

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

LUIZ FERNANDO MOTA DE SOUZA

**SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO
EM OPERAÇÕES *OFFSHORE***

**RIO DE JANEIRO
2015**

LUIZ FERNANDO MOTA DE SOUZA

**SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO
EM OPERÇÕES *OFFSHORE***

Relatório final, apresentado ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como condição prévia para a conclusão do Curso de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica (FONT) da Marinha Mercante.

Orientador: 1T (T). Priscila
Encarregada do Simulador de
Posicionamento Dinâmico

**Rio de Janeiro
2015**

LUIZ FERNANDO MOTA DE SOUZA

**SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO
EM OPERÇÕES *OFFSHORE***

Relatório final, apresentado ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como condição prévia para a conclusão do Curso de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica (FONT) da Marinha Mercante.

COMISSÃO EXAMINADORA

1T (T). Priscila

Encarregada do Simulador de
Posicionamento Dinâmico

RIO DE JANEIRO

2015

AGRADECIMENTOS

Não tenho dúvida alguma de que essa conquista pertence mais àqueles a quem amo, os quais me deram todo o suporte necessário, do que propriamente a mim. Agradeço com todas as minhas forças ao meu amado DEUS que me susteve até aqui, e não somente me tornou capaz de superar meus desafios e obter minhas conquistas como também me agraciou com uma família maravilhosa, uma namorada extraordinariamente incrível e verdadeiros amigos com os quais eu posso desfrutar minhas vitórias. Agradeço a meus pais Luiz Fernando e Luciana, meus irmãos Rafael e Daniel e a minha namorada Daniele, que sempre foram a quilha da minha embarcação, sem os quais com certeza meu navio seria hoje apenas mais um casco soçobrado sem ter alcançado o fim de minha singradura com o êxito do qual hoje posso gozar. Dar orgulho e honrar a todos os que confiaram em mim e me abraçaram foi sem sombra de dúvidas o combustível mais puro e eficiente com o qual pude fazer meu MCP trabalhar sem problemas mesmo com o mar muitas das vezes contrapondo meu azimute de destino. Seria desonra para mim não lembrar também de toda a minha parentela, que durante todo o tempo foram uma espetacular tripulação mantendo-a sempre pronta e suprida para a derrota traçada. Amigos novos e antigos também fazem parte de toda essa estrutura que consolida meu navio, mas não posso deixar de evidenciar dois que sempre me marcaram muito, que são meu primo Gabriel e meu grande amigo Caio que desde pequenos sempre fizeram parte da minha vida e me motivaram a sonhar. Agradeço a DEUS por ter aceitado ser o comandante da embarcação da minha vida e por ser o mais brilhante líder e amigo com o qual dos conselhos e carinhos posso sempre desfrutar e dos abraços posso sempre recorrer.

RESUMO

A indústria de prospecção e exploração de petróleo do leito marinho tem se tornado cada vez mais complexa. As novas descobertas levam a exploração para ambientes cada vez mais distantes da costa e com lâminas d'água muito profundas, tornando assim as operações muito mais complexas e arriscadas, tanto para a vida humana quanto também para o meio ambiente. Entretanto, as novas tecnologias desenvolvidas têm tornado possível o sucesso dessa nova etapa para indústria. Um grande diferencial para esse desenvolvimento contínuo é o sistema de posicionamento dinâmico, que eleva em alto nível o controle operacional sobre a embarcação, tornando as operações muito mais seguras, precisas e velozes. Esse sistema tem sido implementado em diversos tipos distintos de navios devido aos seus mais variados recursos e facilidades. Sua utilização é em larga escala principalmente na indústria *offshore*, onde tem se tornado indispensável para diversos tipos de plataformas e embarcações de apoio marítimo.

Palavras-chave: Operações. Posicionamento Dinâmico. *Offshore*. Segurança.

ABSTRACT

The prospecting industry and oil exploration seabed has become increasingly complex. The new findings lead to the exploration more distant from shore environments and very deep water depths, thus making them much more complex and risky operations, both for human life as well as the environment. However, the newly developed technologies have made possible the success of this new stage for industry. A great advantage to this continuous development is the dynamic position system, which brings high-level operational control over the vessel, making much safer, accurate and fast operations. This system has been implemented in several different types of ships due to its various features and facilities. Its use is large-scale mainly in the offshore industry, which has become indispensable for various types of platforms and offshore support vessels.

keywords: Operations. Dynamic Position. Offshore. Security.

Lista de Figuras

1	Campo de Garoupa (1974): a primeira descoberta <i>offshore</i> importante	11
2	Aumento da lâmina d'água na exploração <i>offshore</i> da PETROBRAS	12
3	Pré-Sal	13
4	Navio CUSS 1	15
5	Navio CUSS 1	16
6	Glomar Challenger	16
7	Sistema de Posicionamento Dinâmica	18
8	Graus de Liberdade	19
9	Os Seis Graus de Liberdade	19
10	Movimentos e Forças de um Sistema	20
11	Elementos do sistema <i>DP</i>	23
12	Interface de Operação	23
13	Diagrama de Blocos <i>DP</i> Classe 1	25
14	Diagrama de blocos <i>DP</i> classe 2	26
15	Diagrama de blocos <i>DP</i> classe 3	27
16	Panorama de Operações do Sistema <i>DP</i>	29
17	Operação de <i>Offloading</i>	30
18	FPSO com Sistema de Ancoragem	31
19	Modelos de Plataformas	34
20	<i>Drill Ship</i> Dotado de um Sistema <i>DP</i>	35
21	Imagem de um PSV	36
22	Operação de Transferência de Carga entre PSV e Plataforma	37
23	PLSV <i>Seven Navica</i> da empresa subsea 7	38
24	Método S-Lay	40
25	Método J-Lay	41
26	Método Reel-Lay	42

Sumário

1	INTRODUÇÃO	9
2	UMA BREVE HISTÓRIA DA EXPLORAÇÃO	
	<i>OFFSHORE</i>	10
2.1	O Offshore no Brasil	10
3	INÍCIO DO SISTEMA DE POSICIONAMENTO	
	DINÂMICO	14
4	EXPLANAÇÃO SOBRE O SISTEMA DP	17
4.1	Definição e Princípios de Operação do Sistema	17
4.2	Forças Influentes na Manutenção	
	do Posicionamento	21
4.3	Controles do Aproamento e da Posição	21
4.3.1	Elementos do Sistema DP	22
4.3.2	Composição do Sistema DP	22
4.4	As Classes do DP	24
5	AS OPERAÇÕES OFFSHORE E O SISTEMA DP	28
5.1	Operações de Offloading	29
5.2	Operações de Exploração de Petróleo	
	com Plataformas em DP	33
5.3	Operações com Embarcações PSV (Plataform Supply Vessel)	35
5.4	Lançamentos de Risers(Linhas)	37
5.4.1	Método S-Lay	40
5.4.2	Método J-Lay	40
5.4.3	Método Reel-Lay	41
6	CONCLUSÃO	43
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho por objetivo principal a abordagem do sistema de posicionamento dinâmico nas operações *offshore*, no que tange a área de exploração de petróleo e suas necessidades correlatas.

Para que se possa compreender mais a fundo as operações propriamente ditas, faz-se mister a realização de um breve estudo do início da exploração *offshore*; do surgimento do sistema DP, e a avaliação do porquê da necessidade do seu desenvolvimento; como se deu o seu desenvolvimento; suas áreas de funcionamento e seus equipamentos de operacionalidade além das transformações geradas no meio *offshore* decorrentes desse avanço.

O foco do trabalho em si não é o sistema DP, e por isso ele não será abordado tão a fundo como possível, no entanto, essa leve abordagem preparará o terreno para que se possa compreender melhor o objetivo real dessa pesquisa, que são as operações *offshore* com a utilização do sistema de posicionamento dinâmico.

O desenvolvimento desse sistema veio decorrente de uma grande necessidade de maior precisão, velocidade e segurança nas operações. Para que se chegasse a essa nova e elevada tecnologia, muitas outras áreas tiveram que também ser estudadas e evoluídas, e só foi possível um grande desenvolvimento desse sistema tão preciso devido aos avanços nessas diversas áreas correlatas. Com referência a essas tecnologias pode-se citar: os sistemas de referência por satélites, hidroacústicos e por laser, além do desenvolvimento tecnológico de sensores mais precisos, formatos de cascos mais eficientes, propulsão potente com propulsores especiais. Tudo isso tornou a manobrabilidade das embarcações extremamente precisa e redundante e a acurácia do sistema DP cada vez mais elevada.

No sistema *offshore* existem diversos tipos de embarcações com as mais variadas funções. Muitas dessas funções só são possíveis de serem concluídas com eficiência devido ao sistema de posicionamento dinâmico, que além de tornar possível com que essas embarcações mantenham sua tão almejada posição mesmo com as mais diversas forças naturais contrárias (existem limites para o sistema), também as faz manobrar com precisão centimétrica quando necessário.

2 UMA BREVE HISTÓRIA DA EXPLORAÇÃO *OFFSHORE*

A última década do século XIX foi marcada por uma iniciativa que mudaria a exploração do petróleo mundial. O cobiçado “ouro negro”, até a presente data, havia sido explorado somente em áreas petrolíferas em terra, no entanto, começava, nesse período, nas costas marítimas da Califórnia, sua exploração em território marítimo. Esse início foi marcado pela utilização de unidades de exploração/produção bastante simples, que se serviam de cavaletes de madeira que iam das bases na costa até os poços; nesses cavaletes eram instalados os equipamentos que eram necessários para a realização das atividades exploratórias e de produção.

Partindo dessa área norte americana, os investimentos foram redirecionados para outras regiões, dentre elas destacam-se a Venezuela e o Golfo do México. O primeiro poço perfurado, que iniciou as atividades *offshore*, no Golfo do México, foi em Caddo Lake, Louisiana, em 1911. Na Venezuela, por meio da utilização de plataformas fixas de madeira, utilizadas em água pela primeira vez, descobriu-se petróleo em 1924 no Lago Maracaibo. A Venezuela também foi pioneira na utilização de plataformas fixas construídas em aço, nas explorações dessa mesma região.

2.1 O *Offshore* no Brasil

A longa trajetória brasileira na busca pelo petróleo pode ser dividida em cinco¹ períodos históricos, que são definidos por importantes eventos característicos. O começo da exploração desse combustível fóssil, efetivamente pelo Estado, deu-se no ano de 1919, ano esse que caracteriza o início da segunda fase histórica de exploração nacional.

