

## ***B - Instalação do Sistema de Produção e Escoamento***

### ***B1 - Reconhecimento e Escolha de Locações***

O posicionamento do FPSO Cidade de Niterói levou em consideração aspectos relacionados à geologia do solo marinho, à engenharia de reservatórios, à perfuração dos poços e aos requisitos de convivência de embarcações. A configuração adotada teve por objetivo minimizar o comprimento das linhas submarinas e, conseqüentemente, os investimentos para a implantação dos sistemas submarinos, sem comprometer as questões de Segurança e Meio Ambiente.

A realização de estudos sobre a estabilidade do solo marinho, executada na primeira quinzena de setembro/2007 por meio da embarcação *Fugro Explorer*, de forma a investigar a existência de feições que possam comprometer os resultados das operações previstas e/ou a integridade dos equipamentos a serem instalados no Campo de Marlim Leste.

Tais estudos tiveram como objetivo a observação dos seguintes aspectos:

- ★ Batimetria e gradientes de inclinação do solo marinho e a sua composição, assim como a existência de acumulações carbonáticas e o seu mapeamento em caso afirmativo;
- ★ Ocorrência de estruturas geológicas como falhas profundas que alcançam o fundo marinho, falhas de seção rasa, zonas de fraturas, etc;
- ★ Indícios de exsudações de hidrocarbonetos observados no fundo marinho;
- ★ Ocorrência de acumulação de gás em subsuperfície, na seção rasa e também a possibilidade de existência de hidrato de gás;
- ★ Previsão litológica de superfície (até cerca de 200 m abaixo do fundo marinho);
- ★ Presença de horizontes, em subsuperfície, que representem aumento de adensamento;
- ★ Ocorrência de areias confinadas e/ou zonas de pressão anormal.

## *B2 - Lançamento, Amarração e Ancoragem das Linhas*

### *B.2.1 - Procedimento Geral de Instalação*

O sistema submarino de coleta do Módulo II do Campo de Marlim Leste será composto por linhas flexíveis, que interligarão as Árvores de Natal Molhadas (ANM's) ao FPSO Cidade de Niterói. A conexão destas linhas flexíveis às ANM's será, como regra geral, com Conexão Vertical Direta (CVD), de primeira extremidade na ANM e segunda extremidade no FPSO Cidade de Niterói.

#### *a) Lançamento dos Dutos Flexíveis do Sistema de Coleta da Produção*

Para a execução do lançamento das linhas para os poços de produção será utilizada a embarcação *Sunrise 2000* ou uma embarcação com características similares, equipada com sistema de posicionamento dinâmico além de sistemas de tensionadores lineares especialmente projetados para suportar as cargas induzidas durante o lançamento das linhas. A descrição detalhada desta embarcação é apresentada no item II.2.4-N.8 - Barcos de Apoio para Atividades de Instalação. Outros equipamentos auxiliares estão instalados nestas embarcações para auxiliar nas manobras de convés (guindastes e guinchos), inspeção submarina (ROV), medidores de corrente e ventos e sistemas de posicionamento via satélite/hidroacústico/microondas.

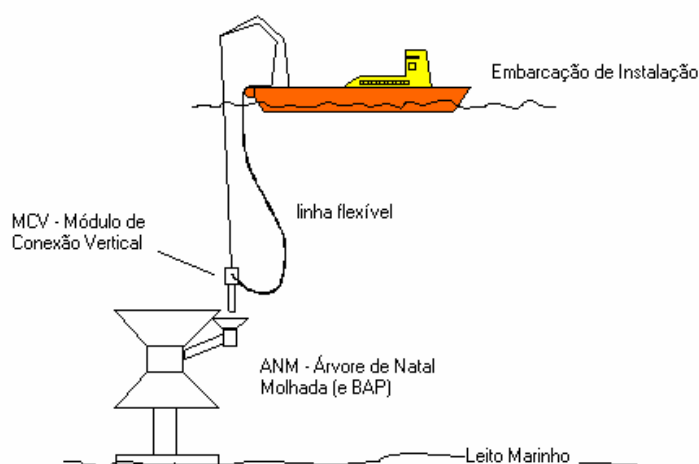
Cabe ressaltar que este tipo de embarcação tem capacidade de carga para o lançamento simultâneo de até três linhas cheias d'água em uma lâmina d'água de até 2.000 metros. A Figura II.2.4-4 a seguir ilustra a embarcação *Sunrise 2000* que poderá ser utilizada para o lançamento das linhas de fluxo no Módulo II do Campo de Marlim Leste.



