

## II.2 CARACTERIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE

### II.2.1 Objetivos da Atividade

A atividade do Sistema de Produção e Escoamento de Óleo e Gás do Desenvolvimento de Produção (DP) de Lula – Área de Iracema Sul está localizada no Bloco BM-S-11 da Bacia de Santos, atualmente denominado de Campo de Lula, na porção Sul da área de Iracema.

Através desse DP espera-se adquirir informações importantes da produção de todo o Polo.

O contrato de concessão da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) prevê um prazo para a fase de produção de 27 anos, contados a partir de declaração da comercialidade, podendo ser reduzido ou prorrogado.

### II.2.2 Localização das Unidades de Produção, Poços e Dutos

O DP de Lula - Área de Iracema Sul prevê a utilização de unidade de Produção do tipo *Floating Production, Storage and Offloading*, denominado **FPSO Cidade de Mangaratiba (Figura II.2.2-1)**. Esse FPSO conjugará atividades de processamento primário da produção, de estocagem e transferência de óleo para navios aliviadores, enquanto o gás será consumido pela unidade na geração de energia, reinjetado no reservatório para aumento da recuperação de líquidos (*gas lift*) e o excedente escoado via gasoduto Lula - Área de Iracema/Cabiúnas ou via gasoduto Iracema-Lula NE que já conta com licença de instalação (LI nº 890/12), expedida em 19/10/2012, retificada em 07/12/2012.



**Figura II.2.2-1** - FPSO Cidade de Mangaratiba.

Fonte: PETROBRAS.

### II.2.2.1 Localização das Unidades de Produção, Poços e Dutos

A Área de Iracema no Campo de Lula, na qual será implantado o DP de Lula - Área de Iracema Sul, está localizada no Bloco BM-S-11, situado na porção central da Bacia de Santos, litoral do estado do Rio de Janeiro, a cerca de 230 km da costa, em lâmina d'água em torno de 2.200 metros.

As coordenadas da Área de Iracema do Campo de Lula estão apresentadas **Tabela II.2.2.1-1** abaixo.

**Tabela II.2.2.1-1** - Coordenadas do Campo de Lula – Área de Iracema  
(Datum SIRGAS 2000).

Vértices	Latitude	Longitude	UTM - E	UTM - N
1	25°05'01,827"S	43°01'16,541"W	699563,83	7224307,32
2	25°06'54,322"S	43°01'16,540"W	699513,13	7220845,82

Vértices	Latitude	Longitude	UTM - E	UTM - N
3	25°06'54,327"S	43°02'31,539"W	697412,01	7220876,32
4	25°09'24,327"S	43°02'31,541"W	697344,95	7216260,82
5	25°09'24,317"S	43°01'54,039"W	698395,20	7216245,82
6	25°10'01,821"S	43°01'54,040"W	698378,32	7215091,82
7	25°10'01,840"S	43°00'01,537"W	701528,76	7215044,81
8	25°10'39,327"S	43°00'01,541"W	701511,51	7213891,31
9	25°10'39,323"S	42°59'24,038"W	702561,63	7213875,81
10	25°11'16,826"S	42°59'24,041"W	702544,32	7212721,81
11	25°11'16,835"S	42°58'46,539"W	703594,32	7212705,81
12	25°11'54,338"S	42°58'46,541"W	703576,95	7211551,81
13	25°11'54,311"S	42°58'09,039"W	704626,88	7211536,81
14	25°12'31,814"S	42°58'09,039"W	704609,44	7210382,81
15	25°12'31,816"S	42°56'16,537"W	707758,88	7210334,81
16	25°15'01,824"S	42°56'16,538"W	707688,00	7205718,81
17	25°15'01,836"S	42°55'39,038"W	708737,44	7205702,30
18	25°16'54,324"S	42°55'39,037"W	708684,00	7202240,80
19	25°16'54,316"S	42°55'01,539"W	709733,12	7202224,80
20	25°18'09,319"S	42°55'01,537"W	709697,30	7199916,80
21	25°18'09,334"S	42°49'24,033"W	719138,56	7199766,29
22	25°13'46,833"S	42°49'24,033"W	719269,63	7207844,29
23	25°13'46,831"S	42°48'46,532"W	720319,32	7207827,29
24	25°11'54,331"S	42°48'46,532"W	720375,63	7211289,29
25	25°11'54,332"S	42°49'24,032"W	719325,70	7211306,29
26	25°09'24,330"S	42°49'24,033"W	719400,32	7215922,30
27	25°09'24,327"S	42°50'01,534"W	718350,01	7215939,30
28	25°08'09,342"S	42°50'01,532"W	718387,14	7218246,80
29	25°08'09,329"S	42°51'16,533"W	716286,21	7218280,80
30	25°07'31,828"S	42°51'16,534"W	716304,52	7219434,80
31	25°07'31,833"S	42°51'54,035"W	715253,96	7219451,30
32	25°06'54,332"S	42°51'54,033"W	715272,27	7220605,30

