

**MARINHA DO BRASIL**  
**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA**  
**ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE**

**LUCAS MATTOS DE SIQUEIRA MESQUITA**

**OPERAÇÕES EM EMBARCAÇÕES PIPELAY SUPPORT VESSEL**

**RIO DE JANEIRO**

**2014**

**LUCAS MATTOS DE SIQUEIRA MESQUITA**

**OPERAÇÕES EM EMBARCAÇÕES PIPELAY SUPPORT VESSEL**

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

Orientador: Prof. Hermann Regazzi  
Engº Químico

**RIO DE JANEIRO**

**2014**

**LUCAS MATTOS DE SIQUEIRA MESQUITA**

**OPERAÇÕES EM EMBARCAÇÕES PIPELAY SUPPORT VESSEL**

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

Data da Aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Orientador: Professor Engenheiro Químico Hermann Regazzi

---

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: \_\_\_\_\_

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a todos os meus familiares, principalmente meus pais, os quais foram as pessoas mais importantes não só no incentivo à escolha desta linda profissão que estou me aventurando, como também na minha formação ética como ser humano e como um cidadão.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer ao meu orientador, Professor Hermann Regazzi, que tanto me ajudou na confecção deste trabalho. Não só ele me proveu com ideias e com os materiais necessários, mas também sempre foi atencioso, empenhado e paciente.

Conhece-te a ti mesmo.

*(Oráculo de Apolo)*

## RESUMO

A exploração do petróleo no subsolo das águas brasileiras é uma prática que se tornou fator essencial na economia do país. Para que isso seja possível, é necessário todo um apoio logístico por parte de embarcações de apoio marítimo *offshore*. Dentre estas destaca-se a função das embarcações PLSV, as quais, fazendo o lançamento de dutos, atuam na última etapa da preparação de um campo de petróleo para que este entre em produção. Estes navios são responsáveis pelo lançamento de dutos flexíveis e rígidos, e pela interligação destes à infraestrutura submarina, possibilitando o transporte de óleo entre os poços dos quais são extraídos por uma unidade estacionária de produção. As tarefas de instalação e interligação são usualmente compostas de um conjunto de atividades e procedimentos que devem ser seguidos metodicamente e feitos sequencialmente, pois o mínimo erro imputaria prejuízos catastróficos. É imprescindível que, desde o carregamento das linhas no porto, juntamente com todos os materiais pertinentes, até a embarcação se dirigir para o local previsto e iniciar o processo de preparação, conexão e disposição da linha no leito marítimo, exista um perfeito entrosamento entre todos os tripulantes, com cada um sabendo sua exata função e executando-a com perfeição. Este trabalho tem como objetivo apresentar as principais operações realizadas pelas embarcações de lançamento de dutos, que tanto contribuem para o processo de produção de petróleo.

Palavras-chave: Lançamento de linha. CVD. *Pull In*. DCVD. *Pull Out*.

## **ABSTRACT**

Oil exploration in the underground of the Brazilian seas is a practice that has become an essential factor in the country's economy. In order to make it real, an enormous logistical support from offshore supply vessels is needed. Among them the one that stands out is the PLSV, which operate in the last stage of the preparation of an oil field so that it starts its production. These offshore vessel are responsible for the flexible and rigid pipe laying and the interconnection of these subsea infrastructure enabling the carriage of oil between the wells from which are extracted to a stationary production unit. Installation tasks and interconnection are usually composed of a set of activities that must be followed methodically and done sequentially, because a minimum mistake would imply in a catastrophic damage. It's indispensable for the crew to have a harmonic work with each crew member knowing exactly what to do since the loading of the lines and all the required material at the port until the moment that the vessel sails to the prearranged location and starts the production, the connection and the seabed lines disposition processes. This research aims to present the most important operations realized by the type of vessel that contributes so much in the oil production process, the pipe laying supply vessels.

Keywords: Pipe Laying. CVD. Pull In. DCVD. Pull Out.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b> Embarcações PLSV – Skandi Vitória e Skandi Niterói.	15
<b>Figura 2:</b> Bobina de linha flexível carregada no convés.	16
<b>Figura 3:</b> Sistema DP e seus componentes.	17
<b>Figura 4:</b> Tensionador com uma linha passando em seu interior.	19
<b>Figura 5:</b> ROV preso a um guindaste.	20
<b>Figura 6:</b> Guincho de Linha.	21
<b>Figura 7:</b> Colar de ancoragem no conector.	25
<b>Figura 8:</b> Estaca de ancoragem.	25
<b>Figura 9:</b> Sistema de ancoragem com estaca torpedo.	26
<b>Figura 10:</b> Embarcação monolinha lançando dutos rígidos.	27
<b>Figura 11:</b> Embarcação Multilinha – PLSV Sunrise 2000.	28
<b>Figura 12:</b> MCV singelo, apenas 1 linha pode ser conectada.	29
<b>Figura 13:</b> MCV duplo, conecta 2 linhas simultaneamente.	29
<b>Figura 14:</b> MCV triplo, conecta 3 linhas simultâneas.	30
<b>Figura 15:</b> O MCV é montado na linha e testado. É preparada a descida do equipamento para realização da CVD.	32
<b>Figura 16:</b> MCV sendo lançado ao mar com o auxílio de um cabo do guincho.	33
<b>Figura 17:</b> Realização do <i>overboarding</i> do MCV.	34
<b>Figura 18:</b> Descida da lingada do MCV.	34
<b>Figura 19:</b> Aproximação do PLSV para conexão do MCV ao poço.	35
<b>Figura 20:</b> CVD realizada. MCV conectado ao poço.	35
<b>Figura 21:</b> Montagem do MCV na 2ª extremidade do UEH.	36
<b>Figura 22:</b> Descida do MCV e posicionamento do PLSV para realização da CVD de segunda extremidade.	37
<b>Figura 23:</b> Realizada CVD de 2ª extremidade. Projeto concluído.	38
<b>Figura 24:</b> Passagem do UEH pelo tensionador do PLSV.	39
<b>Figura 25:</b> Transferência da 1ª extremidade do UEH.	40
<b>Figura 26:</b> Extremidade final a ser transferida para as rodas.	41
<b>Figura 27:</b> <i>Pull in</i> de 2ª extremidade.	42
<b>Figura 28:</b> Foto tirada pelo ROV durante operação de abandono de linha.	45

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**OPEP: Organização dos Países Exportadores de Petróleo**

**FPSO: Floating, Production, Storage and Offloading**

**PLSV: Pipelay Support Vessel**

**CVD: Conexão Vertical Direta**

**DCVD: Desconexão Vertical Direta**

**ROV: Remotely Operated Vehicle**

**DP: Dinamic Positioning**

**PME: Equipamento de Referência de Posição**

**TDP: Touch Down Point**

**RSV: ROV Support Vessel**

**AHTS: Anchor Handling Tug Supply**

**MCV: Módulo de Conexão Vertical**

**PLR: Pig Launcher and Receiver**

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	12
<b>2</b>	<b>EMBARCAÇÕES PIPELAY SUPPORT VESSEL</b>	15
<b>2.1</b>	<b>Equipamentos que caracterizam as embarcações Pipelay Support Vessel</b>	15
2.1.1	Carretéis ou Bobinas	16
2.1.2	Sistemas de Posicionamento Dinâmico (DP)	16
2.1.3	Cestas	18
2.1.4	Tensionadores	18
2.1.5	<i>Remotely Operated Vehicle</i> (ROV)	19
2.1.6	Guindastes	20
2.1.7	Guinchos	20
<b>3</b>	<b>LINHAS FLEXÍVEIS, POÇOS PETROLÍFEROS, ANCORAGEM E SISTEMAS DE LANÇAMENTO</b>	22
<b>3.1</b>	<i>Flowline e riser</i>	22
<b>3.2</b>	Poços petrolíferos	23
<b>3.3</b>	Ancoragem	24
<b>3.4</b>	Sistemas de Lançamento	26
<b>4</b>	<b>OPERAÇÕES: CONEXÃO VERTICAL DIRETA, PULL IN E PROCEDIMENTO PARA INSTALAÇÃO DAS LINHAS FLEXÍVEIS</b>	31
<b>4.1</b>	<b>Conexão Vertical Direta (CVD)</b>	31
4.1.1	Conexão Vertical Direta de 1ª extremidade	31
4.1.2	Conexão Vertical Direta de 2ª extremidade	36
<b>4.2</b>	<b><i>Pull In</i></b>	38
4.2.1	<i>Pull in</i> de 1ª extremidade	38
4.2.2	<i>Pull in</i> de 2ª extremidade	41
<b>5</b>	<b>DESCONEXÃO VERTICAL DIRETA, <i>PULL OUT</i>, ABANDONO E RECOLHIMENTO</b>	44
<b>5.1</b>	<b>Desconexão Vertical Direta (DCVD)</b>	44
<b>5.2</b>	<b><i>Pull Out</i></b>	44
<b>5.3</b>	<b>Desconexão Vertical Direta e <i>Pull Out</i></b>	44
<b>5.4</b>	<b>Abandono e Recolhimento de Linha Flexível</b>	45
<b>6</b>	<b>DUTOS RÍGIDOS</b>	47

<b>6.1</b>	<i>As-laid survey</i>	47
<b>6.2</b>	<i>As-built survey</i>	47
<b>6.3</b>	<b>Testes de estanqueidade e secagem</b>	48
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	49
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	50

## 1 INTRODUÇÃO

Apesar de existirem registros do uso do petróleo pelos seres humanos desde a antiguidade, muitos anos antes de Cristo, a exploração comercial data de 1859 com o Coronel Drake, em Tittusville, Pensilvânia, com um poço de 21 metros de profundidade que produzia aproximadamente 2 m<sup>3</sup> de óleo por dia. Descobriu-se que a destilação do petróleo substituiu o querosene obtido do carvão e o óleo de baleia na iluminação, com grandes vantagens.