**Figura II.2.4-4** - Foto do Sunrise 2000, que poderá ser utilizado na instalação das linhas de fluxo do Módulo II de Marlim Leste.

Antes da descida, a linha flexível é conectada ao Módulo de Conexão Vertical Direta (MCV) e a conexão é testada com nitrogênio a fim de comprovar a integridade da mesma. Conforme é ilustrado na Figura II.2.4-5, a descida do MCV será realizada com o auxílio de guinchos e um guindaste e será monitorada através de ROV. Próximo ao fundo, o MCV será aproximado lentamente da ANM, até o seu acoplamento ser feito no *hub* da estrutura submarina. Após ser acoplado, o MCV será travado e a conexão testada através do sistema hidráulico do ROV (*Hot-Stab*). As linhas serão lançadas a partir de um carretel, preenchidas com água do mar e, em seguida, será testada sua estanqueidade. Caso o teste de estanqueidade indique a existência de vazamento será injetado na linha o corante fluoresceína (a 40%).

Após os testes, a lingada de descida do guincho será desconectada e recolhida até a superfície, juntamente com a ferramenta de descida.



**Figura II.2.4-5 - Ilustração do procedimento de instalação da linha de fluxo juntamente com MCV.**

Durante o lançamento serão monitoradas as cargas de tração, os ângulos de saída da linha do navio (ângulo do topo da catenária) e as condições meteorológicas.

Caso seja necessária a utilização de conectores especiais de extremidade para a união de trechos da linha flexível, as conexões intermediárias das linhas flexíveis serão testadas com nitrogênio para comprovar a integridade das mesmas. Da mesma forma, as conexões intermediárias dos umbilicais serão sujeitas a um teste de pressão para comprovar sua integridade.

No término do lançamento, a extremidade final do trecho *riser* da linha flexível será preparada para futura transferência para o FPSO Cidade de Niterói.

Como algumas linhas serão pré-instaladas e abandonadas no fundo marinho, as mesmas serão preparadas para o processo de hibernação, através da injeção de água aditivada, com biocida e anticorrosivo, visando a inibição de processos de corrosão interna. Ao final do período de hibernação, o seu descarte será realizado próximo ao FPSO Cidade de Niterói.

Após a instalação do FPSO Cidade de Niterói, o navio aproxima-se em preparação para transferência do *riser*. Nessa etapa ocorre a transferência do cabo principal (cabo de *pull-in*) do FPSO Cidade de Niterói para a embarcação de lançamento através de um cabo mensageiro. Após o cabo principal ser conectado ao *riser* a bordo da embarcação, esta irá começar o “pagamento” do *riser* dentro

d'água, ou seja a liberação do *riser* no navio para a água, à medida em que for necessário. Realiza-se então a descida do *riser* monitorado pelo ROV até gradualmente executar a transferência da carga, da embarcação para o cabo principal do guincho de *pull-in* do FPSO Cidade de Niterói. Após a transferência do *riser* para o cabo do FPSO, o cabo da embarcação será desconectado, e recolhido até a superfície. As operações de *pull-in* são finalizadas com o içamento dos *risers* de todas as linhas.

Após o *pull-in* do *riser* ao FPSO Cidade de Niterói será realizada a interligação do cabo elétrico do umbilical de controle e uma inspeção para confirmar a posição final da linha no fundo do mar, bem como a configuração final da catenária da linha no FPSO Cidade de Niterói.

O procedimento de lançamento dos dutos rígidos será descrito no item II.2.4-F.1 – Lançamento de dutos e demais estruturas submarinas.

### *B.2.2 - Procedimento Geral de Amarração e Ancoragem*

#### *a) Amarração e Ancoragem do FPSO Cidade de Niterói*

O sistema de ancoragem, dimensionado e testado para funcionar em todas as condições de mar sem causar danos aos equipamentos submarinos, proporciona meios seguros e de confiança de amarração do FPSO Cidade de Niterói durante a vida útil do projeto.

O FPSO Cidade de Niterói será ancorado por meio de 18 linhas de ancoragem, de composição mista, ou seja, amarra, cabo de poliéster e acessórios, conectadas a 18 pontos de ancoragem do tipo estaca torpedo, cravadas no solo marinho. O Quadro II.2.4-1 apresenta as dimensões e peso estimados de uma estaca torpedo, para ancoragem do FPSO Cidade de Niterói mostrada na Figura II.2.4-6.