Vértices	Latitude	Longitude	UTM - E	UTM - N
33	25°06'54,334"S	42°52'31,533"W	714221,64	7220621,80
34	25°06'16,833"S	42°52'31,534"W	714239,77	7221775,80
35	25°06'16,814"S	42°53'46,535"W	712138,33	7221809,30
36	25°05'39,312"S	42°53'46,535"W	712156,33	7222963,31
37	25°05'39,322"S	42°54'24,035"W	711105,52	7222979,31
38	25°05'01,836"S	42°54'24,035"W	711123,39	7224132,81
39	25°05'01,817"S	42°57'31,539"W	705868,96	7224213,81
40	25°06'16,823"S	42°57'31,538"W	705834,08	7221905,81
41	25°06'16,818"S	42°58'09,036"W	704783,46	7221921,81
42	25°06'54,321"S	42°58'09,037"W	704766,08	7220767,81
43	25°06'54,330"S	42°58'46,538"W	703715,46	7220783,31
44	25°05'58,075"S	42°58'46,537"W	703741,39	7222514,31
45	25°05'58,081"S	42°59'24,039"W	702690,64	7222529,81
46	25°05'01,826"S	42°59'24,039"W	702716,39	7224260,82
47	25°05'01,827"S	43°01'16,541"W	699563,83	7224307,32

<b>Perímetro (km)</b>	101,606
<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	342,382

\* UTM Fuso 23S

A **Figura II.2.2.1-1** traz a localização da Área de Iracema.