Posteriormente, com a invenção dos motores a gasolina e a diesel, estes derivados até então desprezados adicionaram lucros expressivos à atividade. Estes fatos marcaram o início da era do petróleo.

Os seguintes fatores impulsionaram a exploração offshore do petróleo: Revolução Industrial, I GUERRA MUNDIAL, II GUERRA MUNDIAL, 1960 – CRIAÇÃO DA OPEP, 1973 – 1ª Crise de Petróleo e 1979 – Guerra IRÃ X IRAQUE. O aumento da necessidade de se consumir petróleo, combinado com guerras, crises econômicas e aumento dos preços, foram fatores essenciais para as empresas começarem a desbravar e procurar novos locais e novas formas de produção de petróleo.

No Brasil, a primeira tentativa de achar petróleo aconteceu entre os anos de 1892 e 1896 em Bofete-SP, porém apenas água sulfurosa foi encontrada. Foi somente em 1939 que foi descoberto o primeiro poço de petróleo do Brasil, em Lobato-BA. Desde então a exploração do petróleo nacional veio numa crescente constante, principalmente depois que foi descoberto petróleo na Bacia de Campos, em 1976. Até o início dos anos 1990 a produção desta região correspondia a mais 2/3 da produção brasileira, e nos anos 2000 esse valor aumentou para 90%.

A exploração da Bacia de Campos foi feita gradativamente, acompanhando o progresso da tecnologia. Inicialmente foram feitos grandes investimentos nos campos de águas rasas com a construção e instalação de grandes plataformas fixas. No final da década de 80 foram instaladas as últimas plataformas fixas e a partir de então, todas as unidades instaladas foram do tipo flutuante (plataformas semi-submersíveis ou navios de produção do tipo FPSO) operando como pilotos de campos recém-descobertos ou como unidades de produção que compunham fases distintas de projetos de desenvolvimento de outros campos petrolíferos.

Como os novos poços de petróleo que estão sendo descobertos se encontram em regiões de profundidade muito elevada, a utilização de sistemas flutuantes de produção ancorados em águas profundas passou a ser única opção de tecnologia para a exploração de petróleo brasileiro. O uso de plataformas semi-submersíveis para produção aumentou o leque dos equipamentos necessários para implantação dos projetos, tais como árvores de natal molhada, linhas flexíveis de produção, manifolds submarinos, entre outros.

Quanto maior a profundidade, mais difícil e complexa é a interligação dos dutos submarinos. Essa prática é de extrema necessidade, visto que é preciso haver uma conectividade entre o poço e a plataforma de produção e entre a plataforma e os pontos de recebimento em terra. Para que haja essa interligação, é feito um planejamento no qual são levados em consideração as posições dos poços de petróleo e das plataformas, bem como os equipamentos submarinos que atuarão na produção destes poços (linhas, árvores de natal, entre outros). Estas interligações podem ser feitas através de dutos rígidos, flexíveis ou uma combinação de ambos.

A última operação antes de se começar a produção é a interligação do poço à unidade de produção. Essas operações para as instalações dos dutos flexíveis começam com o carregamento dos navios de lançamento, em bases de carregamento (Vitória e Rio de Janeiro) em que as linhas previamente especificadas são transferidas e armazenadas nas cestas ou bobinas dos navios e que serão posteriormente lançadas, percorrendo as distâncias exatas entre os pontos a serem interligados.

No início, os lançamentos eram feitos em águas rasas até 300 metros (profundidade máxima permitida para mergulho) e as conexões eram realizadas por mergulhadores. Hoje, com o avanço tecnológico, principalmente na área dos *Remotely Operated Vehicles*, existem operações a profundidades superiores a 2000 metros, permitindo a exploração de novas áreas, como o pré-sal.

A presente monografia visa descrever as principais operações realizadas pelas embarcações *Pipelay Support Vessel* (PLSV), que são as embarcações responsáveis pelas interligações submarinas. Assim, na primeira parte do trabalho serão abordadas as características e especificidades das embarcações PLSVs. As linhas flexíveis, os poços petrolíferos, ancoragem e sistemas de lançamento serão abordados na segunda parte. Já no quarto capítulo serão explicadas as operações de conexão vertical direta (CVD), *Pull In* e o procedimento para instalação das linhas flexíveis.

O quinto capítulo será dedicado às operações de Desconexão Vertical Direta, *Pull out*, abandono e recolhimento dos dutos flexíveis. O sexto e último capítulo trará informações a respeito de dutos rígidos e as inspeções que se fazem necessárias, a fim de que estes dutos possam entrar em operação.

Desta forma, essa monografia abrangerá as principais operações realizadas pelas embarcações PLSV nas operações *Offshore*.

## 2 EMBARCAÇÕES PIPELAY SUPPORT VESSEL

A sigla PLSV refere-se às embarcações do tipo *Pipelay Support Vessel*, que atuam nos trabalhos envolvendo instalações de tubulações submarinas. Os navios que se caracterizam por serem PLSV não são iguais entre si, existem variações entre eles, as quais dependem diretamente das suas especificidades funcionais. Estas embarcações são extremamente eficazes na instalação dos dutos submarinos, podendo lançar quilômetros de linhas com um só carregamento, sejam elas linhas rígidas, flexíveis ou ambas.

**Figura 1:** Embarcações PLSV – Skandi Vitória e Skandi Niterói



Fonte: [www.abeam.org.br](http://www.abeam.org.br)

### 2.1 Equipamentos que caracterizam as embarcações Pipelay Support Vessel

Existem equipamentos que são fundamentais para qualificar uma embarcação como sendo PLSV e estes estão comumente presentes em todas elas. Alguns desses equipamentos são: Carretel ou Bobinas, Tensionadores, Guindastes, Guinchos, Cestas, ROV e Sistema DP.



### 2.1.1 Carretéis ou Bobinas

Estes equipamentos têm a função de armazenar tanto os dutos rígidos quanto os dutos flexíveis que serão lançados. Os dutos rígidos, por serem menos flexíveis, necessitam de carretéis ou bobinas de diâmetros internos superiores a 15 metros, visto que são mais suscetíveis a sofrer deformações em sua estrutura durante o enrolamento. Já os dutos flexíveis são armazenados em carretéis ou bobinas consideravelmente menores, com seu raio mínimo de curvatura tendo aproximadamente 3 metros.

**Figura 2:** Bobina de linha flexível carregada no convés.



**Fonte:** [www.oceanica.ufrj.br](http://www.oceanica.ufrj.br)

### 2.1.2 Sistemas de Posicionamento Dinâmico (DP)

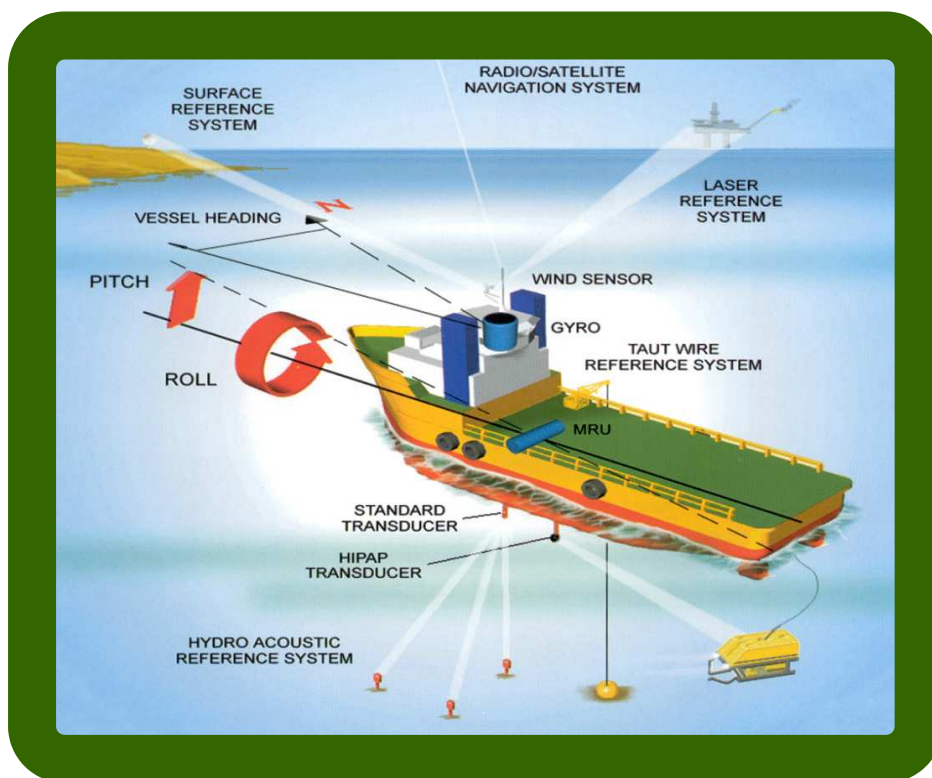
Posicionamento Dinâmico (DP) é todo o sistema necessário para garantir que a embarcação possa se manter em posição e aproamento automaticamente quando operando no mar sem a necessidade de ancoragem ou de amarração. Ele é dotado de uma série de componentes, cada um com sua função específica e que trabalham harmonicamente para o êxito da operação, entre eles destacam-se: Thrusters e Propulsores, Sistema de Geração de Energia “Power Supply”, Equipamentos de Referência de Posição (PME’s), Sensores de Movimento, entre outros. O sistema mede

os desvios aos valores de referência de aproamento e posição causada por forças externas como vento e corrente e as contrapõe através do empuxo e momentos de giro provocados pelos propulsores. Existem vários tipos de sistemas DP e cada um utiliza um sistema de referência de posição diferente, dentre todos existentes destacam-se: DARPS, ARTEMIS, CyScan, Hidroacústico, etc.