**Quadro II.2.4-1 - Dimensões e peso estimados de uma estaca torpedo para ancoragem do FPSO Cidade de Niterói.**

Componente	Descrição
Estaca tipo Torpedo Peso: Dimensões:	80.000 kgf 12 metros comprimento x $\varnothing_{\text{tubo}}$ 1.066 mm

Fonte: PETROBRAS



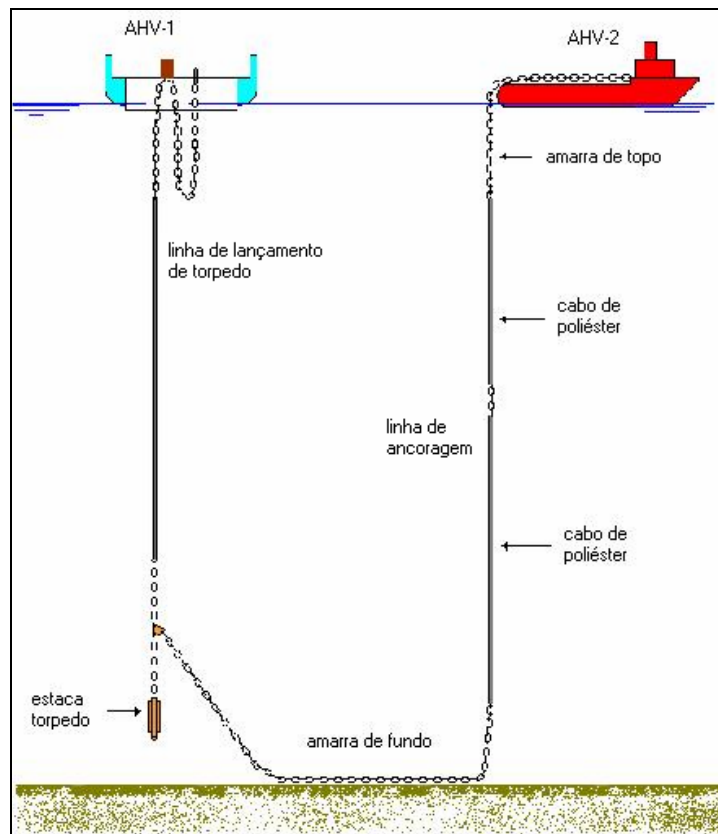
**Figura II.2.4-6 - Estaca do tipo torpedo a ser utilizada na ancoragem do FPSO Cidade de Niterói.**

O procedimento de ancoragem contempla duas fases divididas em:

- *Primeira fase:*

Consiste na instalação da estaca torpedo, amarra de fundo e até três trechos de cabo de poliéster, antes da chegada do FPSO Cidade de Niterói.

A fixação da estaca torpedo consiste na descida desta até uma determinada profundidade com uma linha de içamento, que é liberada em seguida. A estaca torpedo, já conectada às amarras de fundo, mergulha em queda livre e com o próprio peso, é cravada no solo marinho. A Figura II.2.4-7 ilustra uma operação de lançamento de estaca torpedo.



**Figura II.2.4-7 - Lançamento de estaca tipo torpedo para ancoragem do FPSO Cidade de Niterói.**

Para esta operação serão utilizadas embarcações de manuseio de componentes de ancoragem, designadas AHV (*Anchor Handling Vessel*), e uma embarcação de suporte, designada SV (*Survey Vessel*), para operação de ROV. A Figura II.2.4-8 ilustra uma embarcação tipo AHV típica, que poderá ser utilizada no procedimento de instalação das âncoras.





**Figura II.2.4-8** - Foto de uma embarcação de suporte tipo AHV típica.

- *Segunda fase:*

Esta fase tem início após a chegada do FPSO Cidade de Niterói na locação e consiste na instalação dos complementos dos componentes do sistema, tais como o quarto cabo de poliéster e amarra de topo, e conexão desta amarra ao seu respectivo mordente a bordo do FPSO.

Nesta etapa, serão disponibilizados embarcações tipo AHV e pelo menos cinco rebocadores, os quais deverão atuar desde a atividade de movimentação e posicionamento do FPSO Cidade de Niterói até a conexão do sistema pré-lançado, com a unidade de produção.

*b) Amarração e ancoragem das linhas flexíveis*

Algumas linhas flexíveis serão ancoradas a fim de evitar um eventual deslocamento causado pelo movimento da unidade de produção. Para esta ancoragem também serão utilizadas estacas do tipo torpedo a serem instaladas radialmente antes do lançamento das linhas, cujas dimensões e peso estimados são apresentados no Quadro a seguir. Cada uma das estacas será conectada a um trecho de amarras de espera.