A entrada do Brasil no ramo de exploração/produção de petróleo é considerada muito tardia pelos estudiosos, tendo em visto que já aviam passados 60 anos do início da indústria do petróleo mundial quando o Estado brasileiro decidiu, efetivamente, entrar no mercado exploratório desse combustível. Analisando a grande dependência brasileira pela importação de

¹Muitos mais detalhes sobre as fases da evolução histórica (fases exploratórias do petróleo nacional) podem ser encontrados no livro “PETRÓLEO EM ÁGUAS PROFUNDAS, uma história tecnológica da PETROBRAS na exploração e produção offshore” do autor José Mauro de Moraes.

combustíveis, consequência da crescente demanda interna pelos derivados do petróleo, o governo nacional patrocinou, em 1953, a criação da PETROBRAS, empresa estatal que recebeu a incumbência de resolver essa grande dependência nacional de importação.

Depois de dez anos de atividades exploratórias, a estatal ainda não havia conseguido aliviar a dependência do país da importação de grandes volumes de petróleo. Este fato levou a empresa a se aventurar, na segunda metade da década de 60, em pesquisas exploratórias no mar. Essa decisão levou à descoberta, no ano de 1968, do primeiro campo de petróleo no mar, o Campo de Guaricema, na Bacia de Sergipe-Alagoas, e na década de 70 de importantes campos petrolíferos na Bacia de Campos.

As atividades *offshore* em território brasileiro começaram no que os estudiosos chamam de “busca de petróleo para redução da dependência de importações”(terceiro período histórico da exploração do petróleo nacional), que engloba os anos de 1940-1973, entretanto as primeiras descobertas, feitas no litoral nordestino, não se revelaram suficientes para alcançar a tão sonhada autossuficiência nacional das importações de petróleo. No ano de 1974 iniciou-se a quarta fase nacional, dada a descoberta dos poços da bacia de campos, entretanto, a atividade só começou em agosto de 1977, na segunda descoberta, com o campo de Enchova, em lâmina d’água de 120 metros. Tudo isso foi seguido de uma série de descobertas importantes que permitiram a PETROBRAS trabalhar objetivamente com a ideia da autossuficiência interna, que só foi conquistada em 2006, 32 anos depois da primeira descoberta na Bacia de Campos.

Figura 1: Campo de Garoupa (1974): a primeira descoberta *offshore* importante

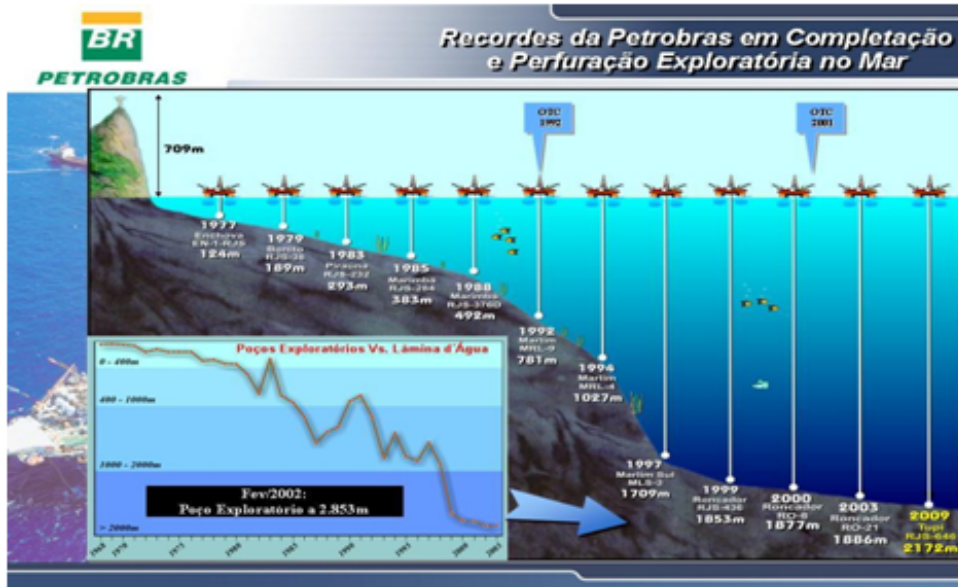


Fonte: <http://www.petroequimica.com.br>. Acesso em 15 Jul.

Depois das primeiras descobertas em águas rasas (*shallow water*), descobertas sucessivas lavaram a exploração do petróleo para um outro nível, gerando assim muito mais riscos e a necessidade do desenvolvimento de elevada tecnologia para a realização da exploração com velocidade, eficiência e segurança. Essas novas descobertas levaram as pesquisas para

águas profundas e ultraprofundas (*deep water*) aumentando exponencialmente o grau de complexidade das operações.

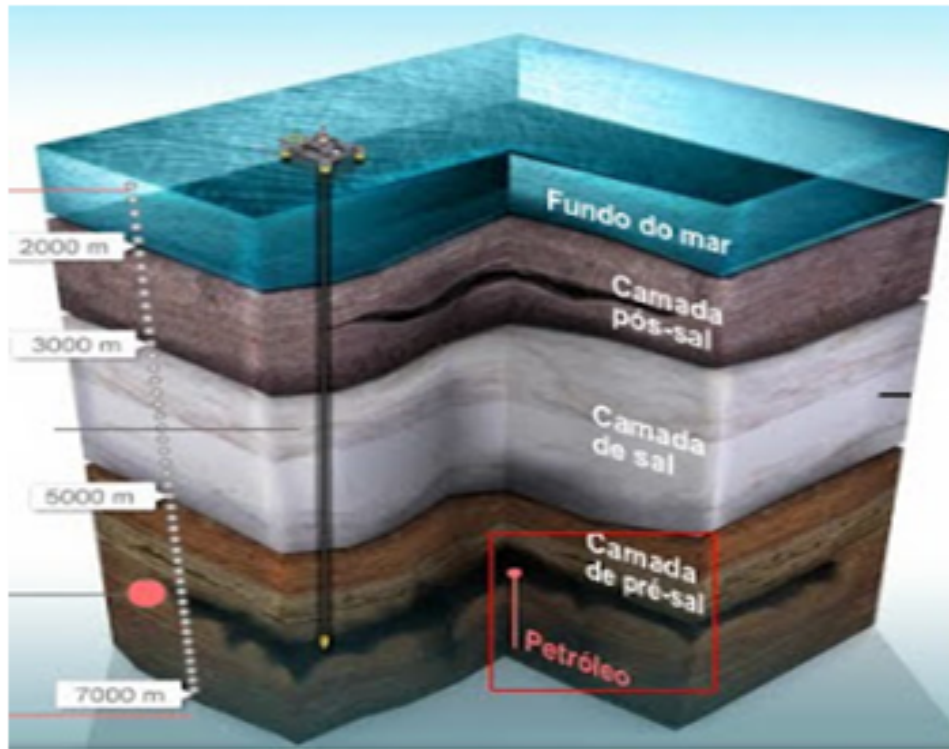
Figura 2: Aumento da lâmina d'água na exploração *offshore* da PETROBRAS



Fonte: diariodopresal.files.wordpress.Acesso em 15 Jul.

A quinta fase, conhecida como “Era do Pré-sal”, iniciada no século XXI, mais exatamente em 2006, foi marcada pela descoberta de gigantescas reservas de petróleo na camada do Pré-sal, na Bacia de Santos. Essa área geológica é caracterizada por encontrar-se abaixo de uma lâmina d'água que pode superar os 2 mil metros de espessura e situar-se entre 5.000 e 7.000 metros abaixo do nível do mar. Estimativas mostram que em 2020, 47% da produção total da PETROBRAS será advinda do Pré-sal.

Figura 3: Pré-Sal



Fonte: blogdopetroleo.Acesso em 15 Jul.

Os desafios que essas novas áreas exploratórias trouxeram somente puderam ser vencidos devido à adoção de amplos programas de capacitação tecnológica, que também foram fundamentais para o desenvolvimento de novas técnicas de exploração para as mais novas áreas geológicas do pré-sal no sudeste do país.

3 INÍCIO DO SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO

Tudo começou com o navio sonda CUSS1, em 1957, que foi o primeiro a ter um sistema de posicionamento dinâmico e que em 1961 foi capaz de, utilizando seu sistema *DP*, fazer perfurações em regiões com lâmina d'água de aproximadamente 948 metros, mantendo sua posição em um raio de 180 metros.

No entanto a idéia de se desenvolver um controle automático para o *DP* nasceu por volta da década de 60, pra ser mais exato logo depois de 1961 com a grande multinacional Anglo-Holandesa Shell, responsável pelo lançamento do NS Eureka, o primeiro navio capaz de ter seus propulsores comandados por equipamento automatizados. Logo em seguida, no ano de 1964, foi lançado outro navio, o NS Caldrill, com uma grande similaridade ao Eureka. Tanto um quanto o outro foram considerados um sucesso e abriram as portas para as pesquisas correlatas.

De acordo com o mantleplumes.org o CUSS1 também foi um grande sucesso científico para a perfuração oceânica em águas profundas, e foi o precursor necessário para o design e construção de navios de perfuração como o Glomar Challenger, lançado em 23 de março de 1968, por exemplo. As descobertas feitas pelo Glomar Challenger ajudaram a criar as bases do conhecimento para as explorações do petróleo, não somente foi o nome dado ao navio como também à pesquisa em águas profundas, entre suas descobertas estão as evidências cruciais sobre o que realmente acontece nas profundezas do oceano bem como na crosta terrestre, e teve como seu sucessor a JOIDES Resolution.

Figura 4: Navio CUSS 1



Fonte: Oceanografia-ufsc. Acesso em 18 Jul.

Ainda hoje, o princípio utilizado nas embarcações mais modernas é mesmo que foi aplicado ao CUSS 1. No entanto muitas novas tecnologias foram desenvolvidas, tornando o sistema muito mais confiável e preciso.

