos ameaçadores (navios, bóias, *icebergs*, etc.)



Fonte: Arquivo pessoal de Jóassis S. de Assis.

2.2 – SISTEMAS FLUTUANTES

- **Plataformas semi-submersíveis (SS)** – Plataforma que se apóia em flutuadores submarinos, cujo calado pode ser alterado através de manobras de lastro e deslastro de



água para tanques específicos.

Normalmente este tipo de plataforma, usa sistemas de ancoragem com doze a dezesseis âncoras dependendo da profundidade que opera.

Fig. 02

Fonte: Arquivo pessoal de Jóassis S. de Assis.

- **Plataforma com Pernas Atirantadas (TLP)** – Este tipo de plataforma tem características semelhantes à semi-submersível, é constituída em seções de aço tubulares ou retangulares chamadas de “*pontoons*” e cilindros verticais de aço reforçado chamados “*columns*”. A ancoragem destas plataformas é realizada por tendões internos às colunas, onde são acoplados ao sistema de tensionamento, ou externos, onde o tensionamento é realizado por manobras de lastro e por um tencionador.

- **Plataformas SPAR** - Plataforma flutuante de calado profundo, casco cilíndrico e ancorado ao fundo através de sistema tipo catenária ou taut leg. O raio de ancoragem depende do sistema utilizado. O processo de ancoragem constitui de primeiramente se ancorar o casco cilíndrico onde depois a plataforma será montada sobre o mesmo. As paredes do casco cilíndrico abrigam tanques de lastro e de combustíveis, estas unidades também possuem compensadores.

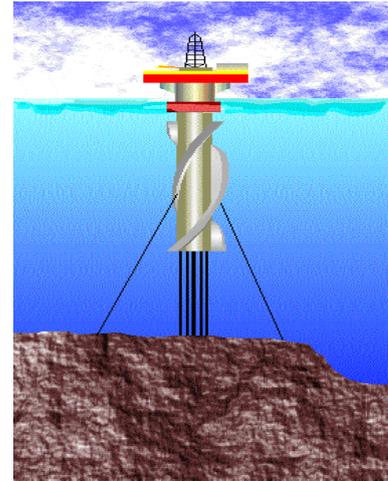


Fig. 03

Fonte: Arquivo pessoal de João S. de Assis.

- **Navios de produção** – São dois os mais conhecidos; **FSO** (*Floating Storage and Offloading*) e o **FPSO** (*Floating Production Storage and Offloading*). São constituídos a partir de cascos novos ou de navios tanque convertidos em um sistema de produção, armazenamento e descarga do petróleo (**FPSO**). Em algumas destas unidades o sistema de ancoragem é fixado a um torret, já em outras o sistema de ancoragem é igual ao das plataformas semi-submersíveis. (**SS**)



g. 04

Fonte: Arquivo pessoal de João S. de Assis.

2.3 – SISTEMAS DE ANCORAGEM

As Linhas de ancoragem têm a função de fornecer forças de restauração para manter em posição os sistemas flutuantes tais como: plataformas semi-submersíveis, FSO's, FPSO's ou navios sisternas. A fim de proporcionar a força de restauração necessária estas linhas de ancoragem são dispostas em catenária ou utilizadas como linhas tensionadas (*taut-leg*).

Transferido inicialmente do manuseio de águas rasas para água profundas, o mais comum era o uso da linha de ancoragem em catenária.

Porém quando a exploração e produção avançaram para águas ultra-profundas o peso da linha de ancoragem começou a se tornar problema. Foram então desenvolvidas novas soluções tais como o uso de cabos sintéticos (menos peso) e uso de sistemas de ancoragem tensionado.

- Sistema de ancoragem em Catenária

No sistema por catenária as linhas são presas no fundo do mar por âncoras de resistência horizontal;

Este sistema possui um raio de ancoragem relativamente grande e o próprio atrito do trecho de linha encostado no fundo contribui com a força de restauração. Uma curiosidade é que devido a este atrito são formadas valas no fundo do mar a partir do ponto onde a amarra toca o fundo.

A desvantagem deste sistema é o congestionamento causado no fundo quando há linhas de muitas unidades próximas, interferindo diretamente no posicionamento das mesmas, juntamente com os demais equipamentos submarinos necessários a atividade de exploração de petróleo em alto mar.

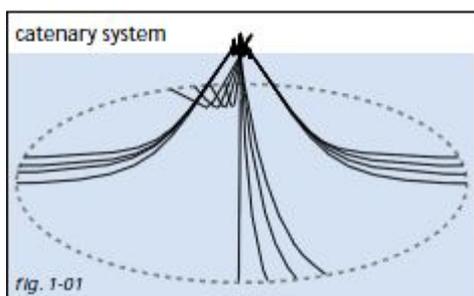


Fig. 05

Fonte: Maersk do Brasil

Para a exploração de petróleo em águas ultra-profundas, os pesos dos sistemas de amarra tornaram-se um fator limitante nas operações de ancoragem das plataformas.

Para solucionar este problema, foram desenvolvidos cabos de fibra sintética (com menor peso que o sistema de ancoragem de amarra e cabos de aço usados no sistema de catenária) surge então o sistema de amarração taut leg.

- Sistema de ancoragem em Taut-Leg

É constituída por linhas retesadas com um ângulo de topo de aproximadamente 45° com a vertical;

Menor projeção horizontal com mesma ordem de grandeza da lâmina d'água;

Proporciona maior rigidez ao sistema, sendo o passeio da embarcação limitado a offsets menores;

As âncoras utilizadas precisam resistir a altas cargas verticais;

São fixas nas extremidades inferiores por meio de estacas de sucção e VLA (âncoras com resistência vertical).