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

PBS4C

Rev 00  
Out/13

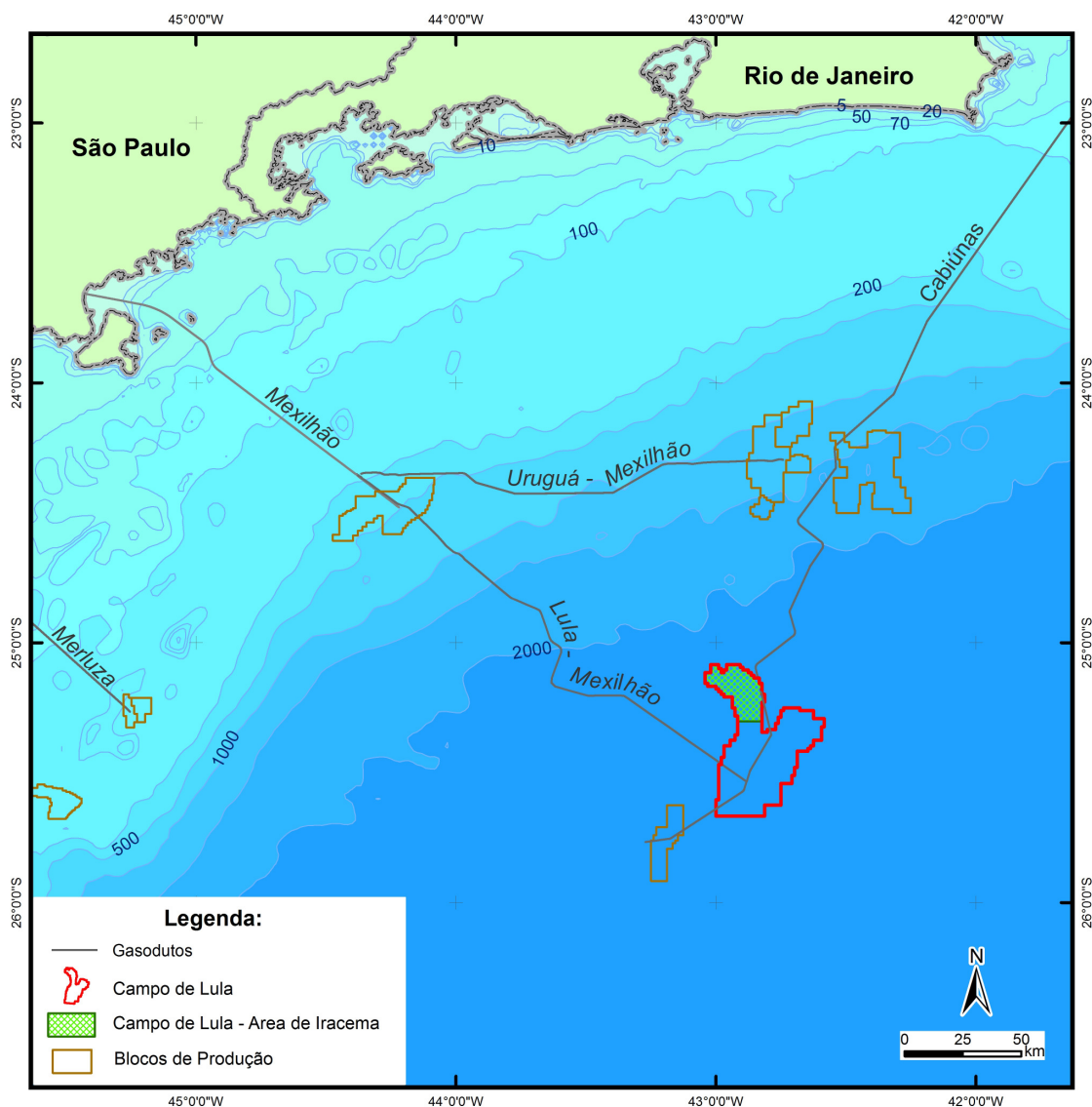


Figura II.2.2.1-1 – Localização da Área de Iracema do Campo Lula.

### II.2.2.2 Poços que serão interligados ao FPSO

O DP de Lula – Área de Iracema Sul prevê a interligação de 16 poços firmes e 4 contingentes (reservas). Dos poços firmes, 8 (oito) são produtores e 8 (oito) são poços injetores. Dos poços contingentes, 3 (três) são produtores reserva e 1 (um) poço é injetor de água ou gás .

As informações referentes a estes poços estão apresentadas na **Tabela II.2.2.2-1**.