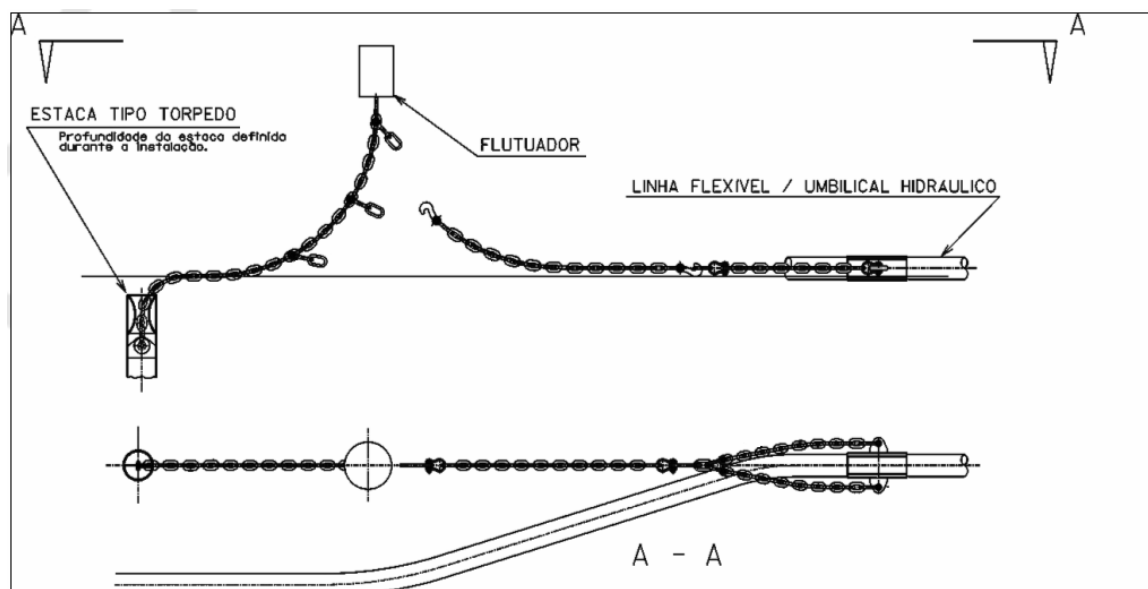


**Quadro II.2.4-2 - Dimensões e peso estimados para uma estaca torpedo de ancoragem das linhas**

Componente	Descrição
Estaca tipo Torpedo	23,5 t
Peso:	12 metros comprimento x $\varnothing_{\text{tubo}}$ 762 mm
Dimensões:	

Fonte: PETROBRAS

As linhas serão fixadas as estacas, depois de instaladas, por meio de colares e rabichos de amarra com auxílio do ROV. A distância média estimada entre cada estaca e o conector de topo do *riser* correspondente é de 1.150 m. O esquemático do sistema de ancoragem é apresentado na Figura II.2.4-9.



**Figura II.2.4-9 - Esquema do sistema de ancoragem das linhas de escoamento.**

A instalação das estacas consiste na descida da mesma, conectadas a um cabo de aço, até uma profundidade entre 40 e 60 m do fundo do solo marinho. Ao atingir esta profundidade, a estaca será solta e cairá por gravidade, e com o próprio peso será cravada no solo marinho, podendo atingir profundidades de até 15 m (medida a partir do topo do torpedo, onde está conectado o cabo de ancoragem). Com as marcas pintadas em cores nas amarras é possível verificar

através de câmeras de ROV se a penetração de projeto foi obtida, sendo então cortado o cabo de sacrifício com auxílio do ROV.

A ancoragem da linha será realizada após o *pull-in* da mesma no FPSO. As linhas a serem ancoradas serão lançadas já com seu colar de ancoragem e as estacas já estarão cravadas em posição pré-determinada. O lançamento das estacas e a interligação dos elos de ancoragem entre a mesma e o colar sobre a linha serão feitos através de ROV da embarcação.

### *B.3 - Mitigação dos Riscos de Interação das Linhas*

Para a instalação do sistema submarino do Módulo II do Campo de Marlim Leste, a Petrobras se baseará no chamado Sistema de Gerenciamento de Obstáculos (SGO), amplamente adotado em suas atividades na Bacia de Campos. Este sistema consiste em um banco de dados que contém informações como localização e lâmina d'água dos equipamentos (obstáculos) fixos existentes, submersos ou na superfície.

Durante a instalação das linhas, de modo a mitigar os riscos de interação das mesmas com outros equipamentos, serão consideradas rotas sem interferências, com base no SGO e na inspeção visual (*track survey*) através de ROV, mantendo ainda afastamento seguro entre elas e as demais estruturas submarinas, como as ANM's, PLET's, etc.

Após instalação de todos os equipamentos e linhas, os mesmos serão imediatamente inseridos no SGO.