Controlar a posição e o movimento de uma embarcação PLSV é crucial para o sucesso de uma operação de lançamento de linha, uma vez que a mesma é utilizada para posicionar o TDP (Touch Down Point) e para limitar e controlar as cargas sobre o duto. Se o navio de lançamento derivar para os lados ou girar, o duto poderá dobrar na região próxima ao TDP e poderá facilmente avariar-se. É por isso que é necessário um sistema redundante de DP (classe II ou III).

Quando o sistema DP é insuficiente para manter a posição do navio, outros rebocadores são usados para ajudar a manter a posição da embarcação. As principais vantagens são que o controle dos movimentos acontece independente da profundidade e que a embarcação pode operar em áreas congestionadas e próximo a plataformas.

**Figura 3:** Sistema DP e seus componentes.



Fonte: [www.oceanica.ufrj.br](http://www.oceanica.ufrj.br)

### 2.1.3 Cestas

Enquanto os carretéis e bobinas fazem o armazenamento das linhas, as cestas são responsáveis pelo acondicionamento das mesmas. É o local de onde a linha sai para ser lançada. Elas podem estar situadas tanto na parte externa do navio quanto na interna e possuem diferentes tamanhos. O número de cestas existentes depende de quantos sistemas de lançamento a embarcação possui, podendo chegar a três. Como os *layouts* das embarcações variam, existem aquelas que só possuem cestas e aquelas que também admitem bobinas.

### 2.1.4 Tensionadores

Atuam fazendo o lançamento ou o recolhimento da das linhas. Seu principal componente é a “lagarta”, a qual envolve o duto, pressionando uniformemente seu diâmetro ao longo de um determinado comprimento. Essa pressão induzida produz o atrito necessário para suportar a linha durante o lançamento. Esse equipamento atua como um freio e dosa com precisão o comprimento de linha que deve ser lançado. Os modelos de tensionadores podem ter de 2 a 4 “lagartas” e estas podem ser dispostas na horizontal e na vertical.

**Figura 4:** Tensionador com uma linha passando em seu interior.

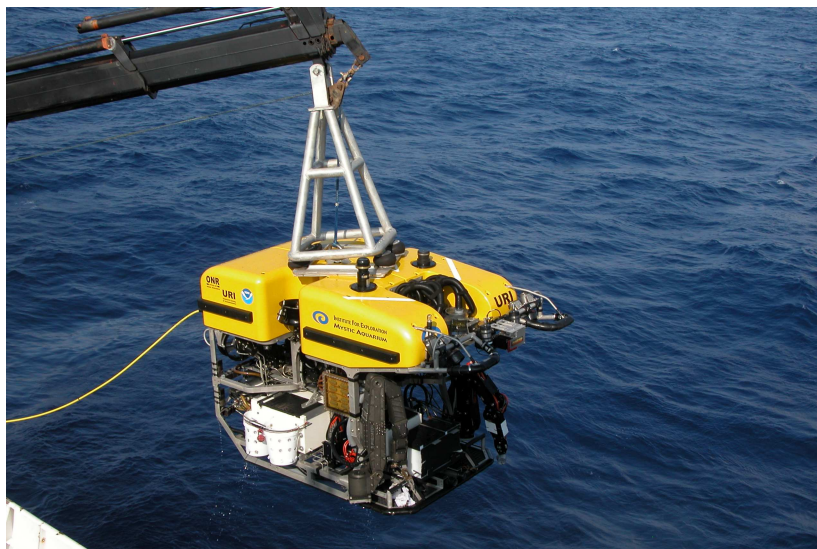


**Fonte:** Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

#### 2.1.5 *Remotely Operated Vehicle (ROV)*

Como o próprio nome já diz, são veículos operados remotamente por pessoas a bordo das embarcações. Eles são equipados com câmeras e sensores, e são ligados à embarcação por meio de cabos umbilicais, os quais alimentam eletricamente a unidade. Este equipamento é de extrema importância, porque eles operam em profundidades muito elevadas, onde é impossível ter-se a presença humana. O ROV exerce o papel de um mergulhador, atuando como os olhos e as mãos do operador no fundo do mar. Existem dois tipos diferentes de ROVs: o de observação e o de intervenção. O primeiro tipo é dotado apenas de câmeras e executa basicamente tarefas como inspeções. Já os ROVs de intervenção possuem braços mecânicos e outras ferramentas, desempenhando trabalhos de forma ativa no fundo do mar. Este equipamento é tão importante que não há operação qualquer numa embarcação PLSV sem a presença de um ROV. No caso de uma embarcação PLSV não possuir um ROV, é mandatório que seja requisitado auxílio de uma embarcação RSV (*ROV Support Vessel*).

**Figura 5:** ROV preso a um guindaste.



**Fonte:** pt.wikipedia.org

#### 2.1.6 Guindastes

Eles fazem a movimentação de todas as cargas a bordo. As embarcações PLSV costumam possuir mais de um guindaste a bordo, pois deles são demandadas muitas capacidades e finalidades diferentes. Estes equipamentos necessitam de um projeto muito específico, já que a quantidade de linha utilizada e, conseqüentemente, peso dependem diretamente da profundidade em que se está operando. Os guindastes mais modernos possuem um sistema compensador de arfagem, que permite maior precisão nas suas funções.

#### 2.1.7 Guinchos

São responsáveis pela transferência de cargas, abandono e recolhimento das linhas no leito marinho, e classificados em principais e auxiliares. Eles geram a força necessária para que as operações aconteçam. Os guinchos principais atuam nas

operações *offshore* e possuem alta capacidade. Já os auxiliares têm baixa capacidade e são empregados em funções adicionais como ancoragem de equipamentos.

**Figura 6:** Guincho de Linha.



**Fonte:** Curso especial de noções básicas sobre operações offshore (Coelho, Augusto).



### 3 LINHAS FLEXÍVEIS, POÇOS PETROLÍFEROS, ANCORAGEM E SISTEMAS DE LANÇAMENTO

Ao se tratar das operações na Bacia de Campos existem dois tipos de poços e dois tipos de linhas flexíveis utilizadas. A respeito dos poços, eles podem ser de injeção de água ou de produção de óleo; já no caso das linhas, elas podem ser *Riser* ou *Flow*.

#### 3.1 *Flowline e riser*

O “*Flowline*” é um tipo de linha mais frágil, ele é acoplado na árvore de natal do poço e fica repousado sobre o leito marinho. Durante a operação de lançamento ele sofrer uma série de esforços como: compressão durante o lançamento, tracionamento devido ao peso próprio, flexão no *touch down point* (TDP) e na CVD, entre outros. Apesar disso, ele é projetado para suportar apenas a pressão do fluido que escoar dentro dele. É importante ressaltar que devido a sua estrutura frágil, a linha *Flow* não pode ficar posicionada no TDP, sendo assim cabe ao *Riser* fazer esse papel. O “*Riser*” é a linha que faz a conexão *Riser x Flow* e sobe até a unidade de produção. Além de suportar o peso do líquido e o escoamento do líquido, deve também ser capaz de suportar seu próprio peso, além dos esforços causados pelos movimentos da plataforma, principalmente o esforço de fadiga (esforços dinâmicos). É por esse motivo que a estrutura do *Riser* deve ser mais resistente que a do *Flowline*, logo seu custo construtivo é maior. É de extrema importância haver a combinação entre os dois tipos de linha, visto que se só fosse utilizado o *Riser*, o custo da conexão seria inviável, e se só fosse utilizado o *flowline*, a linha não aguentaria os esforços e se romperia. Para o trecho onde é usado o *flowline* dá-se o nome de estático e para o trecho onde é usado o *Riser* dá-se o nome de dinâmico.

As linhas flexíveis são armazenadas e transportadas em bobinas e o tamanho da linha varia com a capacidade de cada bobina. Os fatores mais relevantes para determinar a capacidade de uma bobina são o diâmetro externo dela e o peso da linha. Ter esse dado é importante para saber quantas conexões intermediárias serão feitas, pois quanto maior o número de conexões, maior será o custo da operação.

### 3.2 Poços petrolíferos

Existem dois tipos de poços de petróleo: poços de produção e poços de injeção de água. É a partir do poço produtor que o óleo sai e, através de tubulações, chega na unidade de produção. Os poços produtores surgentes são aqueles que possuem energia própria para levar o petróleo até a unidade de produção, já os poços produtores não surgentes são aqueles nos quais a energia do poço é insuficiente para levar o óleo até a unidade produtora. Nesse último caso é preciso que seja aplicado um destes métodos de elevação: gás lift, injeção de água, BCSS ou MOBO.

Os poços produtores apresentam três linhas em suas composições: a linha de produção, o umbilical (UEH) e a linha anular ou gás lift. A linha de produção faz o transporte do petróleo para a plataforma, o umbilical é responsável pelo controle das válvulas que atuam no poço, e a linha anular pressuriza o poço para facilitar o escoamento do óleo.

O petróleo que é retirado do poço chega na plataforma com uma série de impurezas, contaminantes e misturado com gás, logo o primeiro processo a ser realizado é fazer uma separação de todos os componentes. No final da operação obtém-se óleo cru, água e gás. Dependendo da unidade produtora o óleo cru pode ser armazenado ou pode ser enviado por oleodutos para terra. O gás, por sua vez, tem uma pequena parte que retorna para ser injetada por gás lift e sua maioria é escoada para terra através de gasodutos. Durante o processamento tanto do gás quanto do óleo na planta podem ocorrer excesso de pressões nos vasos de pressão, por isso estes têm suas válvulas de alívio e de segurança alinhadas com o queimador (flare).