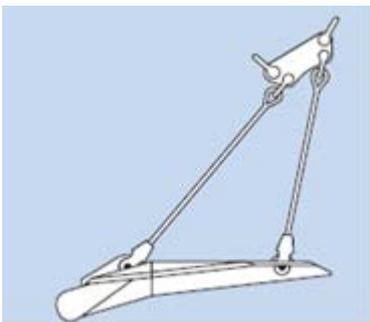


Fig. 06

Fonte: Maersk do Brasil

O raio de ancoragem no sistema taut leg é duas a três vezes menor que o raio de ancoragem do sistema catenária e o passeio (offset) é da ordem de 3% da lâmina d'água, sendo cerca de três vezes menor que no sistema em catenária.

O sistema de ancoragem para unidade de perfuração atende a critérios menos rigorosos que o sistema de uma UEP. As unidades permanentes ancoradas são projetadas para uma condição ambiental cinco vezes maior do que o tempo de real utilização (condição ambiental centenária para vinte anos de operação).

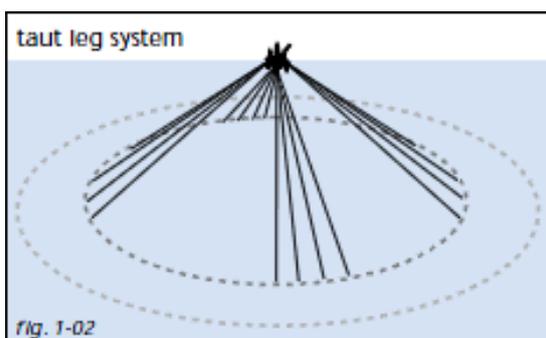


Fig. 07 Fonte:Maersk do Brasil.

- Principais diferenças entre o sistema de catenária e o sistema Taut-Leg

A diferença importante entre um sistema de ancoragem em catenária e uma ancoragem de tensionamento é que no sistema em catenária a linha de ancoragem chega ao solo oceânico quase que horizontalmente, já no sistema tensionado a ancoragem chega no solo oceânico em um ângulo de aproximadamente 45° com a vertical. Isto significa que aquela perna tensionada atracada ao ponto de âncora tem capacidade de resistir ambos os esforços horizontais e verticais.

Em um sistema de ancoragem em catenária a maior parte do efeito para restabelecer forças é gerada pelo peso da linha de ancoragem. Já em um sistema de pernas tensionadas o restabelecimento das forças é gerado pela elasticidade da linha de ancoragem

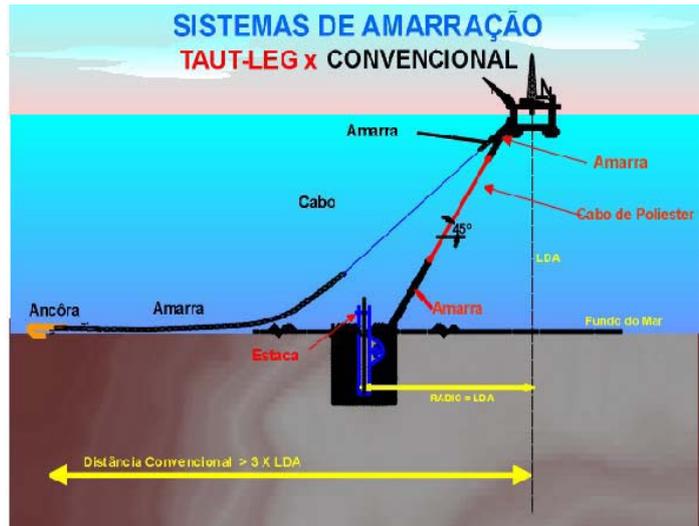


Fig. 08

Fonte: Petróleo brasileiro S/A (Petrobras).

- Ancoragem Vertical “TLP” (*TENSION LEG PLATFORM*)

Este tipo de ancoragem baseia-se na utilização de tendões verticais que precisam estar sempre tracionados devido ao excesso de empuxo proveniente da parte submersa da embarcação;

Os tendões podem ser de cabo de aço ou material sintético, proporcionando alta rigidez no plano vertical e baixa rigidez no plano horizontal;

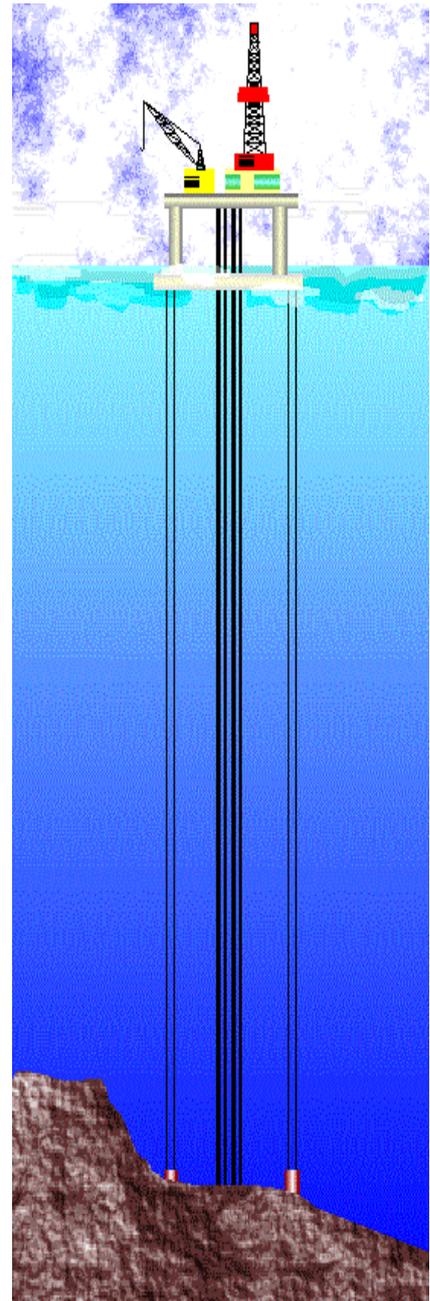
A força de restauração no plano horizontal é fornecida pela componente horizontal da força de tração nos tendões;

Este tipo de ancoragem é usado principalmente em plataformas TLP (*Tension Leg Platform*), mas também pode ser adotado por bóias, monobóias, entre outras.