**Tabela II.2.2.2-1 - Informações sobre os poços do DP de Lula – Área de Iracema Sul.**

IRACEMA SUL			Coordenadas (UTM SIRGAS)		LDA (m)
Poços	Tipo de Poço	Escopo	LESTE	NORTE	
RJS-647	Produtor	Firme	710.825	7.211.577	2.210
P-IR04 - RJS-676	Produtor	Firme	712.663	7.208.916	2.210
P-IR02 - RJS-681	Produtor	Firme	709.520	7.212.700	2.215
P-IR01 (7-LL-27)	Produtor	Firme	709.878	7.211.371	2.207
P-IR05	Produtor	Firme	716.737	7.211.581	2.227
P-IR07	Produtor	Firme	713.874	7.213.291	2.233
P-IR08	Produtor	Firme	714.902	7.208.024	2.221
P-IR09	Produtor	Firme	709.871	7.211.655	2.218
IW-IR01	Injetor	Firme	709.574	7.210.158	2.224
IW-IR02	Injetor	Firme	712.198	7.208.587	2.220
IW-IR03 (8-LL_24D)	Injetor	Firme	710.130	7.209.723	2.210
IW-IN06	Injetor	Firme	708.206	7.212.058	2.219
IW-IR06	Injetor	Firme	713.851	7.207.751	2.220
IW-IR07 (8-LL-23)	Injetor	Firme	714.702	7.213.298	2.230
IW-IR08	Injetor	Firme	710.527	7.213.589	2.236
IW-IR10	Injetor	Firme	714.436	7.215.307	2.235
P-IR10	Produtor	Reserva	712.935	7.214.207	2.233
P-IR11	Produtor	Reserva	716.850	7.211.169	2.218
P-IR12	Produtor	Reserva	709.175	7.212.609	2.237
IW-IR09	Injetor	Reserva	717.185	7.211.179	2.224

Cabe destacar que a Revisão 02 do EIA do Etapa 1, protocolada em 22/05/2012, já mencionava os 15 poços firmes deste projeto. Entretanto, neste estudo complementar, em função de alterações técnicas no projeto, previu-se 1 poço firme e 4 poços contingentes a mais. Assim, atualmente, os poços do DP de Lula – Área de Iracema Sul passam a ser considerados os apresentados na **Tabela II.2.2.2-1**.

A **Figura II.2.2.2-1** traz o mapa com a localização dos poços a serem implantados.

**Figura II.2.2.2-1 – Mapa de localização dos Poços (A3).**



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

PBS4C

Rev 00  
Out/13

(A3).



\_\_\_\_\_  
Coordenador da Equipe



\_\_\_\_\_  
Técnico Responsável

PBS4C

Rev 00  
Out/13



### II.2.2.3 Descrição das operações de intervenção

Caso seja necessário realizar algum tipo de intervenção nos poços conectados ao FPSO Cidade de Mangaratiba, deverá ser utilizada uma sonda flutuante. Além disso, as válvulas de completção inteligente de todos os intervalos, bem como as válvulas de produção e anular da Árvores de Natal Molhadas (ANMs) deverão ser fechadas a partir de controles existentes no FPSO, interrompendo a produção.

A partir deste momento, a sequência operacional dependerá do objetivo da intervenção, conforme descrito a seguir.

Uma primeira operação é a retirada da capa da ANM (*tree cap*) com o auxílio da sonda, seguida da descida do conjunto de ferramentas para intervenções de manutenção leve (*light workover*) utilizando-se o DPR (*Drill Pipe Riser*) ou outro *riser* de completção.

A função desse conjunto é realizar uma rápida desconexão, vedar o poço no caso de perda de posição da sonda, e cortar, com gaveta cega cisalhante, equipamentos que porventura se encontrem dentro da coluna de DPR na profundidade do conjunto.

Adicionalmente a essa função de segurança, o conjunto permite que o controle das válvulas de completção inteligente e das válvulas da ANM seja feito a partir da sonda.

Após a descida e conexão deste conjunto à ANM, o BOP (*Blowout Preventer*) do arame ou do flexitubo será conectado à cabeça de circulação (*terminal head*) e, caso não seja preciso retirar a ANM, será iniciada a intervenção.

Caso seja necessária a retirada da coluna de produção com completção inteligente, será preciso combater a perda de óleo ou gás com bombeio de tampão de calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) para estabelecer uma barreira de segurança.