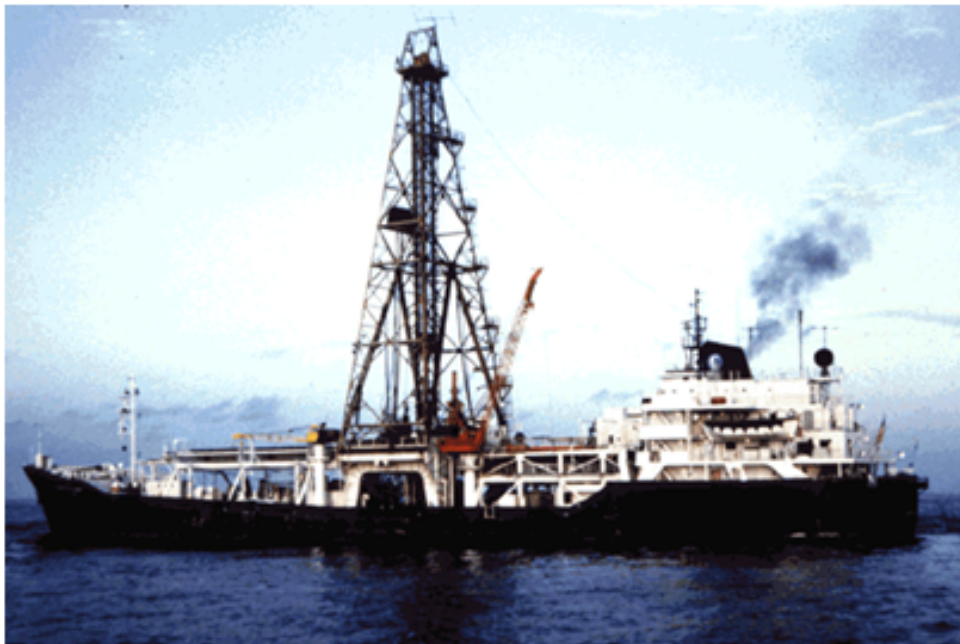
Com o passar dos anos as operações no meio *offshore* foram se tornando mais perigosas e passaram a exigir muito mais dos equipamentos e de seus respectivos operadores. Graças às diversas pesquisas realizadas, foram sendo desenvolvidas tecnologias capazes de suprir a necessidade de acurácia e segurança nas operações.

Figura 5: Navio CUSS 1



Fonte: mantleplumes.org.Acesso em 18 Jul.

Figura 6: Glomar Challenger



Fonte: usgs.gov.Acesso em 18 Jul.

4 EXPLANAÇÃO SOBRE O SISTEMA DP

4.1 Definição e Princípios de Operação do Sistema

O sistema *DP* baseia-se no recebimento das informações recolhidas pelos mais diversos sensores como, por exemplo: sensores de proa, de velocidade, de vento, e dos sistemas de referência como o GPS, *Fanbeam*² entre outros; e no processamento dessas informações pelo sistema de controle, que é definido como uma unidade lógica computacional que determina a ação de controle necessária para manter o navio em uma referência de posição ou trajetória desejada; além de ter também uma interface com o operador.

De acordo com a IMO (International Maritime Organization), o Sistema de Posicionamento Dinâmico caracteriza-se por ser um sistema computadorizado que tem a finalidade de manter a embarcação em uma mesma posição estabelecendo também o aproamento automaticamente, através de um conjugado de propulsores, impelidores, leme e um computador central que processa os dados obtidos por sensores, como a agulha giroscópica, anemômetro e referenciais como *GPS*, *Cyscan*, *Fanbeam*, e compara com a posição e a direção da proa determinadas pelo operador, calculando assim a força a ser aplicada pelos *thrusters*³ e propulsores e ângulo do leme necessário a fim de manter a embarcação na posição pré-estabelecida.

²*Fanbeam* e *Cyscan* são sistemas de referência baseados em laser.

³*Thrusters* são impelidores auxiliares

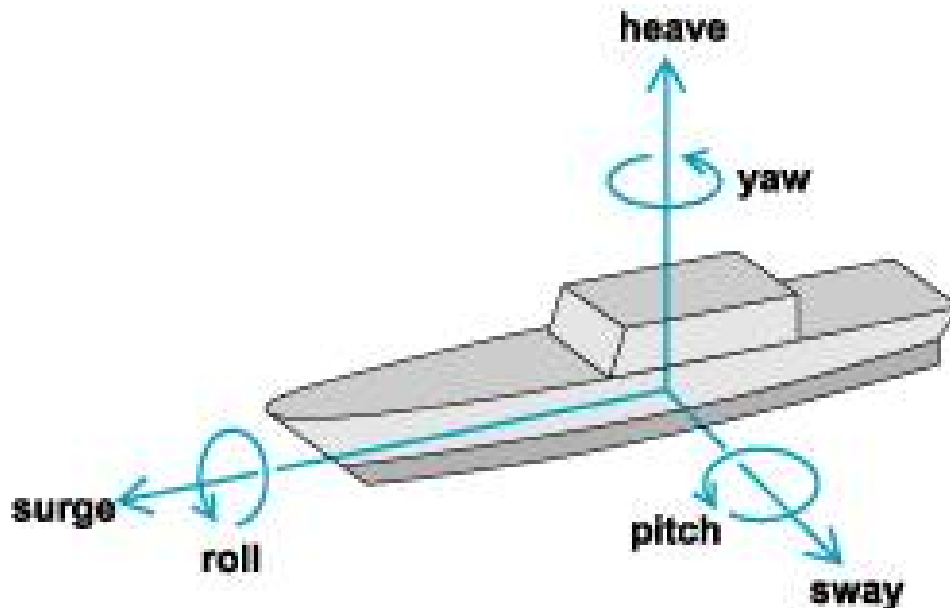
Figura 7: Sistema de Posicionamento Dinâmica



Fonte: <http://www.moxa.com>. Acesso em 18 Jul.

A movimentação do navio no mar é analisada baseada em seis movimentos distintos em relação aos seus próprios eixos, também conhecidos como “graus de liberdade da embarcação”. Esses movimentos são chamados de: arfagem (*heave*), abatimento (*sway*), avanço/recuo (*surge*), cabeceio (*yaw*), caturro (*pitch*) e balanço (*roll*); sendo os três primeiros lineares e os três que se seguem angulares.

Figura 8: Graus de Liberdade



Fonte: <http://www.oceanica.ufrj.br>. Acesso em 18 Jul.

O sistema de posicionamento dinâmico somente é capaz de controlar três desses seis movimentos, todos em relação ao plano horizontal, que são: cabeceio, avanço/recuo e o abatimento; entretanto é de grande importância a análise de todos os seis graus de liberdade, para que haja um controle mais preciso do comportamento da embarcação, tendo em vista que os demais movimentos são naturalmente influenciados e interferem em alguns sensores de referência.

Figura 9: Os Seis Graus de Liberdade



Fonte: Félix.A.S.M.(2014)

O sistema *DP* como um todo é formado por três grandes grupos, são eles:

- **O sistema *DP* propriamente dito:** que é o responsável pela determinação da posição instantânea da unidade e por compará-la com a determinação pré-estabelecida, além de

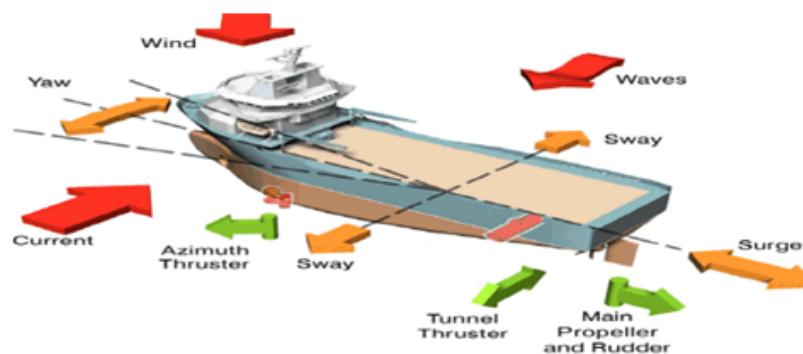
comandar o sistema de propulsão a fim de corrigir os possíveis erros. Ele subdividi-se em outros 4 subsistemas, que são: o sistema de controle; o sistema de referência; o sistema de sensores e o sistema de UPS's.

- **O sistema de propulsão:** é o responsável por opor-se as forças naturais do meio ambiente, fazendo com que a embarcação mantenha-se sobre as especificações pré-estabelecidas pelo operador. Ele é composto por: *Thrusters (bow and Stern)* e máquinas principais.
- **O sistema de geração e gerenciamento de energia:** é o sistema responsável por fornecer toda a energia elétrica necessária para todos os equipamentos do sistema *DP*. É composto por: motores; geradores e gerenciadores.

De um modo geral o sistema de posicionamento dinâmico:

1. Mede o aproamento e a distância em relação ao alvo pré-estabelecido.
2. Avalia o desvio em termos das coordenadas X, Y e N.
3. Avalia a força necessária para restabelecer a posição sobre o “alvo”, dividindo a resultante em termos de X, Y e N.
4. Com base nessa avaliação, comanda o sistema de propulsão e leme para efetuar a correção necessária.

Figura 10: Movimentos e Forças de um Sistema



Fonte:Curso sistema DP - kongsberg

4.2 Forças Influentes na Manutenção do Posicionamento

A as forças da natureza que constantemente agem sobre as embarcações são:

- O vento;
- As correntezas; e
- As ondas.

Essas forças são responsáveis pelos seis graus de liberdade mencionados anteriormente.

4.3 Controles do Aproamento e da Posição

Sabe-se que constantemente, no decorrer das operações *offshore*, as embarcações estão sujeitas as forças da natureza, que acabam por alterar a posição e o aproamento ideais para as realizações das operações. Essas atividades necessitam de uma precisão muito elevada para que tudo seja feito com segurança, e na medida do possível, com a máxima velocidade. Sendo assim, uma solução muito usada nos dias de hoje para o controle e manutenção desses pontos vitais é o sistema *DP* (como já mencionado anteriormente) que é o responsável por fazer os ajustes necessários de acordo com as ordens do operador.

Para a medição do aproamento da embarcação o sistema usa-se de equipamentos, como por exemplo, nesse caso, a agulha giroscópica, e para a determinação da posição os sistemas de referência. Todas essas informações são de fundamental importância para que as ordens dadas para os impelidores (*thrusters*) sejam extremamente precisas, obtendo-se assim a potência e azimute ideais para a manutenção da posição e do aproamento do navio.

A análise das diversas variáveis existentes no processo é realizada por um computador (sistema de controle) e enviada para os impelidores e propulsores do navio.

Todo esse processamento funciona baseado em um modelo matemático. Os algoritmos de controle trabalham com um modelo matemático gerado a partir das características aéreas e hidrodinâmicas da embarcação, específica, tomando como base também seu peso, comprimento, formato, volume, calado entre outras especificações.