- Principais características

- Sistema flutuante posicionado na locação por tendões verticais fixados no fundo do mar por estacas.
- Raio de ancoragem nula.
- Unidade marítima não possui compensadores.

Este sistema normalmente é utilizado em UEP's com sistema de poços equipados com árvore de natal seca.



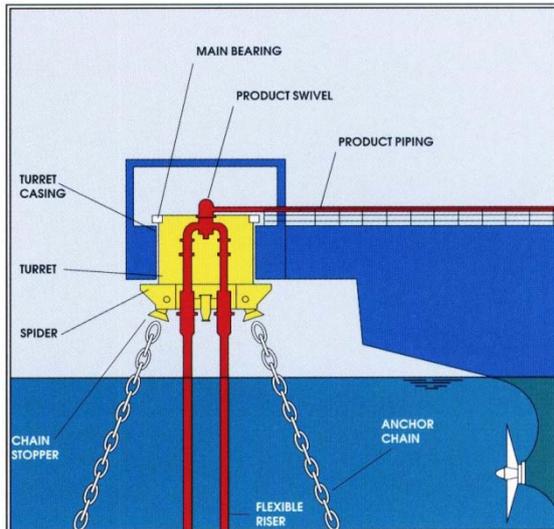
09

Fonte: Arquivo pessoal de João S. de Assis.

- Ponto único de ancoragem

Um sistema de ancoragem de ponto único ou **SPM** do inglês (*Single Point Mooring*) é um sistema que tem como principal característica a possibilidade de permitir a estrutura ancorada girar em torno de si própria ficando assim ao sabor do vento e corrente predominante no local. Os sistemas de ancoragem deste tipo mais conhecidos e usados são o *Turret*, *SALM Buoy* e o sistema *CALM Buoy*,

No sistema **Turret** temos um dispositivo constituído como um grande rolamento que permite o navio girar em torno dele onde as linhas de ancoragem e risers da unidade são todas conectadas a este dispositivo. É o sistema mais usado em FPSOs e FSOs devido a sua maior eficiência em locais onde as condições de vento e mar são severas.



SALM Buoy (Single Anchor Leg Mooring Buoy) É um dos sistemas mais simples. Este sistema que usa uma mono bóia ancorada ao fundo por uma estrutura articulada é usado normalmente em locais onde não há uma grande incidência de mau tempo.

O sistema **CALM Buoy** do inglês (**Catenary Anchor Leg Mooring Buoy**) Usa uma mono bóia ancorada, com mais de quatro ou mais âncoras, nesta mono bóia o navio fica conectado através de um sistema de amarração assim girando livremente para aproar com o vento e a corrente de acordo com as condições ambientais.



– Sistema distribuído de ancoragem

No sistema distribuído de ancoragem *SMS* do inglês (*Spread Mooring System*), temos os sistemas de ancoragem distribuídos na proa e na popa da unidade marítima. Devido aos pontos de ancoragem serem fixados tanto na proa quanto na popa da unidade esta não pode girar para aproar com vento e corrente como nos demais sistemas de ponto único expostos acima.

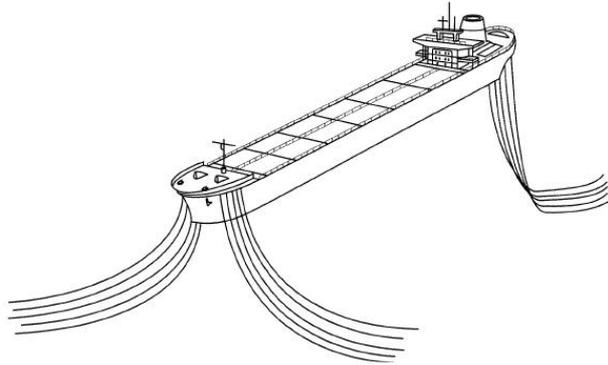


Fig. 09

Fonte: Maersk do Brasil.

2.4 – COMPONENTES DA LINHA DE ANCORAGEM

- **Cabo de aço:** Conjunto de pernas formadas por arames retorcidos em forma de hélice que, por sua vez, são também dispostos em forma de hélice com o propósito de transmitir força. Em inglês, ele é conhecido como *stranded rope*, que quer dizer “cabo feito de uma perna”.

- **Cordoalha:** Conjunto de arames dispostos em forma de hélice, com o propósito de transmitir força. Em inglês é conhecido como *spiral rope*, que significa “cabo em espiral”.

- **Cabo de aço (com aceção ampla):** Engloba tanto cabos de aço quanto cordoalhas. Em inglês é conhecido como *wire rope*, que significa “cabos de arame”.