Através de sensores, a técnica de completção inteligente permite o monitoramento e o controle, em tempo real, das condições de pressão, temperatura e vazão e, conseqüentemente, da produção de hidrocarbonetos a

partir de múltiplas zonas de uma única perfuração ou de ramificações de um poço multilateral.

Por permitir o gerenciamento de todo o reservatório, além de evitar intervenções, a completação inteligente possibilita otimizar o desempenho dos poços e a maximizar a recuperação de reservas.

### II.2.3 Cronograma Preliminar da Atividade

O cronograma previsto para o Desenvolvimento de Produção Lula – Área de Iracema Sul, na Bacia de Santos, com o FPSO Cidade de Mangaratiba está apresentado na **Tabela II.2.3-1**.

**Tabela II.2.3-1 - Cronograma do Projeto de Desenvolvimento de Produção Iracema Sul.**

FPSO Cidade de Mangaratiba DP de Lula - Área de Iracema Sul	2013												2014												2015												2016											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pré-Ancoragem																																																
Instalação do FPSO (Ancoragem)																																																
Lançamento e Interligação do Sistema do Sistema de Exportação																																																
Interligação do Poço RJS-647																																																
Interligação do Poço IW-IN06																																																
Interligação do Poço RJS-681																																																
Interligação do Poço IW-IR08																																																
Interligação do Poço IW-IR07																																																
Interligação do Poço P-IR01																																																
Lançamento e Interligação do MSIAG-01																																																
Interligação do Poço IW-IR03																																																
Interligação do Poço IW-IR01																																																

FPSO Cidade de Mangaratiba DP de Lula - Área de Iracema Sul	2013					2014					2015					2016																			
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
Interligação do Poço P-IR07																																			
Lançamento e Interligação do MSIAG-02																																			
Interligação do Poço IW-IR02																																			
Interligação do Poço IW-IR06																																			
Interligação do Poço P-IR05																																			
Interligação do Poço P-IR09																																			
Interligação do Poço IW-IR10																																			
Interligação do Poço RJS-676																																			
Interligação do Poço P-IR08																																			
Início da Produção																																			

## II.2.4 Histórico

### II.2.4.1 Histórico das atividades petrolíferas realizadas no bloco

As atividades exploratórias da PETROBRAS na área do BM-S-11, localizado na porção central da Bacia de Santos entre as latitudes 24º 55' / 25º 40' S e longitudes 42º 30' / 43º 03' W, se iniciaram na década de 70, com a aquisição de 572 km de sísmica 2D.

Em 2000, a PETROBRAS, a BG e a Petrogal firmaram um consórcio e assinaram contrato de concessão desse Bloco junto à ANP, com a determinação de que a PETROBRAS fosse a operadora do consórcio.

Entre os anos 2001 e 2002, o consórcio adquiriu 5.230 km<sup>2</sup> de dados sísmicos da área do Bloco BM-S-11, obtidos através de levantamentos geofísicos especulativos realizados pela empresa Veritas do Brasil Ltda.

O primeiro poço perfurado no Bloco BM-S-11 foi o RJS-628, com o objetivo de testar os carbonatos da seção SAG/Alagoas da Formação Barra Velha (BVE) (Grupo Guaratiba, idade Aptiana).

Concluída a perfuração em 13 de agosto de 2006, constatou-se que a seção possuía hidrocarbonetos em reservatórios carbonáticos de origem microbiana. O poço foi testado e produziu óleo de 28 °API. Outra zona de interesse nos carbonatos bioclásticos (coquinas) da seção Jequiá Superior foi constatada, dando início ao segundo período exploratório.

Pelo fato de ambos os reservatórios estarem localizados abaixo de uma espessa camada de sal, que ocorre regionalmente nesta porção da bacia, estes passaram a ser denominados reservatórios do Pré-Sal.

Os resultados obtidos neste poço levaram à proposição, para a ANP, de um Plano de Avaliação (PA-1-RJS-618-A) compreendendo uma área retida de 1.974 km<sup>2</sup>, conhecida, na época, como Tupi, o que corresponde a 37,8% da área original do Bloco BM-S-11.