Os poços de injeção de água operam com apenas duas linhas: a linha de injeção de água e o umbilical de controle (UEH). Esta linha de injeção tem como função apenas injetar água salgada, a qual é tratada pela plataforma, no poço de petróleo, energizando-o e permitindo que ele fique na mesma pressão apesar da remoção do óleo.



### 3.3 Ancoragem

Nas conexões entre o poço e a plataforma o *riser* é empregado com um comprimento tal que uma catenária é formada. Por conseguinte, no ponto em que essa linha toca o leito marinho além dela sofrer uma força vertical, ela também sofre uma força horizontal inversa à direção do lançamento. Existem duas formas de se anular esse componente de força horizontal indesejada. O primeiro método é conectar uma sequência de *flowlines* em linha reta até o comprimento dessa linha exercer um atrito suficiente para anular a componente horizontal (o diâmetro e peso da linha entram nesse cálculo). O segundo método, por sua vez, ocorre quando esse comprimento não é suficiente, logo é necessário que seja feita a ancoragem da linha. A distância calculada para o comprimento ideal do cabo tem o nome de zona de tensão.

Na Bacia de Campos a posição onde serão lançadas as estacas de ancoragem são determinadas pela Petrobrás e o lançamento é feito por embarcações do tipo AHTS. Esta embarcação cravam as estacas ou os torpedos no fundo do mar na posição previamente determinada. As linhas se conectam ao torpedo através de amarras que são presas na linha por manilhas e são presas na estaca por um gato que passa em seu olhal. Visto que a ancoragem anula a componente horizontal indesejada, a linha não se deslocará.

É importante ressaltar que em situações nas quais a força horizontal é considerada pequena (até 3 toneladas), evita-se fazer a ancoragem, que tem um custo muito elevado. Ao invés disso são colocados trechos de amarras atuando como peso extra, o que gera um acréscimo no atrito e anula a força horizontal. Essa prática deve ser feita com cautela, pois um excesso de amarras pode vir a danificar a linha.

**Figura 7:** Colar de ancoragem no conector



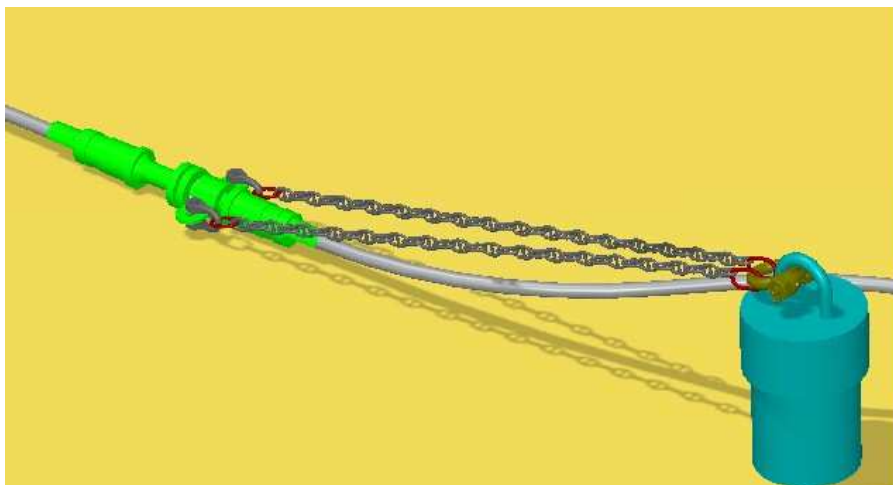
**Fonte:** Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

**Figura 8:** Estaca de ancoragem.



**Fonte:** Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

**Figura 9:** Sistema de ancoragem com estaca torpedo.



**Fonte:** Curso especial de noções básicas sobre operações offshore (Coelho, Augusto).

### 3.4 Sistemas de Lançamento

É a aparelhagem responsável por fazer o lançamento das linhas. Dentre os muitos tipos de modelos de embarcações PLSV é possível verificar-se que existem sistemas de lançamento para apenas uma linha de cada vez, e alguns outros mais complexos que fazem o lançamento de até três linhas simultaneamente. Para o primeiro caso é dado o nome de monolinha, já o segundo caso recebe o nome de multilinhas. Estas embarcações, quando operando num poço de produção, fazem o lançamento da linha anular, da de produção e do umbilical (UEH) ao mesmo tempo. Quando elas vão operar num poço de injeção de água, as linhas de injeção de água e o umbilical (UEH) podem ser manuseados simultaneamente.

**Figura 10:** Embarcação monolinha lançando dutos rígidos.



**Fonte:** Curso de familiarização em apoio marítimo. Noções básicas de posicionamento dinâmico (José de Oliveira, Waltenir)

A operação das embarcações multilinhas se dá de forma muito mais rápida que as embarcações monolinha, entretanto deve-se atentar para a capacidade do Módulo de Conexão Vertical (MCV). Se a operação for em águas profundas, grandes comprimentos de linhas serão utilizados, logo o peso que essas linhas vão exercer sobre o MCV pode ser maior do que ele pode suportar. Por isso esse método só é empregado quando se tem certeza que o MCV suportaria a pior condição existente, que é a Conexão Vertical Direta (CVD) de 2ª extremidade. Portanto, para situações de trabalho com pequena lâmina d'água o processo com multilinhas é perfeitamente empregado, e para maiores profundidades o monolinha prevalece.

**Figura 11:** Embarcação Multilinha – PLSV Sunrise 2000.



**Fonte:** [www.meretmarine.com](http://www.meretmarine.com)

É importante ressaltar que quando a embarcação está trabalhando com linhas flexíveis sendo lançadas simultaneamente e ela já fez a CVD de 1ª extremidade, a passagem das linhas para a plataforma (*pull in* de 2ª extremidade) é feita separadamente, pois esta não dispõe de guinchos suficientes para atender à demanda da operação. No caso de ser feito um *pull in* de 1ª extremidade as linhas continuam sendo passadas individualmente, entretanto a CVD de 2ª extremidade é feita ao mesmo tempo. Se a tripulação optar por fazer a operação individualmente, o CVD, o lançamento e o *pull in* de cada linha será executado separadamente.

Foi observado através de testes que fazer as CVDs individualmente e depois lançar as linhas simultaneamente, apesar de ser mais rápido, é inviável. Isso se dá devido ao fato de que quando a embarcação está com os MCVs conectados, seus movimentos são consideravelmente restringidos e há risco de danificar as linhas. Com o intuito de manter uma operação segura, convencionou-se que os lançamentos seriam feitos separadamente.



**Figura 12:** MCV singelo, apenas 1 linha pode ser conectada.



**Fonte:** Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

**Figura 13:** MCV duplo, conecta 2 linhas simultaneamente.



**Fonte:** Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

**Figura 14:** MCV triplo, conecta 3 linhas simultâneas.



**Fonte:** Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

## **4 OPERAÇÕES: CONEXÃO VERTICAL DIRETA E PULL IN E PROCEDIMENTO PARA INSTALAÇÃO DAS LINHAS FLEXÍVEIS**

As operações de CVD e *pull in* não só são imprescindíveis no processo do lançamento de linha, como também são dependentes entre si. Este capítulo visa explicar detalhadamente os processos que envolvem cada operação e evidenciar a sua importância para o início da produção de um poço.

### **4.1 Conexão Vertical Direta (CVD)**

Este tipo de conexão caracteriza as interligações que são realizadas no fundo do mar. Ela envolve um conjunto de equipamentos específicos que requerem um alto nível técnico de conhecimento para serem operados. Além disso, existem duas possibilidades de se executá-las: a de 1ª extremidade e a de 2ª extremidade.

#### **4.1.1 Conexão Vertical Direta de 1ª extremidade**

Essa variável da CVD consiste em conectar a primeira extremidade da linha no poço para depois levar a segunda extremidade à plataforma (*pull in* de 2ª). A extremidade inicial da linha é acoplada ao Módulo de Conexão Vertical que, por sua vez, é arriado juntamente com a linha pelos equipamentos de bordo, e são encaminhados para o local onde haverá a conexão deste duto flexível à uma árvore de natal, a um manifold submarino ou a um duto rígido. Costuma-se utilizar esse método porque ele envolve cargas menores, resultando numa facilidade de posicionamento do MCV e na agilidade das manobras da embarcação.

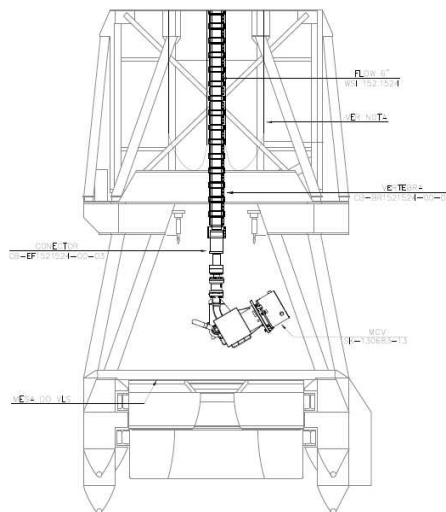
Os principais equipamentos de bordo envolvidos nessa operação são os guindastes e guinchos, os medidores de correntes e ventos, o sistema de referência de posicionamento, e o Remotely Operated Vehicle (ROV). Estes equipamentos atuam em conjunto na CVD de 1ª para que seja respeitado o ângulo de aproximação do MCV, mantendo este sempre dentro do limite especificado pelo fabricante em virtude do risco



de avarias. Esse procedimento tem o objetivo de manter o encaixe numa condição ideal de projeto, gerando uma maior vida útil ao equipamento e uma operação mais segura.