Classificação de cabos de aço e cordoalha
Steel wire rope classification

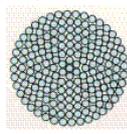
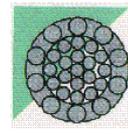
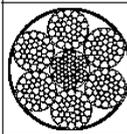
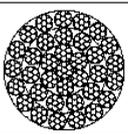
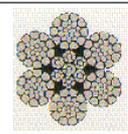
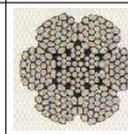
Cordoalha Spiral rope			
cordoalha spiral strand	cabo semi-fechado half-locked coil	cabo fechado full-locked coil	
			
Cabo de aço Stranded rope			
uma camada single layer	várias camadas multi layer	cabo de pernas compactas compacted strand rope	cabo compactado compacted (swaged) rope
			

Fig. 10

Fonte: DELMAR SYSTEMS, INC.

- **Amarra** – Amarras são correntes formadas por elos, em geral reforçados com malhetes (*stud*), que seguram a unidade flutuante à âncora.



Fig. 11

Fonte: Arquivo pessoal de Jóassis S. de Assis.

Especificações de amarras

- NBR 5940 – Amarras para uso naval (equivalente à IACS W18);

- NBR 13715 – Amarras oceânicas. Seguem três graus:

R3, R3S e R4 (equivalente à IACS W22).

- **Cabos de Fibras Têxteis** – Material formado por fios naturais ou sintéticos, torcidos e retorcidos em forma de hélice, utilizado para tração. As fibras mais freqüentemente utilizadas são: sisal, polietileno, poliamida (que tem o nome comercial de *nylon*), **poliéster** (muito utilizado para ancoragem de plataformas, esperando-se que atinja uma vida útil de 20 anos), polipropileno, poliaramida (cuja fibra possui grande módulo de elasticidade e tem nomes comerciais tais como *kevlar*, *twaron* e *technora*) e HMPE (High Modulus Polyethylene, que tem nomes comerciais tais como *dyneema* e *spectra*).



Fig. 12

Fonte: DELMAR SYSTEMS, INC.

- **Manilhas** – Manilhas são acessórios constituídos por um vergalhão metálico em forma de U, com um pino atravessado entre as duas extremidades, com a finalidade de transmitir força. A manilha de âncora difere da manilha de união por ter abertura e diâmetro maiores.



Fig. 13

Fonte: DELMAR SYSTEMS, INC.

- **Elo Kenter** – Elo desmontável, formado por duas partes em forma de J e um malhete, que se encaixam entre si, fixados através de um pino, para ligar duas seções de amarra através de seus elos comuns.



Fig. 14

Fonte: DELMAR SYSTEMS, INC.

- **Elo Pêra** – – Elo desmontável, formado por duas partes usado para unir dois cabos/amarras de diferentes dimensões (bitola).



Fig. 15

Fonte: DELMAR SYSTEMS, INC.

- **Soquete** – Terminais montados nas extremidades dos cabos de aço com a finalidade de proporcionar um ponto de conexão seguro e resistente das extremidades do cabo de aço com os demais equipamentos da linha de ancoragem. A soquetagem de cabos de ancoragem é de grande responsabilidade e embora atualmente essas terminações possam ser feitas a bordo, devem ser feitas preferencialmente em fábricas especializadas .



Fig. 16

Fonte: DELMAR SYSTEMS, INC.

- **Swivel** – Elo de conexão, usado para prevenir a torção do cabo ou amarra causando danos ou fadiga às mesmas.



Fig. 17

Fonte: Arquivo pessoal de João S. de Assis.

- “**Pendant wire**” – Cabo de aço, unido ao chaser.

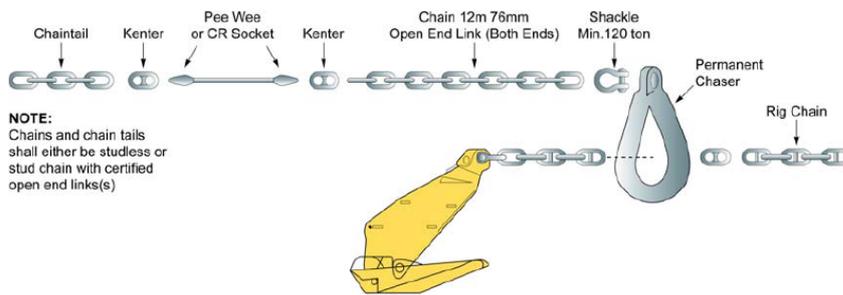


Fig. 18

Fonte: Arquivo pessoal de Jôassis S. de Assis.

- “**Rabicho**” – Peça curta de amarra, geralmente colocado nas extremidades dos cabos de aço (soquetes) unidos por elos Kenter, baldt ou Pêra, para facilitar as conexões e desconexões dos mesmos no “*Shark Jaw*”.

2.5 – EQUIPAMENTOS DOS REBOCADORES E PLATAFORMAS

- **Cabo de trabalho** – Cabo de aço, com comprimento proporcional a lâmina d água que o rebocador opera com terminações soqueteadas conectado ao guincho de trabalho , (*anchor handling drum*) do rebocador.



Fig. 19

Fonte: DELMAR SYSTEMS, INC.

- **Cabo de reboque** – Normalmente semelhante ao cabo de trabalho, também com comprimento proporcional a lâmina d água que o rebocador opera com terminações soqueteadas conectado ao guincho de reboque, (*tow drum*) do rebocador. A medida deste cabo geralmente é de 3 x 3/8 de polegada (bitola).

- **Guincho de trabalho** (*Anchor Handling drum*) – Principal Guincho do rebocador, usado para os principais serviços de manuseio, inclusive para tencionar e posicionar as âncoras no fundo do mar



Fig. 20

Fonte: DELMAR SYSTEMS, INC.

- **Guincho de reboque** (*Tow drum*) – Segundo Guincho do rebocador, sua principal finalidade de construção é para reboques, porém pode ser utilizado também para manuseio, normalmente sua capacidade de armazenamento e força são iguais ou próximos a do guincho de trabalho.