Para que as medidas necessárias sejam tomadas, a utilização do sistema de potência é de fundamental importância, pois é ele quem fornecerá a energia para ativar os propulsores. Nesse sistema destacam-se os motores diesel elétricos e diesel (propulsor principal).

4.3.1 Elementos do Sistema DP

Os elementos desse sistema podem ser divididos em:

- Sistema de referência (DGPS, *taut wire*, sistema acústico, sistema laser);
- Computador;
- VRU;
- Anemômetro;
- Agulha giroscópica;
- UPS.

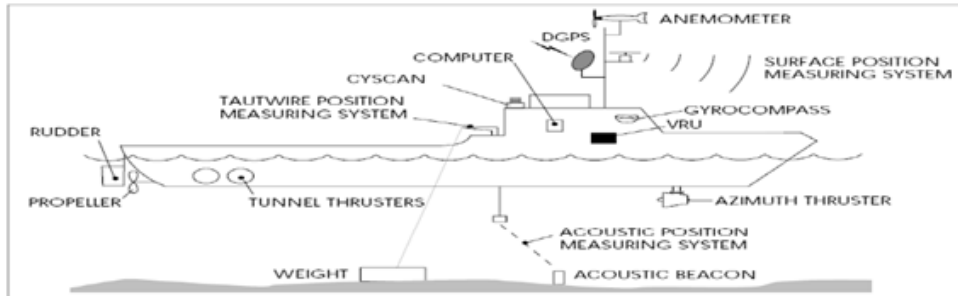
4.3.2 Composição do Sistema DP

A composição desse sistema envolve alguns subsistemas, que são:

- Operação;
- Processo;
- Energia;
- Unidades de Referência;
- Sensores;
- Thrusters; e

- Operador.

Figura 11: Elementos do sistema *DP*



Fonte: Félix.A.S.M.(2014). Acesso: 3 Ago.

Figura 12: Interface de Operação



Fonte:<http://tecnologiamaritima.blogspot.com.br/2012/07/posicionamento-dinamico-parte-3.html>. Acesso: 3 Ago.

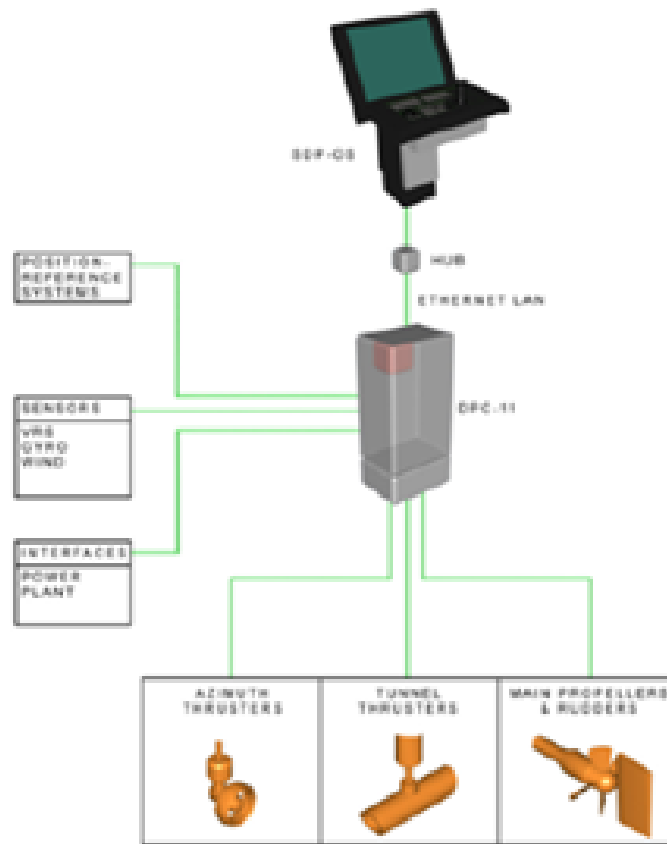
4.4 As Classes do DP

O sistema *DP* é composto por equipamentos e sistemas interligados, com a finalidade de se atender aos requisitos de cada operação realizada por determinada embarcação, visando oferecer segurança, eficiência e confiabilidade inclusive contra falhas pertinentes ao próprio sistema (redundância).

O sistema de posicionamento dinâmico é dividido em três classes distintas. Essa divisão é feita mediante análise dos seus componentes, que é detalhada na resolução 645 da Organização Marítima Internacional (IMO) do guia para Navios com Sistema de Posicionamento Dinâmico, onde inclusive define-se o conceito de redundância como sendo a capacidade de um componente ou sistema manter ou restaurar suas funções. Pode-se obter essa redundância instalando-se equipamentos em duplicidade ou meios alternativos de se realizar determinada tarefa.

DP classe 1 - Essa classe é a mais simples das três. O sistema DP classe um pode perder a posição na ocorrência de ao menos uma falha. Normalmente são instalados em embarcações “*supply*” e em embarcações cuja perda de posição não colocará, necessariamente, vidas humanas em risco e nem acarretará em danos ambientais.

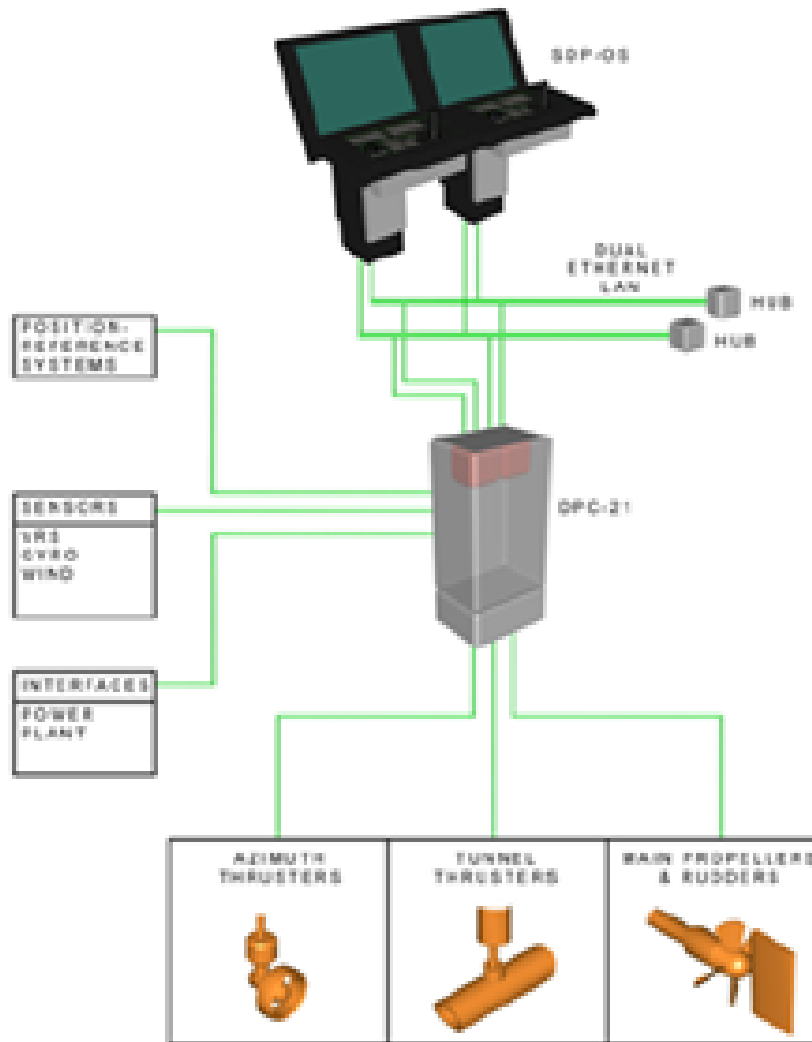
Figura 13: Diagrama de Blocos DP Classe 1



Fonte: Curso DP Básico da Kongsberg 2007.

DP classe 2 - Nessa classe, ao contrário da anterior, não existe a possibilidade de se perder a posição por uma *single failure*⁴ em nenhum componente ou sistema ativo. O sistema terá duas estações de controle (redundância) para garantir a segurança e evitar danos à vida e ao meio ambiente.

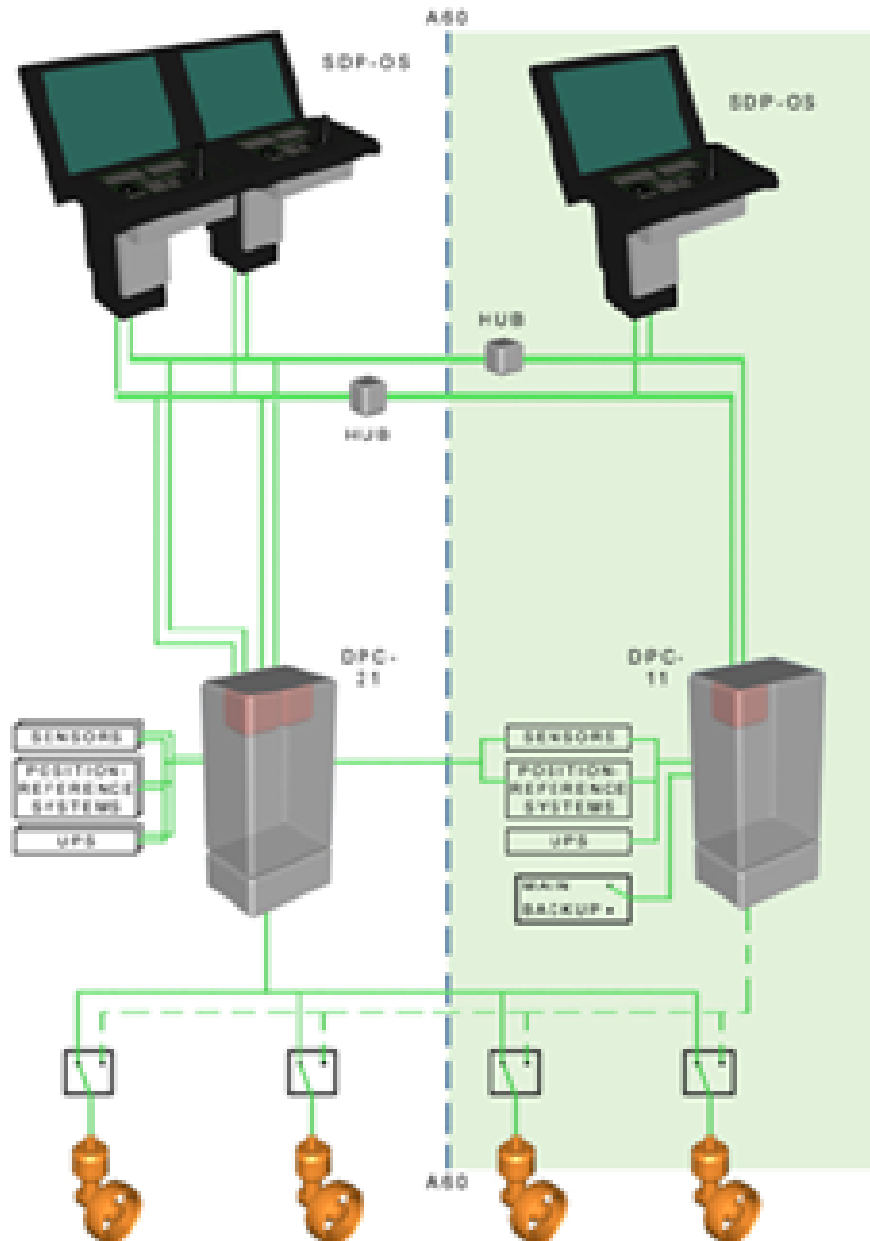
⁴Única Falha

Figura 14: Diagrama de blocos *DP* classe 2

Fonte: Curso *DP* Básico da Kongsberg 2007.