Tudo começa dentro do navio, com o MCV sendo conectado ao duto flexível. Esta conexão é testada com nitrogênio para que seja certificada sua estanqueidade. Passada a primeira etapa, guinchos e guindastes arriam o MCV e a tripulação faz o monitoramento do processo através de câmeras acopladas no ROV. A linha continua sendo descida e o MCV vai se aproximando lentamente da árvore de natal molhada até seu acoplamento seu feito no hub. Uma vez acoplada, o ROV faz o teste da conexão por meio de um sistema hidráulico (Hot-Stab). Depois disso, a linha é preenchida com água salgada e tem sua estanqueidade testada. Por último, a lingada e a ferramenta de descida são desconectadas e recolhidas para bordo.

**Figura 15:** O MCV é montado na linha e testado. É preparada a descida do equipamento para realização da CVD.



**Fonte:** Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip).

**Figura 16:** MCV sendo lançado ao mar com o auxílio de um cabo do guincho.

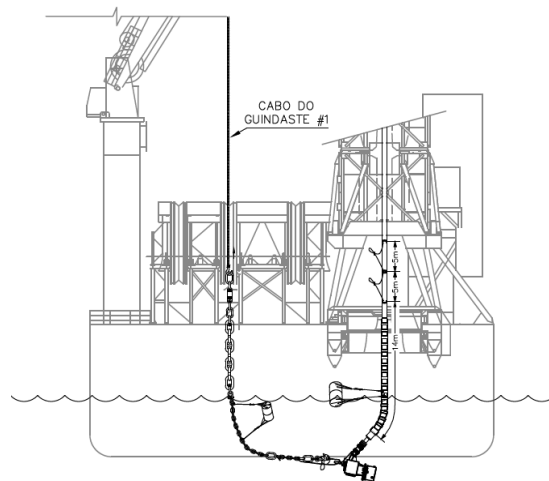


Fonte: <http://www.flogao.com.br/herzogsea/35390806>

Durante todo o processo de conexão até o fim dos testes de selo, deverá ser utilizado o sistema de posicionamento dinâmico, o qual manterá o aproamento da embarcação. No momento da aproximação do conjunto MCV/linha este mesmo sistema só é permitido ter no máximo um metro de margem de erro, exigência essa que pode variar com a necessidade de posicionamento relativo do navio durante a aproximação.

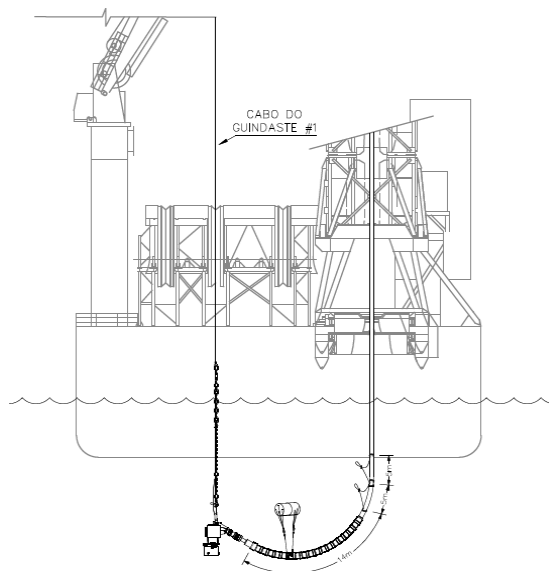
Ao longo da operação a carga de tração, o ângulo de saída da linha do navio (ângulo do topo da catenária) e as condições meteorológicas são constantemente monitoradas. Na ocasião de haver conexões intermediárias (riser X riser, riser X flow, flow X flow), estas conexões também deverão ser testadas com nitrogênio, a fim de ter sua estanqueidade comprovada. Até mesmo as conexões intermediárias dos umbilicais passam por testes de pressão para que seja confirmado seu bom funcionamento.

**Figura 17:** Realização do *overboarding* do MCV.



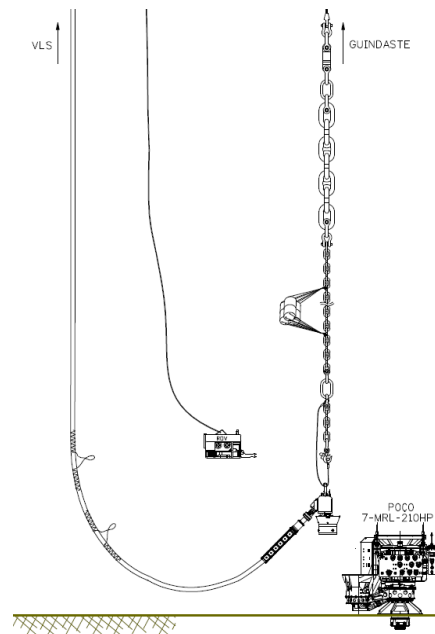
**Fonte:** Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

**Figura 18:** Descida da lingada do MCV.



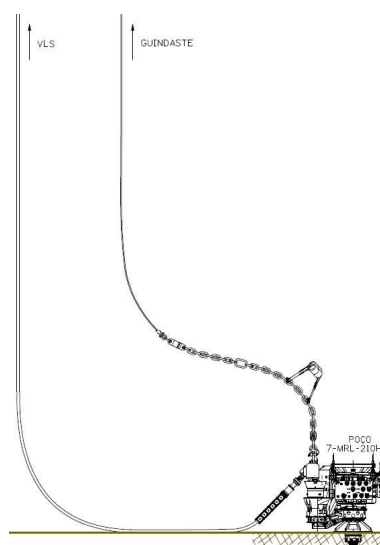
**Fonte:** Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

**Figura 19:** Aproximação do PLSV para conexão do MCV ao poço.



**Fonte:** Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

**Figura 20:** CVD realizada. MCV conectado ao poço.

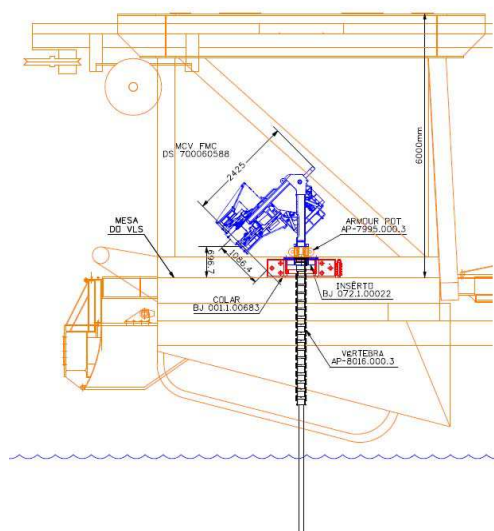


**Fonte:** Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

#### 4.1.2 Conexão Vertical Direta de 2ª extremidade

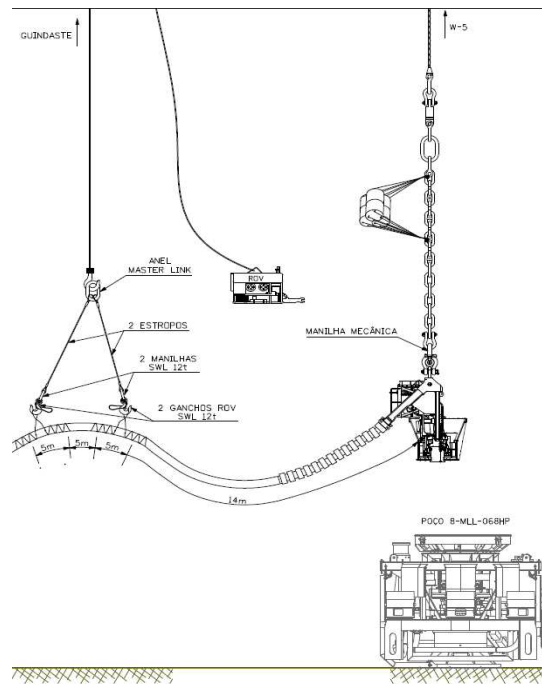
Esse método é, de certa forma, bem similar à CVD de 1ª extremidade, porém possui algumas especificidades essenciais que devem ser observadas. Em geral, os cuidados que devem ser tomados em relação ao ângulo de aproximação do MCV devem ser os mesmos, bem como as exigências de manter-se o aproamento e uma margem de erro de no máximo 1 metro requeridas do sistema DP. Por outro lado, algumas diferenças se destacam, como o fato de ser a extremidade final da linha que é conectada ao MCV, pois a inicial já foi levada à plataforma. Outra peculiaridade deste tipo de conexão é que a direção de aproximação depende exclusivamente do “track” do lançamento em direção ao equipamento submarino. Além disso, o aproamento da embarcação depende exclusivamente da proa ideal para que seja lançado um cabo de guincho que formará uma corcova na linha (seio invertido formado a aproximadamente 20m da linha).