- **Guinchos Secundários** – Guinchos destinados a operações secundárias e a estivagens de cabos normalmente têm uma capacidade de carga e diâmetro menores que os guinchos de reboque e manuseio.

- **Rolo de popa** – Rolo com giro livre em torno do seu próprio eixo localizado na popa do rebocador. Sua principal função é a de diminuir o atrito nos cabos, amarras e demais componentes do sistema de ancoragem quando estão sendo lançados ou içados do mar.



Fig. 21

Fonte: Arquivo pessoal de Jôassis S. de Assis.

- **“J-chaser”** – Gancho usado pelos barcos de manuseio, para pescar sistemas de amarração de plataformas, que não possuem sistema fixo de Chaser.



Fig. 22

Fonte: DELMAR SYSTEMS, INC.

- **Garatéia (Grapnel)** – Equipamento usado para resgatar sistemas de amarras ou cabos do fundo, também é utilizado para recolhimento de sistemas de ancoragem para desancorarem de plataformas que não possuem o sistema de chaser fixo.



Fig.23

Fonte: DELMAR SYSTEMS, INC.

- **Coroa (Gypsy)** – Roda de aço fundido formando uma peça única com fendas moldadas nos formatos dos elos de amarras onde os mesmos são momentaneamente presos durante o movimento da coroa. As mais comuns são para elos de 86 e 105 milímetros.

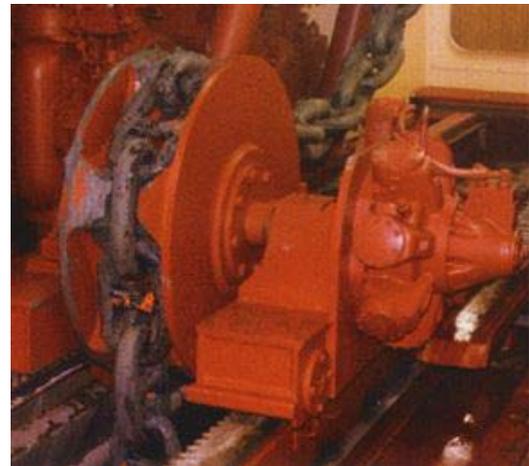


Fig. 24

Fonte: Arquivo pessoal de João S. de Assis.

- **“Permanent Chaser”** – Anel de aço fundido que envolve a amarra da âncora da plataforma, fica conectado ao pendant wire, é usado pelos rebocadores de manuseio de ancoras nas manobras de DMA (Desancoragem Movimentação e Ancoragem) de plataformas com o sistema Chaser-trap para remoção e colocação dos sistemas de ancoragem.

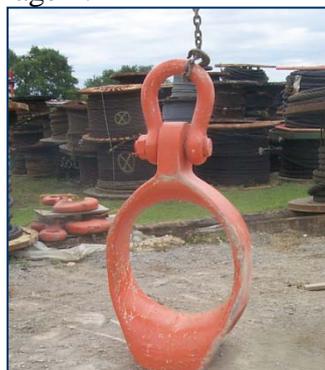


Fig.25

Fonte: DELMAR SYSTEMS, INC.

- **“Shark Jaw”** – Tipo de gato usado como boça na desconexão e conexão de âncoras, amarras ou cabos de acionamento hidráulico por controle remoto, geralmente alojado em pontos próximos ao rolo de popa avante das guias de reboque. Nos rebocadores



Fig. 26

Fonte: Arquivo pessoal de Jôassis S. de Assis.

de manuseio mais modernos são utilizados 2 com capacidade de 500 ton. cada.

- **Cabrestantes** - Aparelho constituído por um tambor vertical comandado por motor podendo também ser manobrado à mão. Serve manusear amarras, cabos, âncoras e outros equipamentos no convés.

As capacidades encontradas para esse equipamento variam de 2,5t e 10t.



Fig. 27

Fonte: DELMAR SYSTEMS, INC.

- **Pinos de reboque (“Tow Pins”)** – Dispositivo localizado no convés principal do rebocador, a ré do *shark Jaw* com a finalidade de manter o sistema ou alinhado com o *shark Jaw* e sobre o rolo de popa.



Fig. 28

Fonte: Arquivo pessoal de Jôassis S. de Assis.

- ROV (*Remotely Operated Vehicle*)

Um ROV é um veículo subaquático, controlado remotamente, que permite a observação remota do fundo do mar e estruturas submarinas. A ligação entre o veículo e a superfície é assegurada por um cabo umbilical que permite a comunicação bidirecional, assim como o transporte de energia para o veículo.

A utilização de um ROV permite a operação a maiores profundidades e durante um período mais prolongado do que seria conseguido com recurso a mergulhadores. Além disso, é possível a operação em águas contaminadas que representam um risco para a vida humana.



Fig. 29

Fonte: Arquivo pessoal de João S. de Assis.

- ÂNCORAS

É um dos equipamentos mais importantes do sistema de ancoragem, já que ela vai manter as unidades marítimas na posição desejada no projeto. Tendo como base o tipo de solo marinho, o sistema de ancoragem a ser utilizado e a proximidade ou não de outros sistemas e equipamentos submarinos poderemos escolher entre os vários tipos de âncoras qual será a mais apropriada ao serviço. Entre as mais usadas na indústria estão as âncoras de sucção, âncoras torpedo, âncoras VLA (*Vertical Load Anchor*) entre outras.

- TIPOS DE ÂNCORAS

Como tudo o que diz respeito à tecnologia da indústria naval, as âncoras utilizadas atualmente são fruto da evolução de modelos antecessores, tornando-se mais eficientes que suas precursoras.