***DP* classe 3** - O sistema possui as mesmas características do *DP* classe dois, porém, com a exigência de ter uma 3ª estação de controle instalada em um local separado das outras estações “padrão” trancado por portas A60 em um compartimento totalmente estanque à água e resistente ao fogo. Esse tipo de embarcação tem a vantagem de manter o sistema ativo mesmo que um dos locais de controle deixe de funcionar devido a uma pane, um incêndio, ou outro tipo de acidente. Navios sonda e outras embarcações em que o risco de acidentes possa por em risco a vida humana ou causar grandes danos ambientais, são construídos com *DP* classe 3.

Figura 15: Diagrama de blocos DP classe 3



Fonte: Curso DP Básico da Kongsberg 2007.

5 AS OPERAÇÕES OFFSHORE E O SISTEMA DP

A indústria *offshore* tem sido de grande importância para o desenvolvimento econômico nacional e a autossuficiência estatal. Com o crescimento cada vez maior dessa indústria e a descoberta de poços de petróleo cada vez mais distantes da costa e em lâminas d'água cada vez maiores, as necessidades têm se tornado, etapa por etapa, mais difíceis e a tecnologia exigida muito mais apurada.

Todo o desenvolvimento dessa indústria não seria possível se a segurança, eficiência e velocidade nas atividades não tivessem sido objetivos de cada participante dessa área. As operações de apoio marítimo estão cada vez mais exigentes quando se fala de tecnologia e precisão, as embarcações utilizadas nessas atividades estão dotadas dos mais diversos recursos, tanto dos de telecomunicações como também de propulsão e geração de energia a bordo.

Toda essa tecnologia envolvida tem levado a prospecção e a exploração de petróleo a níveis elevadíssimos de produção, tornando essa indústria cada vez maior e também cada vez mais influente na área político-econômica mundial.

Dentre os mais diversos desenvolvimentos obtidos através das necessidades de produção, observa-se o sistema de posicionamento dinâmico, que viabilizou outros métodos de exploração e elevou sobre maneira a eficiência e a segurança nas operações. Devido a suas vantagens ele pode ser encontrado, com toda certeza, na grande maioria das embarcações de apoio marítimo da frota mundial.

Dentre as mais diversas operações do meio *offshore* onde o sistema *DP* é muito utilizado, pode-se citar: Perfuração e produção de petróleo, apoio nas operações de mergulho, apoio nas operações com veículos remotamente operados (*Remote Operated Vehicle*), suprimento de plataforma - (*Platform Supply Vessel*- embarcações *PSV's*), manuseio de âncoras - (*Anchor Handling Towing and Supply*), lançamento de linhas (tubulações rígidas e flexíveis), Navios petrolíferos aliviadores, navios de passageiros, posicionamento de plataforma de lançamento de foguetes, embarcações militares entre outras.

O sistema *DP* não é utilizado somente nas embarcações de apoio marítimo, mas também, em inúmeras unidades *MODU*, como por exemplo pode-se encontrar unidades *FPSO's*, semisubmersíveis e *drillships*⁵ que funcionam com o que há de mais avançado desse sistema. Nessas unidades usa-se a classe 3 do sistema de posição dinâmica.

⁵*Drillships*: navio sonda.

Figura 16: Panorama de Operações do Sistema DP



Fonte: Félix.A.S.M.(2014).

5.1 Operações de *Offloading*

A operação de *offloading* é de fundamental importância para todo o sistema *offshore*, pois permite com que o transporte do petróleo ocorra mesmo em regiões onde a utilização de linhas submersas seja inviável, tanto na questão econômica quanto na de logística.

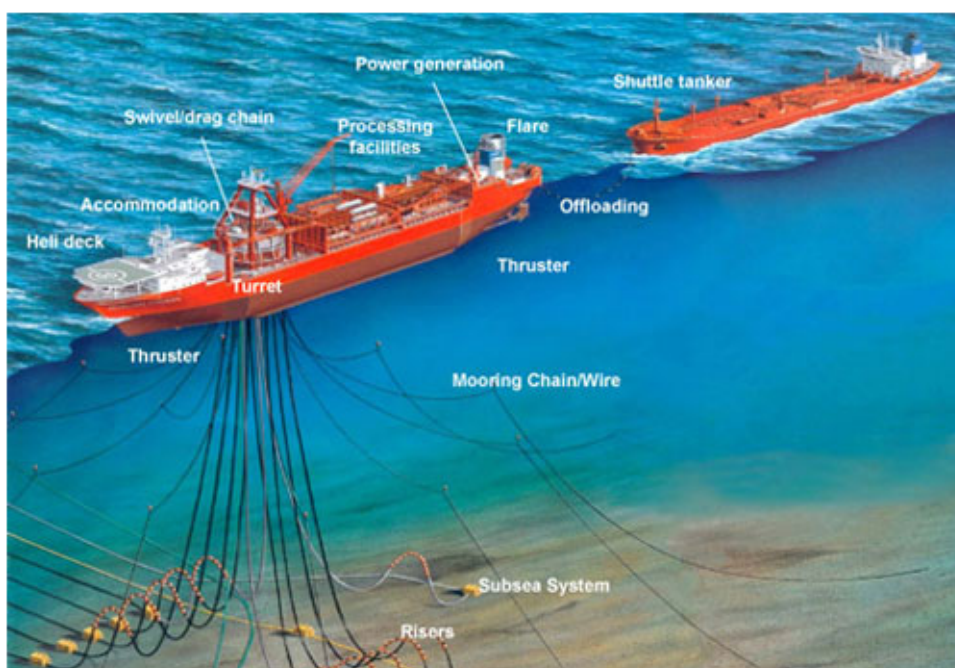
Analisando o escoamento do petróleo em território brasileiro, pode-se constatar que uma grande parte do óleo é transportada através das operações de *offloading* (de alívio).

Esse tipo de operação baseia-se na transferência de petróleo ou de gás natural armazenado nas FPSO's ou FSO's para navios aliviadores, também chamados de *shuttle tankers*.

Para que essa operação seja feita com sucesso muitos detalhes devem ser levados em conta e a tecnologia utilizada, assim como a tripulação envolvida, devem ser do maior grau de precisão e eficiência.

Sendo o *offloading* considerado uma das operações mais usadas na área *offshore*, e também uma das mais arriscadas, tanto na questão de riscos a vida humana como da poluição ambiental, há de se esperar que cada vez mais tecnologia seja implementada nela. No tocante ao desenvolvimento da indústria de exploração de petróleo, pode-se ver claramente o cuidado com o qual essa operação é submetida. Dentro disso pode-se citar algumas novas técnicas e tecnologias implementadas nessa atividade, no ambiente *offshore* atual, como por exemplo: a utilização do sistema *DP* e do BLS (Bow Loading System) nos navio aliviadores que trouxeram muita mais segurança a todo o processo de transferência de óleo.

Figura 17: Operação de *Offloading*



Fonte: <http://www.zoombd24.com/fpsos-are-offshore-production-facilities-effective-for-both-deepwater-and-ultra-deepwater-fields/>

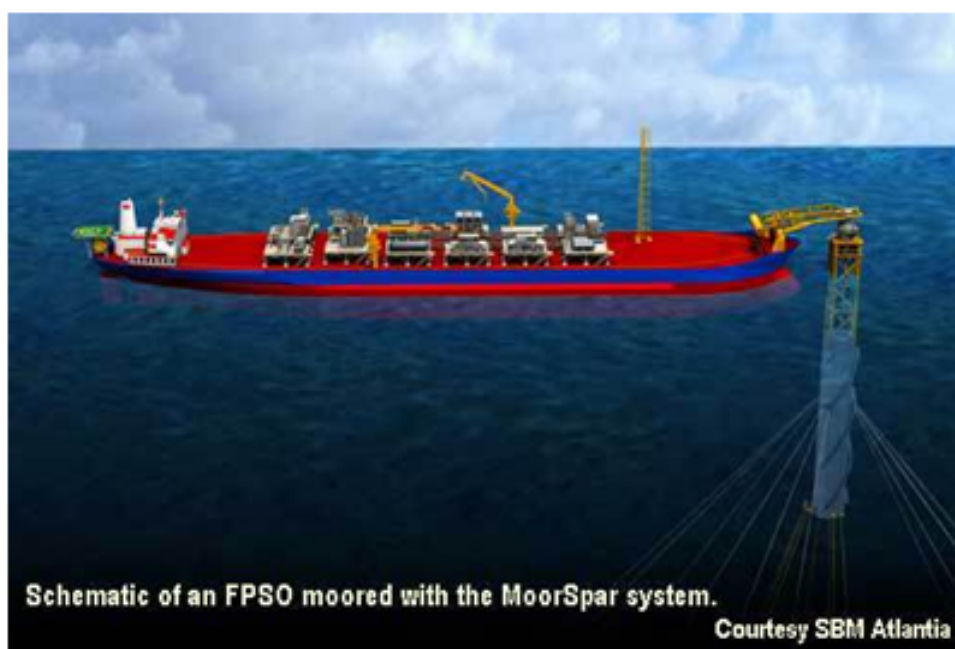
As duas unidades dessa operação, tanto a FPSO (Floating Production Storage and Offloading) quanto o navio aliviador, podem ser dotados do sistema *DP* (apesar das vantagens do sistema *DP*, no sistema *offshore*, as FPSO's são comumente dotadas de sistema de ancoragem). Quando não possuem esse sistema, as FPSO's mantêm sua posição através de um sistema de ancoragem que as fixam ao fundo marinho. No entanto, as descobertas de novos campos de petróleo cada vez distantes em relação à costa e com lâminas d'água cada vez mais profundas tornam a utilização das âncoras menos produtivo quando se fala em níveis econômicos e de logística. Já os navios aliviadores, quando não possuem o posicionamento dinâmico, necessitam que um rebocador de grande porte, como um AHTS (Anchor Handling Tug Supply), por exemplo, segure a sua popa para que ele não perca sua posição ocasionando acidentes.