**Figura 21:** Montagem do MCV na 2ª extremidade do UEH.



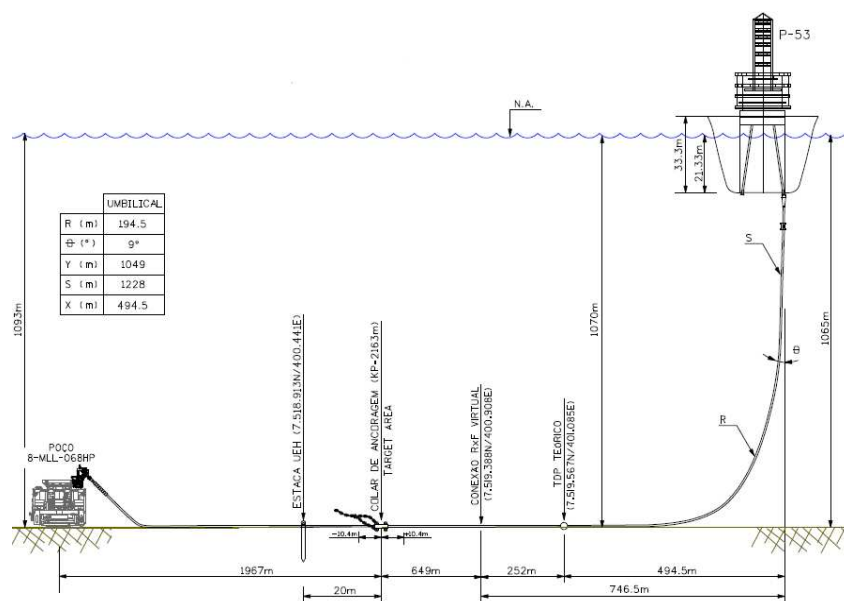
**Fonte:** Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

**Figura 22:** Descida do MCV e posicionamento do PLSV para realização da CVD de segunda extremidade.



**Fonte:** Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

**Figura 23:** Realizada CVD de 2ª extremidade. Projeto concluído.



**Fonte:** Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

## 4.2 Pull In

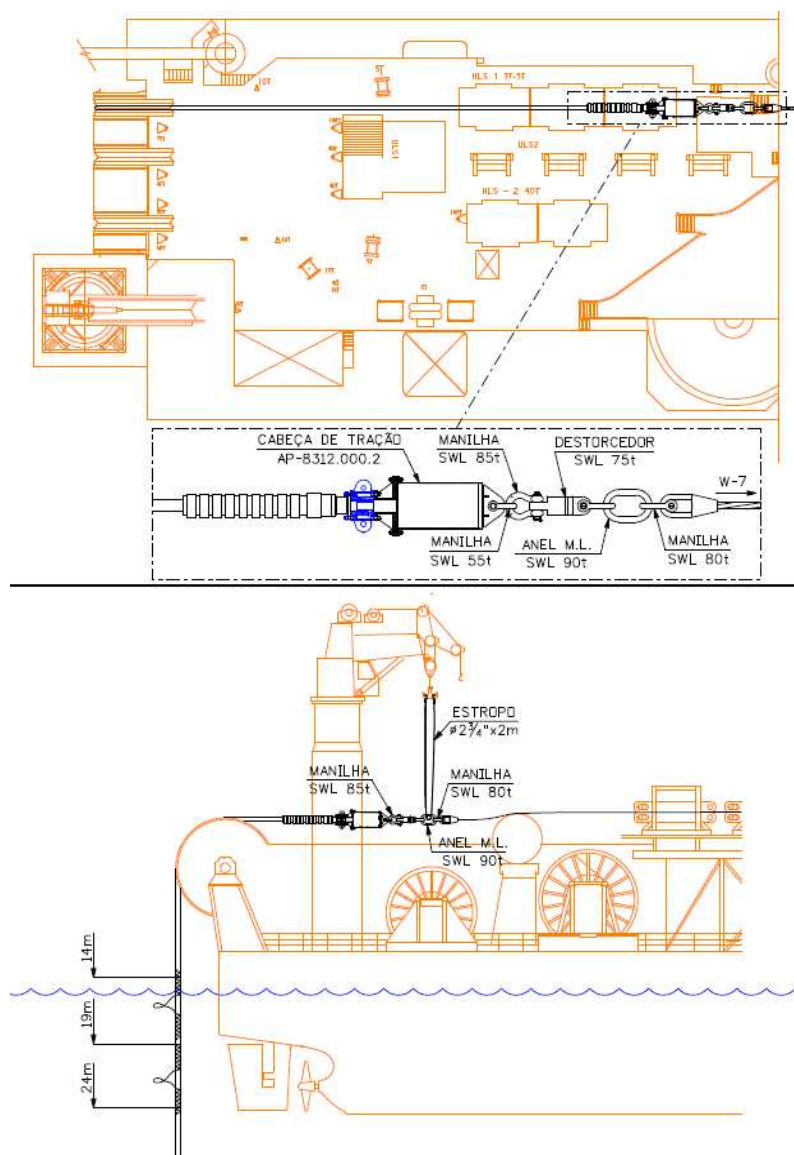
É a faina que, junto com a CVD, constituem a base de todo o processo do lançamento da linha. A operação do *pull in* se baseia na passagem de uma das extremidades da linha para a unidade de produção. Em linhas gerais pode-se dizer ela consiste em manter a embarcação a uma distância de 30 a 35 metros da plataforma com o auxílio do sistema DP com o intuito de passar linha para a mesma. Essa passagem é feita por meio de cabos menores chamados de mensageiros, os quais são presos à linha propriamente dita e auxiliam na transferência dela. Assim como a CVD, o *pull in* pode ser de 1ª ou de 2ª extremidade.

### 4.2.1 Pull in de 1ª extremidade

Esta operação recebe este nome porque a extremidade inicial da linha é passada à unidade de produção e, só após esse procedimento, continua-se com o lançamento para conectar a linha a um equipamento submarino, a outra unidade de produção ou para o abandono provisório da extremidade final. Ela é utilizada em casos quando a unidade de produção não tem guinchos com capacidade suficiente para receber a

segunda extremidade da linha ou quando o sistema de lançamento do PLSV possui limitações dimensionais que impeçam a passagem da linha pelos equipamentos de bordo.

**Figura 24:** Passagem do UEH pelo tensionador do PLSV.



**Fonte:** Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

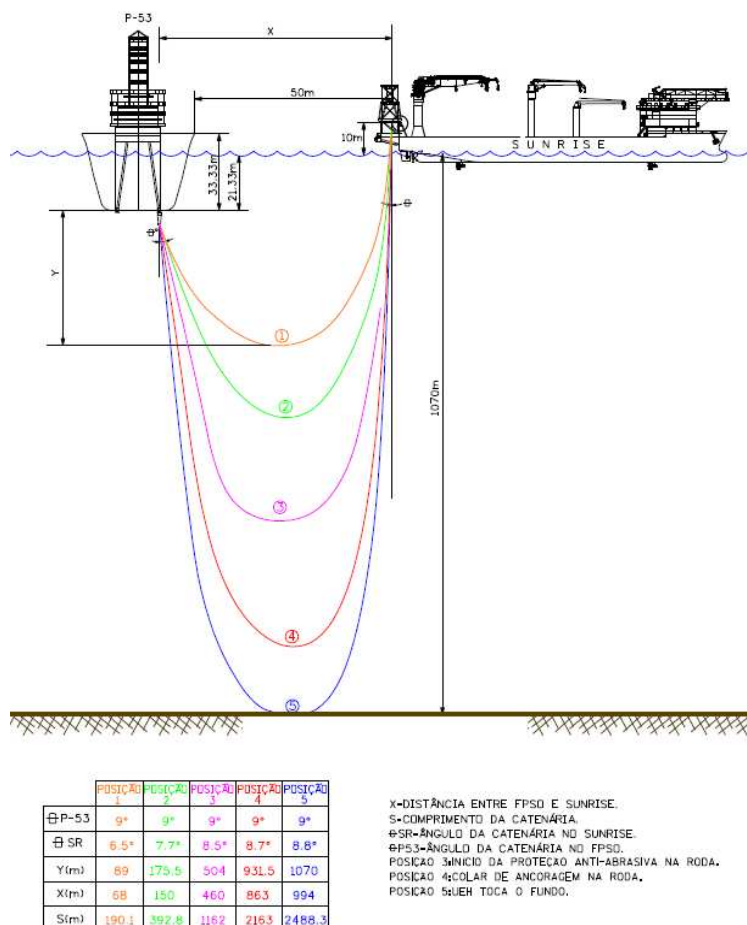
Como se está trabalhando com a extremidade inicial da linha, a catenária não tem um comprimento suficiente para exercer uma força peso significativa. Além disso, o peso da linha estará sendo dividido entre o PLSV e a plataforma. Logo, pode-se



verificar que este trabalho, por envolver cargas menores na transferência da extremidade inicial para a unidade de produção e facilitar a preparação da lingada instalada na extremidade da linha, apresenta importantes vantagens.

Por outro lado também existem aspectos desvantajosos neste processo. Conforme o lançamento da linha vai acontecendo, os esforços exercidos pela linha vão aumentando, podendo prejudicar os equipamentos de bordo. A partir do momento em que a linha toca o leito marinho não só o peso da catenária passa a atuar, mas também o atrito entre o solo e a linha entram em cena. Um detalhe importante que deve ser observado é que se houver limitação de carga no guincho da plataforma, o procedimento correto é manter o navio próximo à plataforma até que o duto flexível esteja apoiado no sistema de suspensão.

**Figura 25:** Transferência da 1ª extremidade do UEH.

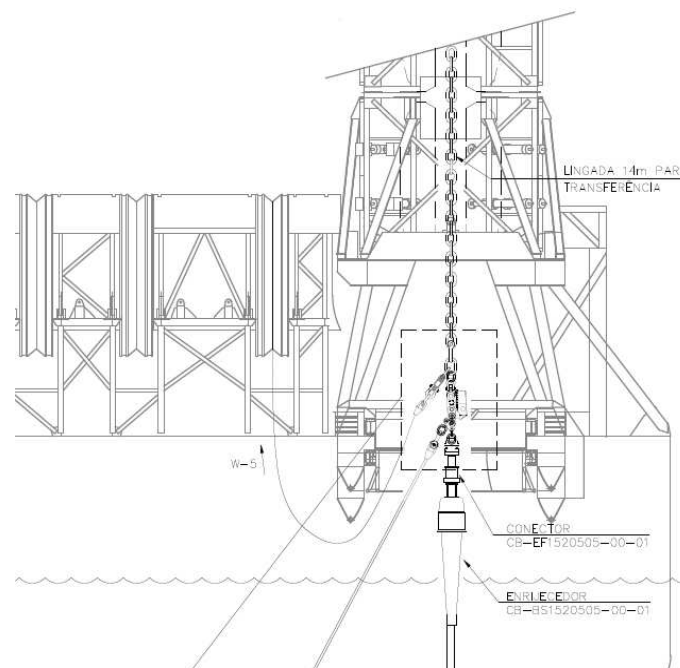


**Fonte:** Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

#### 4.2.2 *Pull in* de 2ª extremidade

É caracterizada pelo fato de ser a segunda extremidade da linha que está sendo passada à unidade de produção. Neste ponto do processo de lançamento de uma linha, a primeira extremidade já teria sido propriamente manuseada, e a entrega da linha à plataforma seria a etapa final.