Conforme manual “Vryhof”, podemos classificar as âncoras quanto ao poder de garra em relação ao seu peso, baseado em características como área da pata, haste e estabilizadores como se segue abaixo tomando como parâmetro uma âncora de 10 toneladas:

- Classe A – grau de eficiência de 33 até 55
- Classe B – grau de eficiência entre 17 e 25
- Classe C – grau de eficiência entre 14 e 26
- Classe D – grau de eficiência entre 8 e 15
- Classe E – grau de eficiência entre 8 e 11
- Classe F – grau de eficiência entre 4 e 6
- Classe G – grau de eficiência menor que 6

Para sistema de ancoragem tipo catenária as âncoras mais usadas as *STEVPRIS* e *STEVSHARK*. Uma característica deste tipo de âncora é a ausência de articulação entre a haste e pata; sendo o ângulo ajustado através de um pino dependendo do tipo de fundo.

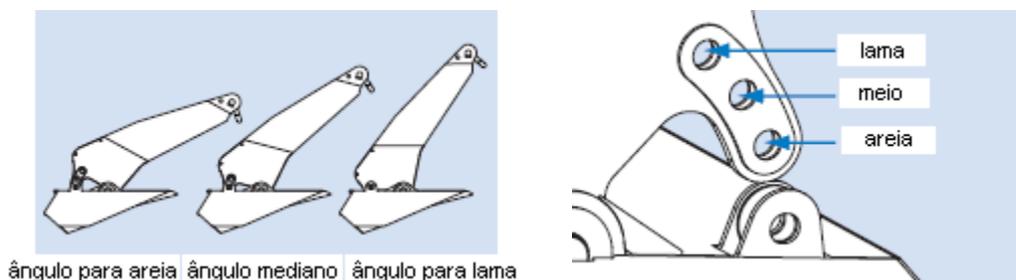


Fig. 30

Fonte: Maersk do Brasil.

Já para o sistema de ancoragem do tipo taut-leg, as âncoras mais usadas são:

- **Estacas de sucção** – A âncora do tipo estaca de sucção é fixada ou retirada do fundo marinho com o uso de bombas de sucção, conectada no topo dela, criando uma diferença de pressão. Quando a pressão no interior da âncora é menor do que fora, a âncora é sugada para dentro do solo marinho.



Fig. 31 Fonte: DELMAR SYSTEMS, INC.

- **VLA (*Vertical Load Anchor*)** – A penetração no fundo de uma VLA é muito maior que uma âncora convencional. Apesar do processo de ancoragem ser o mesmo deve-se usar uma tração (bollard pull) muito grande para sua instalação. A VLA após unhar, muda da posição de instalação para posição final (posição para suportar cargas verticais); então ela passa a suportar tanto cargas verticais como horizontais.

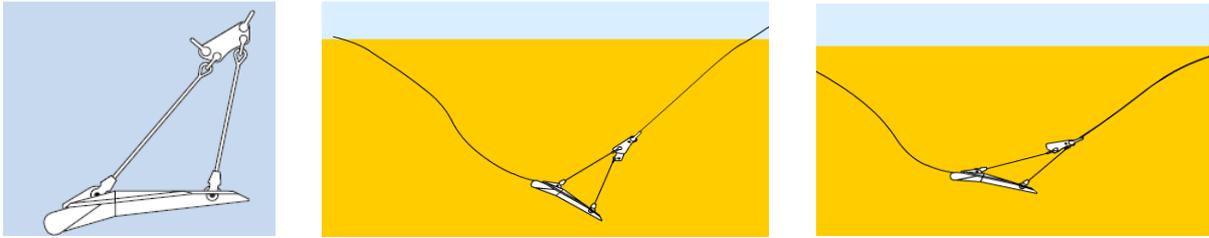


Fig. 32

Fonte: Maersk do Brasil.

- **Âncoras torpedo** – O torpedo surgiu em 1996, dentro da oportunidade de a Petrobrás estar precisando de âncoras que suportassem carga vertical.

Os primeiros modelos tiveram como clientes o pessoal de lançamento de linhas flexíveis, e que precisavam de um “prego” para fixar as linhas no fundo do mar, para tal foram desenvolvidos modelos de até 24 ton. de peso e que suportavam cargas de arrancamento de até 140 ton.

Em seguida foi desenvolvida outra família de modelos que tiveram como clientes as plataformas de perfuração e completação, com modelos de 43 ton. de peso e que suportavam cargas de arrancamento de até 260 ton.

A seguir foram desenvolvidos modelos maiores que tiveram como clientes, os ativos da Petrobrás, que tinham que instalar grandes plataformas de produção, com modelos de 98 ton. e cargas de arrancamento de aprox. 800 ton.

Houve desdobramentos da idéia inicial, e também surgiu uma geração paralela de torpedos com vistas a aplicações como base de início de poço, com modelos de 46 ton. (26 ton. do torpedo e 20 ton. de uma “caçamba”) e com capacidade de suporte (compressão) de 260 ton.

Outro desdobramento foi o desenvolvimento de um torpedo de teste e de retro análise de solo, de fácil instalação e remoção, com 18 toneladas, modelo t-18, usado para pesquisa.

Entendendo como funciona o torpedo

O torpedo é uma estaca que instalada dentro do solo, interage com as cargas a que é submetido com seu peso próprio e com seu atrito com o solo. A originalidade está no seu meio de instalação, o mesmo é lançado na vertical, a partir de uma altura determinada, e durante sua queda livre adquire velocidade suficiente para quando bater no solo no fundo do mar, ter energia suficiente para penetrar dentro do solo o necessário para atender as cargas de arrancamento.