Quando as FPSO's são ancoradas, alguns elevados gastos com o manuseio dessas

âncoras fazem-se necessários. Sendo assim, toda vez que a plataforma tem que ser movimentada devido a alguma necessidade, seja ela de mudança de poço ou mesmo para docagem, deve-se utilizar AHTS's para ter que realizar essa operação, conhecida como DMA (Desancoragem, Movimentação e Ancoragem). Pode-se observar que além dos gastos com os contratos de rebocadores, a plataforma ancorada torna-se muito dependente de outros meios para que possa completar suas tarefas, perdendo assim a sua autossuficiência.

Quando se fala de navios aliviadores, sua operação também diferenciará bastante, se for ele *DP* ou não. Se o aliviador possuir o sistema de posicionamento dinâmico, ele será capaz de se aproximar da plataforma e manter a sua posição sem qualquer auxílio externo, sendo muitas vezes, no máximo, contratado algum rebocador, não necessariamente de grande *bollard pull*⁶, uma embarcação LH⁷ LH Line Handling (Embarcação de manuseio de Linha), *e.g.*, para ficar de stand by caso alguma necessidade extraordinária ocorra. Já os que não possuem o sistema *DP*, serão totalmente dependentes de um grande rebocador, com um elevado *bollard pull*, *e.g.*, um AHTS, para que ele possa realizar a operação de *offloading* com segurança, não colocando em risco o meio ambiente e nem a vida humana.

Figura 18: FPSO com Sistema de Ancoragem



Fonte: <https://petrogasnews.wordpress.com/2011/03/06/tipos-de-plataformas-de-petroleo/>

As operações de alívio são realizadas seguindo algumas etapas indispensáveis para a segurança. Ela é feita da seguinte maneira:

1. As duas unidades se alinham, realizando um procedimento conhecido como *in tandem*, onde sempre alinhar-se-á a popa da FPSO com a proa do navio aliviador, obedecendo a uma distância de aproximadamente 150 metros.

⁶ *Bollard Pull* é a capacidade de reboque

⁷ Manuseio de espas

2. Terminado o primeiro passo, faz-se a manobra de amarração de um ao outro utilizando cabos guias. Normalmente essa etapa é realizada durante o dia, em boa visibilidade e em condições de clima favorável, no entanto não há proibições com relação a sua realização durante a noite.
3. A conexão do mangote pode ser realizada de duas maneiras distintas, dependendo do sistema de conexão do navio aliviador, contudo o mangote sempre será passado da popa da FPSO para *shutter tanker*, independente de qual método for usado. O mangote poderá ser conectado à proa do aliviador, se este for dotado do BLS (Bow Loading System) ou então ser conectado no través do aliviador nos conectores do *manifold*.
4. Faz-se o bombeamento do óleo uma embarcação para outra com o auxílio de bombas submersas no interior de cada tanque ou localizadas na sala de bombas presente na praça de máquina. Em geral, utiliza-se de duas a três bombas acionadas por motor diesel.
5. Durante toda a operação há tripulantes específicos em áreas pré-determinadas que ficam monitorando todo o processo, para evitar possíveis problemas.
6. Ao termino da operação, que leva em torno de 20 a 36 horas de duração, o mangote é desconectado, lavado e guardado; desconecta-se também os cabos da manobra de amarração e o aliviador segue rumo aos terminas.

Concernente às normas para a operação de segurar a popa do navio aliviador pode-se dizer que:

- Depois da conexão entre o rebocador e o petroleiro, o afastamento do rebocador segue ordem única e exclusivamente do mooring master (profissional responsável pela manobra e que localiza-se abordo do petroleiro durante a operação);
- Quando o petroleiro está em DP, o rebocador fica apenas nas proximidades (em stand by);
- É extremamente proibido ir ao convés após a conexão do cabo de trabalho;
- A realização na manobra dura, em condições normais, 3 horas;
- A potência e o aproamento do rebocador, depois da conexão, são de acordo com as ordens do mooring master;
- O cabo de trabalho (do rebocador) deve estar sobtensão quando em operação e totalmente solecado durante a conexão e a desconexão (tensão zero no sensor); e
- Durante a operação é proibido qualquer outra operação ou manutenção em paralelo no convés da embarcação segurando a popa, principalmente trânsito de tripulantes.

5.2 Operações de Exploração de Petróleo com Plataformas em DP

A busca cada vez mais incessante por novas jazidas de petróleo fez com que novas tecnologias fossem surgindo e a indústria se tornasse cada vez mais desenvolvida. Novas técnicas de prospecção de petróleo foram sendo desenvolvidas e aperfeiçoadas e conseqüentemente, novos poços foram sendo descobertos. Novas etapas foram aparecendo na indústria offshore, e com elas muitos mais desafios.

No início, os desafios para a perfuração das jazidas limitavam-se as explorações que eram realizadas *onshore* (em terra) e, quando *offshore* (no mar), em águas rasas. Com a passar dos anos, as novas tecnologias e as novas descobertas foram levando as explorações para regiões cada vez mais distantes de terra e em lâminas d'água cada vez mais profundas.

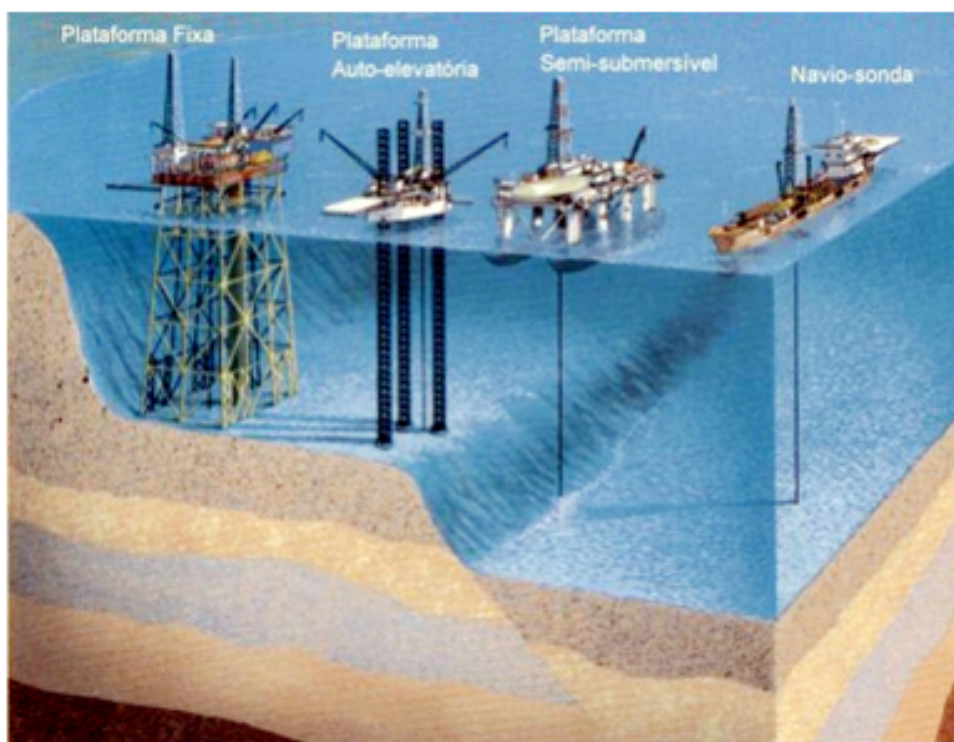
Essa nova etapa foi requerendo cada vez mais das tecnologias usadas e de seus respectivos operadores, que por sua vez foram tendo que ser cada vez mais especializados nas mais diversas áreas referentes a essa indústria, para que fossem capazes de responder a altura dos novos desafios que foram surgindo.

Precisão, velocidade e, principalmente, segurança, com toda certeza tem sido um trinômio levado muito a sério pelas empresas da área, e que vem sendo fundamental para que os lucros sejam obtidos e os custos sejam cada vez menores.

Grande responsável pelo processo, e parte essencial para a obtenção do tão desejado "ouro negro" são as plataformas de petróleo. Essas por sua vez são os equipamentos que tornam o homem, que antes somente era conhecedor da região do poço, no detentor do que ele pode oferecer.

Dentre as plataformas de petróleo, podem ser citadas vários tipos, como por exemplo, as FPSO's, navios sonda, semissubmersíveis, plataformas fixas e outras mais.

Figura 19: Modelos de Plataformas



Fonte: <http://www.isiengenharia.com.br/espaco-do-engenheiro/curiosidades/o-mundo-das-plataformas-de-petroleo-2>

Dentre todos os diferentes modelos encontrados na indústria *offshore*, algumas plataformas são usadas somente para a obtenção e produção do petróleo, como é o caso das FPSO's. No entanto existem outras como as semissubmersíveis e os navios sonda que podem ser tanto capazes de realizar a produção do petróleo, como a de perfuração de poços.

Com o passar do tempo de exploração, alguns problemas com a logística das operações foram aparecendo e novas medidas precisaram ser tomadas.

Era comum que plataformas como as FPSO's e as semissubmersíveis fossem dotadas do sistema de ancoragem (sistema esse responsável por manter a unidade em sua posição desejada e ainda muito utilizada nos anos atuais) que as prendiam ao solo marinho utilizando âncoras específicas. Assim sendo, os riscos de perder a posição e conseqüentemente o poço eram minimizados.

No entanto, problemas como espaço e profundidade foram surgindo. Os problemas de espaço eram relacionados à quantidade de terreno que era necessário para fazer a devida ancoragem da unidade e os oleodutos submarinos que ligavam as unidades a terra. Essas necessidades congestionaram as regiões do solo marinho nas proximidades do poço, que por conseqüência tornavam essas manobras cada vez mais arriscadas e perigosas.