Em relação à Área de Iracema (pertencente à área do PA-628), o primeiro poço a ser perfurado foi o 4-RJS-647, em agosto de 2009. Este apresentou um

perfil de contato óleo/água distinto do até então inferido para Tupi e as amostras coletadas não revelaram a presença de CO<sub>2</sub>. Em novembro de 2010 foi perfurado o poço exploratório de delimitação (3-RJS-675-A), que apresentou o mesmo perfil de contato.

Em dezembro de 2010 a PETROBRAS enviou para a ANP a proposta de declaração de comercialidade de 2 campos distintos dentro deste Plano de Avaliação: o campo de Lula (antiga área de Tupi) e o campo de Cernambi, (atual área de Iracema). A decisão da ANP foi pela junção das 2 áreas em um único campo, denominado Lula.

Após a declaração de comercialidade foram perfurados na área de Iracema mais 1 poço exploratório de delimitação (RJS-676) e 2 poços (RJS-681 e 9-LL-6A). Em fevereiro 2012 deu-se início à produção do TLD no poço RJS-647. Em paralelo à realização deste TLD foram efetuados testes de formação nos demais poços da área.

Os três poços perfurados no módulo de Lula - Área de Iracema Sul, dois exploratórios (4-RJS-647 e 3-RJS-676) e um terceiro para aquisição de dados de reservatório (9-RJS-681), mostraram expressivos resultados, com espessos intervalos portadores de hidrocarbonetos e boas características permoporosas, e serão aproveitados no projeto de Desenvolvimento da Produção.

#### II.2.4.2 Relato Sumário do Projeto

Este item refere-se a um breve resumo indicando as principais características do projeto cujas descrições detalhadas são apresentadas nos itens subsequentes.

Para o Desenvolvimento da Produção de Lula – Área de Iracema Sul está prevista a interligação de 16 poços, dos quais 8 serão produtores e 8 injetores.

A previsão de início da produção é novembro de 2014 e a operação deve permanecer por 20 anos.

Este DP utilizará a Unidade Estacionária de Produção (UEP) FPSO Cidade de Mangaratiba com capacidade de processamento nominal de 150.000 bpd de



óleo e 8,0 MM m<sup>3</sup>/d de gás. O óleo produzido será processado e estocado nos tanques do FPSO Cidade de Mangaratiba e, periodicamente será enviado para navios aliviadores em operações denominadas *offloading*.

O projeto prevê o escoamento da produção de gás via gasoduto através da malha de gasodutos do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos.

Na concepção do projeto, a escolha do tipo de unidade de produção foi realizada em função de fatores tais como: a lâmina d'água e número de poços produtores e aspectos de segurança e operacionais que repercutem no menor potencial de interação física com o meio ambiente e confere maior confiabilidade operacional.

Foram ainda considerados os aspectos operacionais relativos ao posicionamento do FPSO, definido em função das características do reservatório e considerando a estabilidade do fundo marinho.

Para a garantia da preservação ambiental e segurança da unidade, o FPSO Cidade de Mangaratiba possuirá vários sistemas entre os quais destacam-se: sistema de coleta, segregação, tratamento e descarte de efluentes; sistema de detecção de incêndio e gás; sistema de combate a incêndio, segurança e controle do processo; sistemas de medição e monitoramento e sistemas de manutenção.

Os efluentes líquidos gerados pelo FPSO possuirão sistemas de segregação, controle, medição e monitoramento, atendendo aos padrões legais vigentes. Os sistemas que geram efluentes líquidos inerentes ao processo são descritos no item II.2.13.2.

Quanto às emissões atmosféricas, o queimador presente no sistema de *flare* será projetado para garantir baixas emissões de NOx.

A operação, manutenção e inspeção das instalações e seus equipamentos será feita com base em procedimentos padronizados.