Cada torpedo tem uma velocidade terminal, da qual o torpedo não passa, e que depende basicamente do modelo do torpedo (peso e forma) e do arranjo de lançamento (configuração dos cabos e acessórios).

Cada torpedo tem uma altura de tiro mínima, que é necessária, para que o torpedo caia em queda livre, em direção ao solo e tenha tempo de acelerar até atingir sua velocidade terminal.

Existem 3 maneiras de fazer o lançamento de torpedos, uma é fazer a linha de cravação entre o barco e o torpedo, fazer uma alça de tiro dentro da água a partir do barco e liberar o torpedo com o shark jaw.

A Segunda é usar o pelikelo e uma triplate, aonde a linha que vem do torpedo passa pela triplate e vai até o outro barco fazendo um J. A terceira é o tiro livre, com pelikelo e anel KS num rabicho.

Para um determinado modelo de torpedo, uma vez atingida a velocidade terminal, a penetração no solo só depende do solo, mas independente do tipo de solo, a capacidade de tração (arrancamento do torpedo do solo) é proporcional a energia cinética $E_c = 1/2 \cdot m \cdot v^2$. Ou seja, num solo mole penetra mais, num solo duro penetra pouco, mas sua capacidade fica equivalente.



Fig. 33

Fonte: Arquivo pessoal de Jôassis S. de Assis.

CAPÍTULO III

OPERAÇÕES

3.1 – Definindo o tipo de operação - Conforme mostrados neste trabalho são vários os tipos de operações de ancoragem de plataformas que vão de sistemas de âncoras convencionais de tração horizontal, sistemas de âncoras de tração vertical às âncoras torpedo. A fim de ilustrarmos melhor, passaremos agora a mostrar os procedimentos adotados em uma operação real de manuseio de âncoras. Para tal estaremos demonstrando o procedimento de uma operação de lançamento de torpedo de 24 toneladas modelo T-24 a partir de uma embarcação AHTS padrão equipada com ROV.

3.2 – Descrição da operação

3.2.1 Programação do Carregamento e das Operações das Embarcações.

Será responsabilidade das equipes de terra junto com os fiscais das embarcações, desenvolver a programação dos carregamentos e operações apresentada abaixo, considerando as seguintes orientações:

A definição da localização dos materiais nas embarcações deverá ser aplicada no primeiro carregamento. O carregamento é fator primordial ao lançamento dos torpedos, pois todo material usado no lançamento deve ser embarcado na seqüência de montagem da linha.

3.3 Ações Preliminares

- Deve ser realizada uma reunião interna no Rebocador AHTS antes de iniciar a operação de cravação dos torpedos, com o comandante e a tripulação envolvida esclarecendo os detalhes da operação.

- Tencionar todos os cabos que serão utilizados nas operações: cabos de aço e poliéster, incluindo os cabos dos guinchos auxiliares, para evitar trancos e rompimentos.

- Solicitar ao comandante da embarcação que faça uma reunião com suas equipes, para deixar claros todos os procedimentos de segurança internos das embarcações, para as operações de passadiço e de manuseio em convés.

- Comunicar ao comandante da embarcação que durante a montagem das linhas de ancoragem, a equipe de convés da embarcação, deverá aguardar a orientação do fiscal responsável, sobre qual material será usado naquela linha, para que se possa registrar o número do certificado de classificação de cada material que será usado em cada linha.

- Colocar marcações no rabicho dos torpedos linha de lançamento espaçadas em 5, 10, 15 e 20 m, para verificar penetração do torpedo do solo após lançamento.

3.4 Lançamento, Cravação dos Torpedos e Abandono.

3.4.1 Lançamento dos Torpedos

1. Após a execução das ações preliminares, o ROV deverá calibrar seu sistema de posicionamento em algum ponto com coordenadas já conhecidas.

2. Com as coordenadas do primeiro torpedo a ser lançado, através do DGPS, o AHTS posiciona-se sobre estas e desce o ROV, para orientar o posicionamento exato e verificar se não existe nenhum obstáculo no local.

3. Posicionado na locação, com a utilização da linha de cravação o AHTS executa a verticalização do torpedo.

4. Descer o torpedo até uma profundidade de 60 m (altura mínima de lançamento) acima do solo marinho.

Alcançada a altura de tiro, utilizando o ROV, confirmar as coordenadas da cravação do torpedo para o posicionamento da embarcação e para a definição do comprimento da alça de tiro.

Com a linha de cravação presa ao *shark jaw*, pagar poliéster até que a alça de tiro fique com o comprimento previsto na formula:

$$L_{\text{alça}} = H_{\text{lançamento}} + P_{\text{enterramento previsto}} + \text{Folga}_{\text{de segurança}}$$

Para H=60 m, temos:

$$L_{\text{alça}} = 60 + 20 + 10 \gg L_{\text{alça}} = 90\text{m}$$

(a alça deve ter 90 m para uma altura de lançamento de 60 m), formando um seio)

5. Verificar se todo o pessoal de convés está em local seguro e o convés claro para o disparo. Aguardar pelo menos 5 minutos antes da abertura do *shark jaw* que está segurando a linha de cravação, com o barco na posição para tirar o movimento de pêndulo do torpedo.

3.4.2 Cravação dos Torpedos

1. Abrir o *shark jaw* que esta segurando a linha de cravação para lançar o torpedo.

2. Feita a cravação do torpedo, o ROV volta à locação, para orientar o recolhimento do Cabo de trabalho (*work-wire*), até o comprimento tal que, o rabicho de amarra faça um pequeno ângulo com o solo de forma que fique esticada, com uma pequena tensão (da ordem de 30 t). Nesta posição o ROV deverá fazer a confirmação visual da penetração do torpedo, verificando o comprimento que está fora do solo marinho.