Além do problema com o congestionamento, observa-se também o com relação à profundidade. As novas descobertas levaram a exploração a regiões com lâminas d'água que podem superar os 2 mil metros de espessura, gerando assim uma grande dificuldade para o sistema

de ancoragem usado nessas unidades.

Uma saída encontrada para esses problemas é a utilização do sistema de posicionamento dinâmico, que foi e continua sendo uma solução excelente. Caso a sonda perda de sua posição original, o sistema de controle aciona propulsores (*thrusters*) de uma maneira tal que a sonda é reposicionada em seu *set-point*. Esse sistema é, conseqüentemente, considerado de fundamental importância para que a indústria de exploração do leito marinho continue crescente. Ele, como já mencionado anteriormente, torna a unidade capaz de manter sua posição no mar, não precisa usar espaço físico submerso para ancoragem e pode ser usado em profundidades onde a utilização de âncoras além de gerar um problema de logística, também se torna um grande problema econômico, gerando gastos excessivos e elevados.

Figura 20: *Drill Ship* Dotado de um Sistema DP



Fonte: <http://www.noticiasdotrecho.com.br/2014/03/ultimas-noticias-encomendas-da.html>

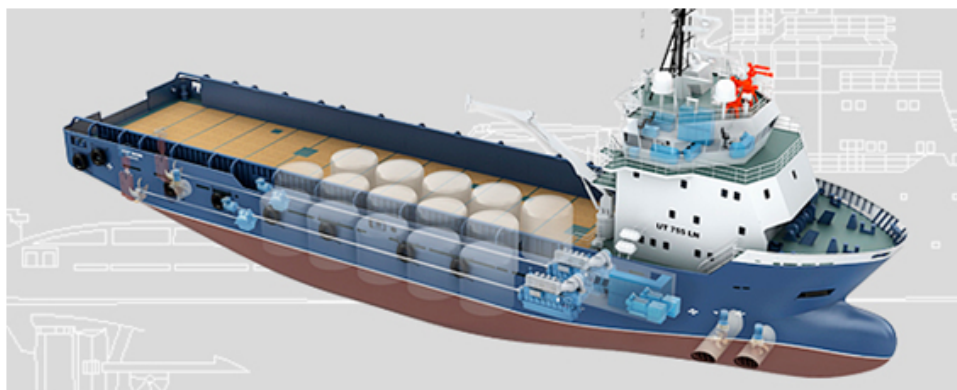
5.3 Operações com Embarcações PSV (*Plataform Supply Vessel*)

Em uma plataforma de petróleo, existem muitas pessoas trabalhando diuturnamente para que a exploração não seja interrompida e não haja perdas. Nessa situação pode-se concluir que existe uma grande necessidade que os materiais, tanto os usados especificamente para a exploração como, *e.g.*, cimento e baritina como também aqueles consumidos diariamente pelos tripulantes como, alimentos, água, papéis e muito mais sejam repostos frequentemente.

Um responsável fundamental, e de importância vital para a contínua operação de uma plataforma são as embarcações PSV's, que continuamente apoiam essas unidades nas suas

mais variadas necessidades. Essas embarcações possuem um convés bem amplo voltado para o transporte de carga geral e suprimentos, além de também possuírem silos para o transporte de graneis sólidos e tanques para o de líquidos. São navios de loa (distância de proa a popa) entre 60 e 100 metros e propulsão diesel-elétrica ou somente diesel, podem ser operadas manualmente ou através do sistema de posicionamento dinâmico.

Figura 21: Imagem de um PSV



Fonte:<http://www.ship-technology.com/news/newsrolls-royce-to-design-pair-of-supply-vessels-for-island-offshore>

O fornecimento dos materiais do PSV para a plataforma é realizado mediante uma operação de muito risco, conhecida como operação de aproximação. Essa operação é realizada com muita cautela e utilizando os mais sofisticados equipamentos de bordo. A aproximação da embarcação da plataforma pode ser feita manualmente pelo oficial de serviço responsável pela manobra ou então mediante o uso do sistema de posicionamento dinâmico, que fornece muito mais segurança a todo o processo.

Para que a operação seja realizada, diversas variáveis devem ser consideradas, como, por exemplo, a intensidade e a direção do vento e da corrente e a altura das ondas. Mais sucintamente, avalia-se o estado presente do mar na escala Beaufort (escala que se baseia na velocidade dos ventos). Dependendo do estado do mar, a realização dessa operação poderá ser representar riscos elevados mais agravados ou não, porém sempre há a existência de altos riscos, mesmo em mar tranquilo.

O sistema de posicionamento dinâmico instalado nessas embarcações proporciona muito mais segurança, eficiência e inclusive a possibilidade da realização da operação em estados de mar onde seria inviável se a embarcação fosse controlada manualmente, o que acarretaria em atrasos e despesas extras.

A necessidade de uma embarcação com as mais sofisticadas tecnologias da indústria para essa função é imprescindível pelos riscos que ela oferece, não somente pelas perdas financeiras, mas principalmente para o meio ambiente e para os tripulantes.

As manobras realizadas nas proximidades das plataformas precisam ser extremamente precisas e a manutenção da posição, principalmente no momento da transferência das cargas, exata. Necessidade essa que é bem atendida, se respeitado os limites de segurança, pelo

sistema *DP*.

Mesmo com as novas tecnologias presentes, acidentes ainda acontecem nessas operações, ocasionando perdas irreparáveis. Por isso, altos investimentos em especialização e desenvolvimento são constantes nessa área, que apesar de não eliminar, por inteiro, os riscos, os tem diminuído consideravelmente.

Figura 22: Operação de Transferência de Carga entre PSV e Plataforma



Fonte:<http://www.emresumo.com.br>

5.4 Lançamentos de *Risers*(Linhas)

Os lançamentos de risers são realizados por embarcações específicas conhecidas por PLSV (Pipe Layng Support Vessel). Esses navios são muito resistentes ao mal tempo e capazes de atuar em qualquer área do mundo. Todos esses navios, chamados de embarcações de lançamento de linha, são dotadas do sistema de posicionamento dinâmico, e seus parâmetros mínimos de aceitação contratual na indústria offshore no Brasil os qualificam para trabalhar em ventos de até 30 nós, corrente de até 1 nó e com ondas de até 4 metros (em *DP*).

Figura 23: PLSV *Seven Navica* da empresa subsea 7



Fonte:[http :](http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prodacademic/relatorios/2013/Yuri+FelipeB/relat1/Relatorio.htm)

[//www.oceanica.ufrj.br/deno/prodacademic/relatorios/2013/Yuri+FelipeB/relat1/Relatorio.htm](http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prodacademic/relatorios/2013/Yuri+FelipeB/relat1/Relatorio.htm)

Esse tipo de navio possui uma grande versatilidade operacional. Segue-se na tabela abaixo algumas de suas principais atividades:

Tabela 1: Variedades de operações realizadas pelo PLSV

1	Instalação de linhas rígidas
2	Instalação de linhas flexíveis
3	Instalação de umbilicais
4	Inspeção das linhas instaladas utilizando ROV
5	Construção da linha pela conexão dos dutos por solda
6	Inspeção da soldagem feita a bordo por ultrassom
7	Reparo da linha enrolada em carretel na estação de solda
8	Instalação de flutuadores nas linhas a serem lançadas, dependendo da
9	Monitoramento constante das operações submarinas pelos ROVs
10	Pull in
11	Pull out

Fonte:

http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2013/Yuri+FelipeB/relat1/Relatorio.htm

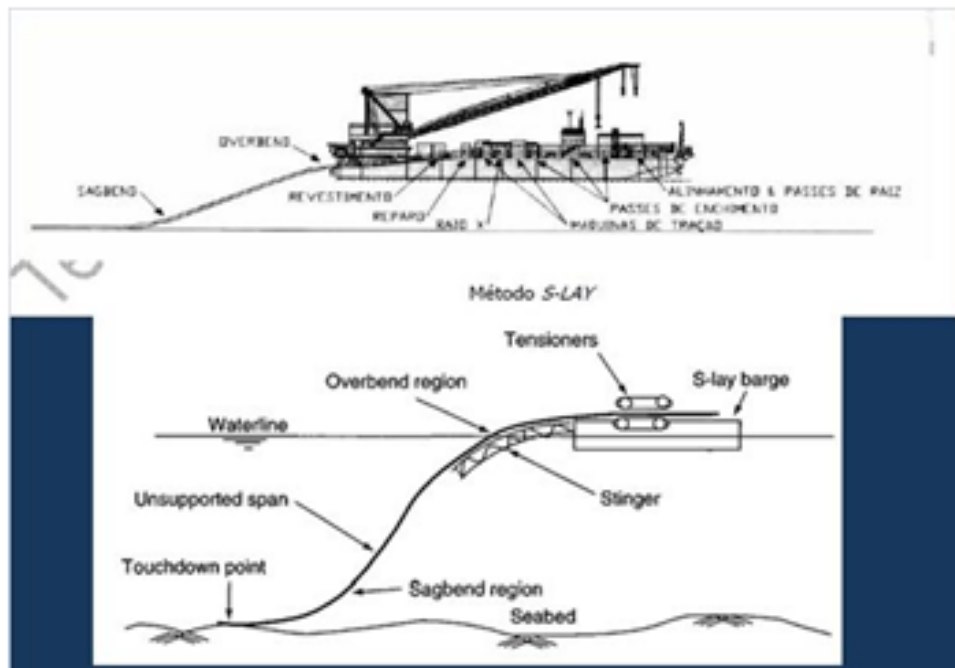
Os PLSV's possuem propulsão diesel-elétrica e são aptos para transportar e instalar cargas muito caras, específicas e fundamentais da indústria *offshore* como, por exemplo: *risers* rígidos, flexíveis e multifunções e umbilicais.

Existem diferentes métodos de instalações dessas tubulações, seus principais são:

5.4.1 Método S-Lay

Nesse tipo de lançamento, os dutos são lançados pela popa da embarcação e a construção da linha faz-se durante o lançamento, no próprio navio, aumentando assim o tempo de operação.