**Figura 26:** Extremidade final a ser transferida para as rodas.

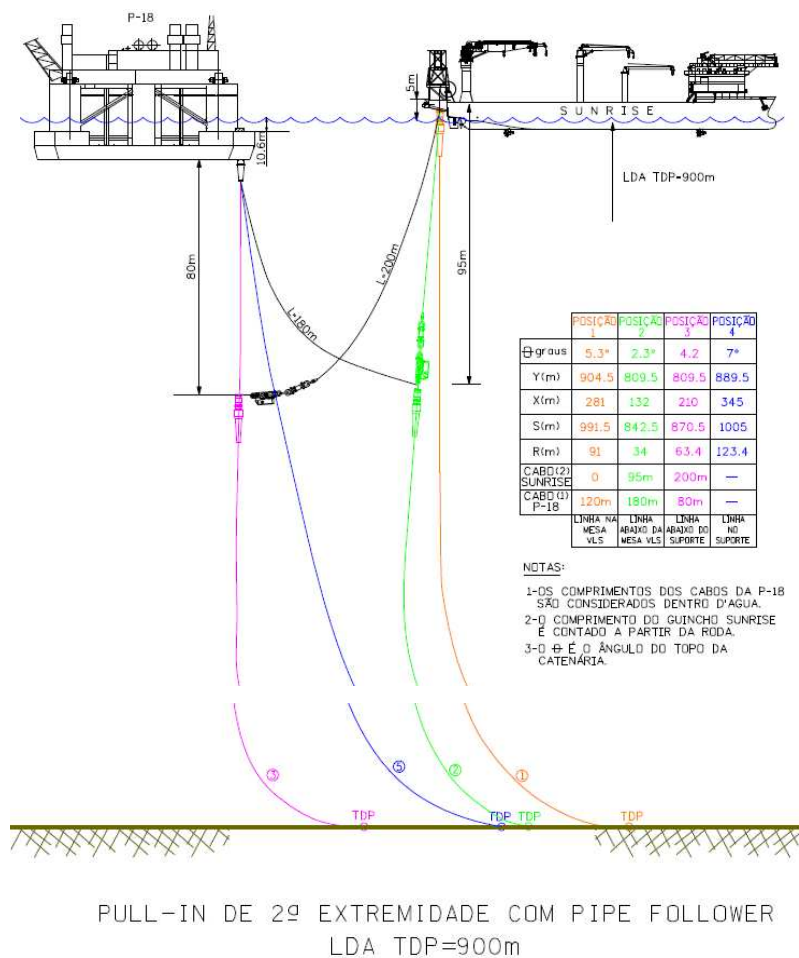


**Fonte:** Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Tudo começa com a aproximação do navio para a plataforma. O cabo mensageiro é passado para a unidade de produção, a qual começa a recolhê-lo. Este cabo está conectado ao cabo principal (cabo de *pull in*), que por sua vez está conectado ao *riser* a bordo da embarcação. Conforme a plataforma recolhe o cabo mensageiro, começa a acontecer o “pagamento” do *riser* dentro d’água (liberação do *riser* do navio para a água). Esta linha vai sendo paga, ou seja, descida, até a carga da linha ser transferida da embarcação para o cabo principal do guincho de *pull in* da unidade de produção. Depois disso, o cabo do navio é desconectado através da manilha

hidroacústica e recolhido para bordo. Finalmente, os *risers* são travados nos *hang offs* da plataforma e a operação está concluída. Vale a pena ressaltar que todo o processo é monitorado por ROV.

**Figura 27:** *Pull in* de 2ª extremidade.



**Fonte:** Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Uma vez que o *pull in* foi feito, uma série de inspeções são realizadas, dentre elas se destacam: inspeção para confirmar a posição da linha no fundo do mar; inspeção da configuração final da linha na plataforma; e inspeção de posição da conexão *riser* x *flow* para confirmar o ângulo da catenária.

O principal problema dessa operação é que as cargas envolvidas são muito elevadas, visto que o comprimento da linha, bem como sua catenária são maiores. Isso

influi criando uma carga horizontal elevada, exigindo grandes esforços do sistema de Posicionamento Dinâmico para manter a posição do navio. A força horizontal, porém, reduz gradativamente com a transferência da linha, pois esta deixa de tocar o solo à medida que a linha vai sendo recolhida pela unidade de produção. A operação termina com a liberação da linha para a plataforma através do auxílio da manilha hidroacústica. O navio transfere a carga da linha para os equipamentos da unidade de produção progressivamente e, após concluir esta etapa, abre a manilha hidroacústica a uma profundidade de aproximadamente 100 metros, determinando o término da *pull in*.

## **5 DESCONEÇÃO VERTICAL DIRETA, *PULL OUT*, ABANDONO E RECOLHIMENTO**

### **5.1 Desconexão Vertical Direta (DCVD)**

É justamente o processo inverso da conexão vertical direta (CVD), é caracterizada pela desconexão das linhas com os equipamentos no fundo do mar. Assim como a CVD, pode ser realizada em 1ª ou 2ª extremidade.

### **5.2 *Pull Out***

Consiste na transferência da linha de uma unidade de produção ou qualquer outra unidade de superfície para um navio PLSV. É o processo inverso da operação de *pull in*.

A operação de *Pull out* segue os mesmos padrões de aproximação da embarcação PLSV à plataforma para receber o *riser*, bem como a distância entre eles.

### **5.3 Desconexão Vertical Direta (DCVD) e *Pull Out***

Estas operações seguem os mesmos padrões lógicos e operacionais que as operações de CVD e *pull in*. Se uma linha não está mais em uso ou se por algum motivo precisa de reparo, faz-se necessária a sua desconexão.

São duas as formas de tirar corretamente um duto flexível de funcionamento. O primeiro método seria com a DCVD na extremidade inicial da linha, desconectando o MCV e içando-o para bordo (*inboarding*). Uma vez que o MCV está a bordo e adequadamente condicionado, inicia-se o recolhimento dos tramos de *flowline* e depois do *riser*. O processo de desligamento da linha é encerrado com um *pull out*. Para este método dá-se o nome de DCVD de 1ª extremidade com *pull out* de 2ª extremidade.

O segundo método consiste em começar a operação com o *pull out* na unidade de superfície, seguido do recolhimento de todos os tramos de *riser* e, posteriormente, de *flowline*. A operação termina com a retirada do MCV e o acondicionamento dele a

bordo do navio (*inboarding*). Para este método dá-se o nome de *pull out* de 1ª extremidade com DCVD de 2ª extremidade.

#### 5.4 Abandono e Recolhimento de Linha Flexível

Após serem realizados a DCVD e o *pull out*, uma finalidade deve ser dada àquele duto flexível. Dentre os motivos pelo qual tira-se a linha de operação destacam-se o término da vida útil daquela linha, não havendo mais empregabilidade para a mesma, e o fim da funcionalidade do poço, anulando o propósito de operação daquela linha naquele local mas não necessariamente a operacionalidade da linha em si.

Na ocasião de se usar a linha posteriormente, esta é apenas abandonada no leito marinho em locais predeterminados para a estocagem de linhas, geralmente em profundidades variando entre 100 e 150 metros.

**Figura 28:** Foto tirada pelo ROV durante operação de abandono de linha.



**Fonte:** Silveira, Carlos (Coordenador de Engenharia da Technip)

Os dutos que serão abandonados são levados para locais de estocagem que já são previamente definidos pelos órgãos ambientais, onde são armazenados em linha reta. No momento do recolhimento dos dutos, se estes têm polaridade (extremidades com acessórios diferenciados), são recolhidos de acordo com o procedimento de lançamento a ser realizado; se são linhas sem polaridade, o recolhimento pode ser feito por qualquer uma das extremidades.

Outro aspecto importante a ser ressaltado é que caso o abandono seja de linhas de projetos distintos, ou seja, anatomicamente diferentes, este é feito de forma singela. O cabo de sacrifício que antes era empregado caiu em desuso, visto que com o tempo o cabo oxidava e comprometia a segurança do abandono. Por outro lado, o abandono de linhas de mesmo projeto pode ser feito interligando estas linhas por meio de manilhas e anéis.

## 6 DUTOS RÍGIDOS

O processo de lançamento dos dutos rígidos é feito de forma mais simples que o complexo passo a passo que deve ser executado para lançar um duto flexível com êxito. Isto se deve pelo fato de que a linha flexível, durante todo o seu lançamento, precisa estar pressurizada, caso contrário a pressão da água esmagaria e danificaria ela. Por outro lado, há uma parte da preparação para colocar a linha de dutos rígidos operante que é extremamente relevante, a parte das inspeções.

### 6.1 *As-laid survey*

É a inspeção que ocorre logo após o lançamento. Tem como principais objetivos determinar as condições do duto após o lançamento, tanto no plano quanto no perfil, e identificar onde estão localizados os vãos livres, uma vez que o leito marinho tem sua superfície irregular e o duto é rígido. Ela pode ser feita em qualquer sentido, tanto no do lançamento quanto no oposto, pois ainda haverá uma inspeção final.