3. A penetração esperada é de 20 m, medidos a partir da ponta do torpedo; no entanto em caso de solos mais resistentes, admite-se uma penetração inferior, desde que todo o corpo do torpedo tenha penetrado completamente no solo. A penetração deverá ser a obtida pela medição visual feita quando esticada a linha de ancoragem, através da diferença do comprimento de linha enterrado no solo.

4. À distância entre o ponto de lançamento, definido pelas coordenadas de projeto, e o ponto de cravação do torpedo (*offset*), considerada como aceitável é de 10 m.

5. Se a penetração e distância entre o ponto de lançamento e cravação não forem atingidas, conforme definido, nos itens anteriores, estes deverão ser recolhidos e relançados.

3.4.3 Abandono Temporário das Linhas

1. Terminadas todas as verificações e com a cravação do torpedo aceita, inicia-se o abandono temporário da linha de ancoragem.
2. O AHTS estica a amarra no fundo na direção das coordenadas da unidade marítima.
3. Em seguida o ROV corta o cabo de sacrifício, efetuando posteriormente a determinação das coordenadas do flutuador de 500 kg de empuxo e azimute da linha, realizando um *survey* final com gravação em CD.
4. O AHTS recolhe a linha de cravação e inicia os preparativos para o próximo lançamento.

Notas: 1 – As manilhas usadas nas linhas de abandono deverão ser travadas com contra-pinos e também os elos kenter usados nestas linhas deverão ter seus pinos travados com tarugo de chumbo.

4 - COMPOSIÇÃO DO SISTEMA APÓS LANÇAMENTO

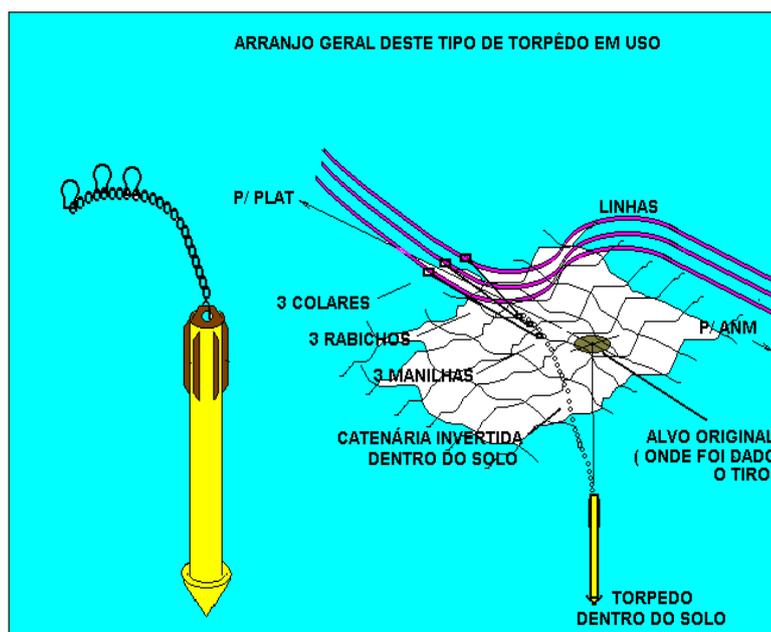


Fig. 34 Fonte: Petróleo brasileiro S/A (Petrobras).

CAPÍTULO IV

5 . CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verifica-se ao término deste trabalho que com a crescente exploração de petróleo na plataforma continental brasileira, principalmente depois do anúncio da descoberta da camada pré-sal, as operações de AHTS em águas profundas são fator chave para o sucesso da indústria petrolífera nacional, uma vez que a PETROBRAS optou pelo sistema de ancoragem fixo para suas unidades de exploração e prospecção.

Neste cenário vemos quão importante é a qualificação da mão de obra para operar tais embarcações que chegam ao mercado cada vez mais modernas, bem como a importância de estarmos prontos a atender esta demanda de mão de obra a fim de garantir a soberania dos nossos postos de trabalho no mercado marítimo offshore.

Nas operações de manuseio de âncora o elemento primordial é o planejamento. A realização das operações deve ser constituída tanto de conhecimentos teóricos quanto práticos. A organização do evento, elaborado atentamente, respeitando a seqüência correta a se seguir contribui para a eficiência e segurança da operação.

O planejamento antecipado baseado na experiência profissional contribui para que não ocorra excesso de recursos requisitados ou insuficiência destes, tornando a operação mais econômica e eficaz tanto para o cliente quanto para o prestador de serviço, privilegiando assim ambas as partes interessadas. O conhecimento teórico aliado a vivência prática nos mostram que embora no manuseio de âncoras trabalhemos com grandes pesos tensões e dimensões, estas grandezas podem ter um risco controlado e operações otimizadas dentro desta fascinante ciência e arte de se manusear âncoras.

1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- João Henrique Rittershaussen. **Curso básico de perfuração e completção**
- BARBOSA, Mariana Carvalho e ESTEVES, Elisabete de Almeida. **A Navegação de Apoio Marítimo no Brasil**. Rio de Janeiro: Produção Editorial, 1989.
- Maersk do Brasil. **Anchor Handling Simulator Course**
- FONSECA, Maurílio Magalhães. **Arte Naval**. 7 Ed. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação da Marinha, 2005.
- Petroléo Brasileiro S/A. **Catálogo de materiais de ancoragem**.
- Balmoral Marine. **Marine equipment handbook**
- PRATT, Joseph A. **Off Shore Pioneers**. England: Gulf Professional Publishing, 1997
- VRYHOF, **Anchor Manual**, Netherlands 2005.
- DELMAR SYSTEMS, INC **Introduction to Mooring Theory**