Figura 24: Método S-Lay



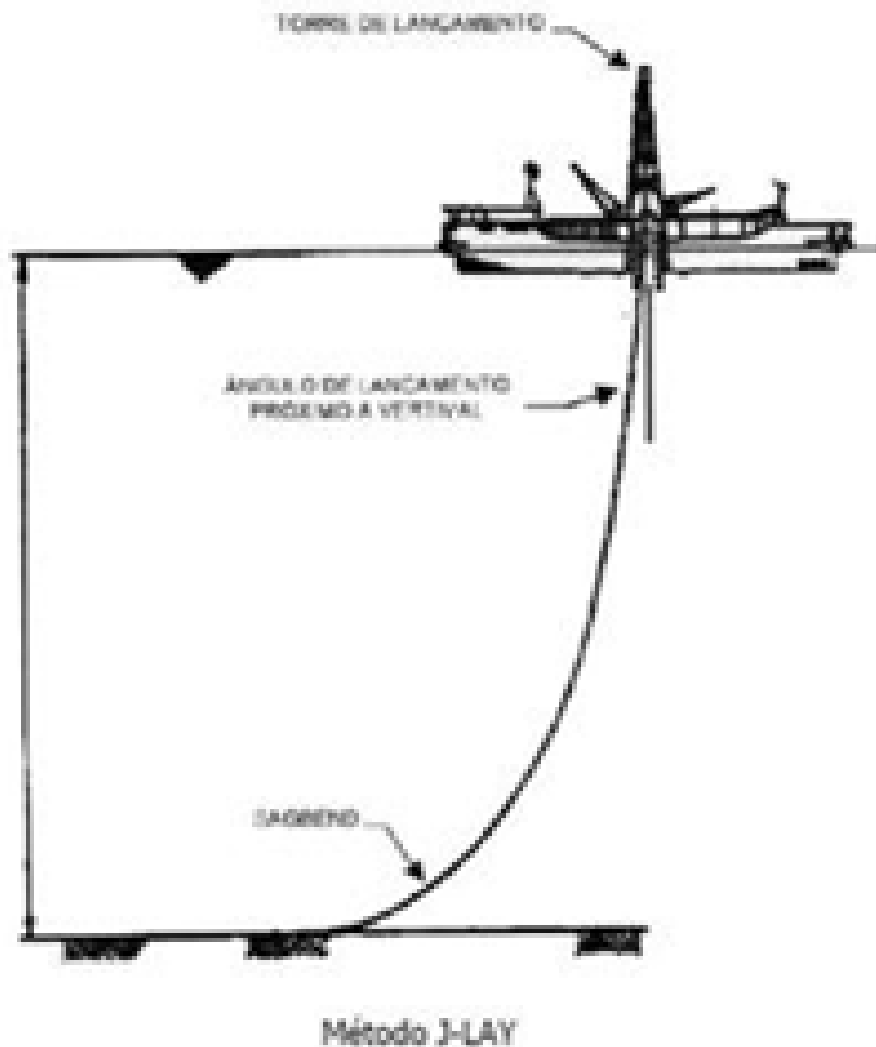
Fonte:

<http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prodacademic/relatorios/2013/Yuri+FelipeB/relat1/Relatorio.htm>

5.4.2 Método J-Lay

É muito utilizado em águas profundas, e o lançamento do duto é feito verticalmente, podendo ser realizado pela lateral da embarcação ou então pelo *moonpool* pertencente a ela. Devido à soldagem da tubulação ser feita na vertical, é considerado como o método mais demorado.

Figura 25: Método J-Lay



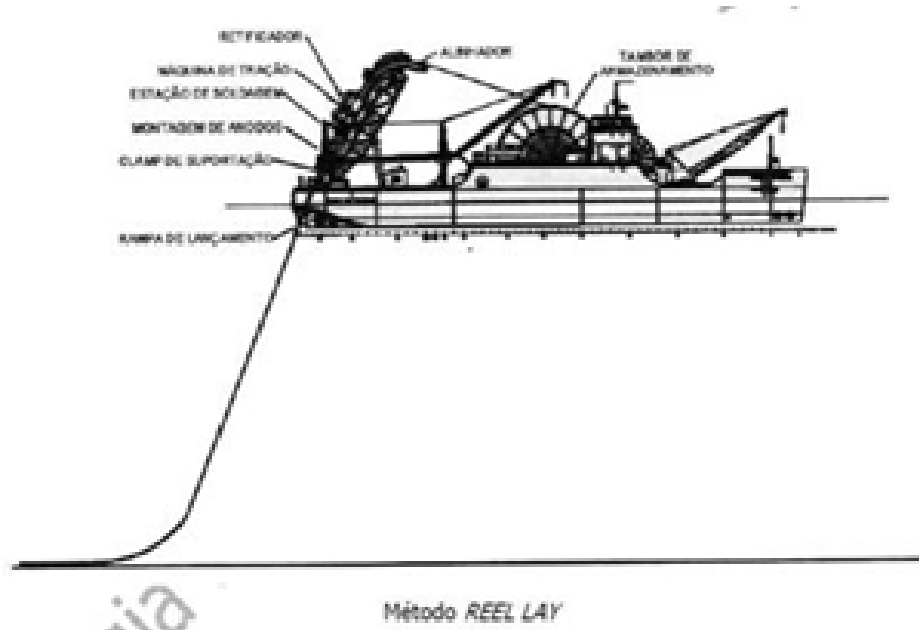
Fonte: [http :](http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2013/Yuri+FelipeB/relat1/Relatorio.htm)

[//www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2013/Yuri+FelipeB/relat1/Relatorio.htm](http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2013/Yuri+FelipeB/relat1/Relatorio.htm)

5.4.3 Método Reel-Lay

Nesse tipo de lançamento, não há a necessidade de se fazer soldas durante a operação, pois os dutos já vêm soldados de terra enrolados em enormes carretéis, e são lançados continuamente pela torre de lançamento. Isso faz com que esse método seja o mais econômico e também o mais veloz.

Figura 26: Método Reel-Lay



Fonte:

http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2013/Yuri+FelipeB/relat1/Relatorio.htm

Para a realização dessas operações com a segurança e a precisão requerida pela indústria, a utilização de um sistema para a manutenção constante da posição dessa embarcação é de fundamental importância, haja vista a precisão que elas requerem. Devido a isso, a utilização do sistema de posicionamento dinâmico não é facultativo e sim obrigatório. Qualquer perda de posição ou de azimute poderá acarretar em rompimento da linha e conseqüentemente, grandes atrasos e custos extras as operações.

Atualmente, devido ao risco das operações, o *DP* utilizado é o classe 2, para que a perda de posição não deva ocorrer devido a uma única falha de qualquer componente do sistema, sejam geradores, impelidores ou motores.

6 CONCLUSÃO

Partindo da análise das necessidades que foram surgindo nas explorações dos campos *offshore*, pode-se concluir que fatores, como por exemplo, a escassez de poços mais próximos da costa, os cada vez mais desenvolvidos métodos de prospecção de petróleo, e a cada vez mais intensa demanda mundial de petróleo levaram a indústria para regiões muito mais complexas de se operar, e que requerem uma logística muito mais precisa e investimentos financeiros muito mais elevados do que aqueles necessários *onshore*.

A complexidade da indústria não só elevou-se na parte administrativa, mas também, e principalmente, na parte operativa. As embarcações de apoio e as unidades de perfuração, exploração e produção começaram a ser dotadas de tecnologias cada vez mais sofisticadas e nunca antes utilizadas em nenhuma outra área, para serem capazes de operar no nível de dificuldade requerido.

Uma das tecnologias, que tem sido fundamental para o contínuo crescimento, é o sistema de posicionamento dinâmico. Como já antes mencionado neste trabalho, as novas medidas adotadas pela indústria objetivaram o aumento da segurança, da precisão e da velocidade das operações *offshore*, e o sistema *DP* elevou sobremaneira esse trinômio tão crucial para o desenvolvimento da indústria em geral, diminuindo os riscos à vida humana e ao meio ambiente e elevando os lucros empresariais.

Com esse trabalho, chega-se a conclusão que para a realização das operações *offshore* com o nível de acurácia requerido, e para que seja evitado todo e qualquer tipo de erros e despesas extraordinárias, o sistema de posicionamento dinâmico tem se mostrado essencial.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES, R. **O Mundo das Plataformas de Petróleo**. Disponível em < <http://www.isiengeharia.com.br/espaco-do-engenheiro/curiosidades/o-mundo-das-plataformas-de-petroleo-2> >. Acesso em: 01 ago, 2015.

Anos 70: Aprendizado e Consolidação do Setor no Brasil. Ed. Especial. 231. Out, 2001. Disponível em: < <http://www.petroquimica.com.br/edicoes/ed231/ed231a.html> >. Acesso em: 01 ago, 2015.

FÉLIX, S.M.A. **Sistema de Posicionamento Dinâmico: O Surgimento, Desenvolvimento, Benefícios, Problemas e Operacionalidade**. Rio de Janeiro, Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, 2014.

How Does Dynamic Positioning Work?. EUA. Disponível em: < http://www.rigzone.com/training/insight.asp?insight_id=342&c_id=20 > Acesso em: 01 ago, 2015.

MACHADO, S.M. **Introdução ao Apoio Marítimo**. Rio de Janeiro: Abril, 2002.

Marine Dynamic Positioning System (DPS). EUA: out, 2013. Disponível em: < <http://www.moxa.com/application/Dynamic-Positioning-System.htm> >. Acesso em: 01 ago, 2015.

MARQUES, F. **Posicionamento Dinâmico**. Portal Marítimo: 16 de março de 2011. Disponível em: < <http://portalmaritimo.com/2011/03/16/posicionamento-dinamico/> >. Acesso em: 01 ago, 2015.

MORAIS, M.J. **Petróleo em Águas Profundas: Uma História Tecnológica da PETROBRAS na Exploração e Produção Offshore**. Brasília: Livro PETROBRAS, 2013.

OCEÂNICA UFRJ, 2012. Disponível em: < http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2012/Alexandre_e_Carolina/relat1/Frame_Relat1.htm >. Acesso em: 01 ago, 2015.

O que é Posicionamento Dinâmico?. Potencial Marítimo: 02 fev, 2014. Disponível em: < <http://www.potencialmaritimo.com.br/2014/02/introducao-ao-posicionamento-dinamico-dp.html> >. Acesso em: 01 ago, 2015.

RAPPINI, S.G. **Noções Práticas de Segurança Operacional com Sondas de Posicionamento Dinâmico**. Livro PETROBRAS, maio 2003.

SILVA, R.A.S. **Evolução da Navegação com o Sistema de Posicionamento Dinâmico**. Rio de Janeiro, Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, 2012.