Enquanto está se fazendo a inspeção a equipe grava toda operação tanto em áudio quanto em vídeo e os eventos observados são anotados. Por ser feita em grandes profundidades, esta inspeção é feita por ROV. Este se desloca ao longo do tubo com uma velocidade constante e, por meio de três câmeras, faz o registro das imagens vistas pelo operador a bordo da embarcação. Além desses aparatos, o ROV também é dotado de dois braços hidráulicos, os quais funcionam como as mãos do operador.

Se por quaisquer motivos a operação tiver que ser interrompida, sua retomada deverá ser feita na conexão imediatamente anterior àquela onde ela foi parada. Uma vez que todos os vãos livres forem identificados, os dados serão recolhidos e a tripulação fará um plano de ação para a retificação dos vãos livres.

### 6.2 *As-built survey*

Após o suporte mecânico ter efetuado a correção dos vãos livres, é realizada a inspeção final. Seu principal objetivo é verificar e detalhar a condição e posição final do



duto, tanto no perfil quanto no plano. Ao contrário da *as-laid survey*, esta só poderá ser feita no sentido do lançamento do duto.

Enquanto está se fazendo a inspeção a equipe grava toda operação tanto em áudio quanto em vídeo e os eventos observados são anotados. Esta inspeção é bem similar à inspeção pós-lançamento, seus procedimentos coincidem em sua grande maioria. A principal diferença é a finalidade da inspeção.

Quando a inspeção final terminar e a equipe concordar que o duto encontra-se em perfeita disposição sobre o leito marinho, é realizado o teste de estanqueidade e secagem.

### **6.3 Testes de estanqueidade e secagem**

Os dois últimos testes a serem realizados são os testes de estanqueidade e o de secagem. Primeiro o duto é alagado com água salgada para ter sua estanqueidade comprovada, depois são injetados nele nitrogênio e mono-etileno-glycol para a secagem do duto.

O PLR (lançador e receptor de pig) é uma ferramenta acoplada no duto rígido que permite a conexão deste com um duto flexível, a fim de que seja feita a injeção de produtos no interior do duto rígido. O teste de estanqueidade é feito injetando água salgada, através do PLR, ao longo de toda a tubulação rígida até que seja estabelecida uma pressão de 0.5 bar em seu interior. No momento em que esse cenário é observado, para-se o bombeamento e fecha-se as válvulas do PLR, sendo o duto mantido assim por 24 horas. Se ao longo desse período a pressão no interior da tubulação permanecer inalterada, conclui-se que a tubulação está em perfeitas condições de operação, logo procede-se para a secagem.

A embarcação de apoio injeta nitrogênio através de um duto flexível. Esse gás vai até o duto rígido e expulsa a água salgada no processo. Depois disso é injetado mono-etileno-glycol para fazer a retirada da umidade e deixar a tubulação totalmente seca. Ao término desse processo o PLR é recolhido para o convés da embarcação e o duto está pronto para ser empregado no transporte de fluidos como o petróleo e o gás natural.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos dias atuais, quando se fala de exploração petrolífera não se pensa mais em estruturas terrestres de perfuração, nem em plataformas fixas atuando em pequenas profundidades. É claro que os exemplos supracitados ainda existem e são empregados na exploração do petróleo, contudo o verdadeiro foco está voltado para a exploração em grandes profundidades tanto de lâmina d'água quanto de distância abaixo do leito marinho. Este tipo de exploração, o qual surgiu com a demanda crescente de petróleo, está em constante processo de crescimento e requer um avanço tecnológico contínuo para que esta produção seja segura e profícua. Por conseguinte, estão sendo desenvolvidos novos produtos e sistemas dos quais destacam-se: linhas flexíveis que conseguem trabalhar nas altas profundidades e suportar as forças de pressão e outras forças atuantes nelas sem sofrer dano algum; embarcações especializadas no lançamento de linhas a altas profundidades; sistemas de posicionamento dinâmico extremamente precisos; ROVs dinâmicos e resistentes, cuja interface com o ser humano é cada vez mais fácil; entre outros. Mais um exemplo que ilustra essa forte demanda nas operações em águas ultra profundas é o pré-sal, que revolucionou de maneira geral os próprios equipamentos utilizados nas operações e a forma de emprega-los. Essa descoberta na plataforma continental brasileira, a qual fomentou a economia marítima brasileira, trouxe a esperança de enormes jazidas de petróleo, porém trouxe também um grande desafio e uma grande demanda por equipamentos tecnológicos capazes de perfurar e explorar poços tão profundos. Agora, a atenção e o cuidado em cada tarefa devem ser redobrado, visto que os riscos de acidentes nas operações e as cargas envolvidas aumentaram consideravelmente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Orlando. **Glossário de engenharia submarina**. Disponível em: <<http://offshorebrasil.blogspot.com.br/2010/09/glossario-de-engenharia-submarina-ate.html>>. Acesso em: 22 jul. 2014.

Sindicato Nacional das Empresas de Navegação Marítima. **Press Kit Institucional**. Disponível em: <<http://www.syndarma.org.br/upload/PRESS%20KIT%20INSTITUCIONAL.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2014.

HabTec Engenharia Ambiental. **Atividade de produção de gás e condensado no campo de Mexilhão, Bacia de Campos**. Disponível em: <[http://licenciamento.ibama.gov.br/Petroleo/Sistema%20de%20Producao%20de%20Gases%20Natural%20e%20Condensados%20-%20Campo%20de%20Mexilhao%20-%20Bacia%20de%20Santos/EIA%20Mexilh%C3%A3o/Cap%C3%ADtulo%20II/02.%20Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20da%20Atividade/II.2.4.2%20A\\_B.pdf](http://licenciamento.ibama.gov.br/Petroleo/Sistema%20de%20Producao%20de%20Gases%20Natural%20e%20Condensados%20-%20Campo%20de%20Mexilhao%20-%20Bacia%20de%20Santos/EIA%20Mexilh%C3%A3o/Cap%C3%ADtulo%20II/02.%20Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20da%20Atividade/II.2.4.2%20A_B.pdf)>. Acesso em: 28 jul. 2014.

SILVEIRA, Carlos. **Esquemas das operações CVD e Pull In da embarcação Sunrise 2000**. Rio de Janeiro: Empresa Technip. 2014.

BRAGA, Jime. **Material sobre as operações das embarcações PLSV**. Rio de Janeiro: Empresa Norskan Offshore Ltda. 2014.

SOUZA, Sandro. **Instalações submarinas**. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/sydman/aulas-de-instalacoes-submarinas>>. Acesso em: 30 jul. 2014.

Subsea Brasil. **Glossário de engenharia submarina**. Disponível em: <<http://www.subseabrasil.com.br/2012/08/glossario-da-engenharia-submarina/>>. Acesso em: 3 ago. 2014.

**Constituição dos dutos**. Disponível em: <<http://www.redetec.org.br/inventabrasil/piperin.htm>> e <[www.coppe.ufrj.br/recope/tecsu/tubos.htm](http://www.coppe.ufrj.br/recope/tecsu/tubos.htm)>. Acesso em: 3 ago. 2014.

PUC RIO. **Lançamento e Instalação de dutos rígidos, embarcação Seven Oceans da empresa Subsea 7 LTDA**. Disponível em: <[http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0510810\\_08\\_cap\\_02.pdf](http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0510810_08_cap_02.pdf)>. Acesso em: 6 ago. 2014.

UFRJ. **Primeiro relatório PSV**. Disponível em: <[http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod\\_academic/relatorios/2010/anacaroline-felipe/relat1/Relatorio1.htm](http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2010/anacaroline-felipe/relat1/Relatorio1.htm)>. Acesso em: 7 ago. 2014.

Abeam e Syndarma. **Frota de embarcações de apoio marítimo no Brasil**. Disponível em: <<http://www.abeam.org.br/upload/frota.pdf>>. Acesso em: 7 ago. 2014.

JENSEN, Gullik. **Offshore Pipelaying dynamics – NTNU**. Disponível em: <[http://www.itk.ntnu.no/ansatte/Fossen\\_Thor/PhD/Jensen%202010.pdf](http://www.itk.ntnu.no/ansatte/Fossen_Thor/PhD/Jensen%202010.pdf)>. Acesso em: 8 ago. 2014.

**Pipelines**. Disponível em: <[www.offshore-mag.com/pipeline-transportation.html](http://www.offshore-mag.com/pipeline-transportation.html)> Acesso em: 10 ago. 2014.

MOREIRA, Rhamany. **Avanço do pré-sal impulsiona o mercado de ROV**. Disponível em: <<http://www.qgdopetroleo.com/2011/12/o-brasil-ja-produziu-o-primeiro-oleo-do.html>>. Acesso em: 10 ago. 2014.

**Posicionamento Dinâmico**. Wikipedia. Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic\\_positioning](http://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic_positioning)>. Acesso em: 11 ago. 2014.

Wikipedia. **Camada pré-sal**. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Camada\\_pr%C3%A9-sal#A\\_extra.C3.A7.C3.A3o\\_de\\_petr.C3.B3leo\\_da\\_camada\\_Pr.C3.A9-Sal](http://pt.wikipedia.org/wiki/Camada_pr%C3%A9-sal#A_extra.C3.A7.C3.A3o_de_petr.C3.B3leo_da_camada_Pr.C3.A9-Sal)>. Acesso em: 12 ago. 2014.

DORES, Priscila; LAGE, Elisa; PROCESSI, Lucas. **A Retomada da indústria naval brasileira**. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro60anos\\_perspectivas\\_setoriais/Setorial60anos\\_VOL1ConstrucaoNaval.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro60anos_perspectivas_setoriais/Setorial60anos_VOL1ConstrucaoNaval.pdf)>. Acesso em: 12 ago. 2014.