No que se refere ao sistema de coleta de produção, este será composto por linhas de escoamento e umbilicais eletro-hidráulicos.

As linhas flexíveis possuirão revestimento externo de polietileno/ poliamida, a fim de prevenir a corrosão. Todas as linhas de coleta e o duto de exportação de gás possuirão válvulas de emergência (ESDVs).

Com o objetivo de manter a integridade do arranjo submarino, os mesmos passarão por inspeções periódicas, tais como: inspeção submarina externa, inspeção interna por *pig* instrumentado e monitoração de corrosão interna. Na elaboração do arranjo submarino, o traçado e a posição da unidade foram estudados de forma a minimizar o comprimento das linhas e o escoamento descendente, bem como evitar pontos ambientalmente sensíveis e permitir maior agilidade e facilidade no lançamento.

Na definição do posicionamento dos equipamentos a serem instalados no leito oceânico (linhas de produção e escoamento, unidade de produção, *manifolds*, etc.), os riscos de interação com outras instalações submarinas também foram avaliados. Para isso, usou-se como base o banco de dados chamado Sistema de Gerenciamento de Obstáculos (SGO) da PETROBRAS.

Neste, estão registradas posições e lâminas d'água de todos os equipamentos instalados no fundo do mar. A mesma avaliação será realizada previamente às operações de lançamento de linhas.

O SGO foi desenvolvido integralmente pela Gerência de Serviços Submarinos de Geodésia da PETROBRAS (E&P-SERV/US-SUB/GDS) e baseia-se no CAD *Microstation*, desenvolvido pela *Bentley*. Esse sistema associa as informações vetoriais (linhas, dutos, poços, plataformas, *manifolds*, sistemas de ancoragem, batimetria, entre outros) a um banco de dados robusto (plataforma *Oracle*), alimentado continuamente pela GDS sempre que qualquer alteração se processe nas instalações de E&P em toda a área de atuação da UO-BS. Os dados existentes no sistema são levantados, em 95% dos casos, utilizando ROVs e embarcações especiais, garantindo a precisão das linhas e obstáculos submarinos que foram levantadas (*as laid*) da ordem de 5m.

Estão disponíveis no SGO a batimetria baseada nas cartas náuticas da DHN e levantamentos batimétricos e sonográficos para fins específicos realizados pela PETROBRAS.





As coordenadas dos poços constantes do SGO são, em sua quase totalidade, resultado do posicionamento DGPS (*Differential Global Positioning System*) das unidades de perfuração (PAs) ou definidos a partir das plataformas de produção cuja posição e aproamento foram determinados com alta precisão. O SGO dispõe de instrumentos de busca e consulta de todas as feições nele cadastradas tais como poços, plataformas etc.

Por ser um *software* CAD associado a um Sistema de Informações Geográficas (SIG) todas as feições podem ser visualizadas em escalas variadas, adequadas ao objetivo das consultas.

Com relação à contratação de serviços de terceiros, faz parte do contrato de afretamento do FPSO Cidade de Mangaratiba um anexo relativo às instruções de segurança, meio ambiente e saúde (SMS), que obriga o afretado e o operador da unidade a cumprir integralmente os regulamentos e instruções de SMS da PETROBRAS, incluindo os requisitos legais nacionais.

## **II.2.5 Descrição dos Processos de Instalação do Desenvolvimento de Produção de Lula – Área de Iracema Sul**

### **II.2.5.1 Reconhecimento e Escolha de Locações e as Medidas Adotadas para a Mitigação do Risco de Instabilidade Geológica**

Os procedimentos de reconhecimento e escolha de locações empregados para o lançamento das linhas utilizadas na coleta de óleo e gás e o duto para exportação do gás no projeto de Desenvolvimento de Produção Iracema Sul obedecem a diversos critérios.

O primeiro procedimento refere-se à análise do tipo de solo, suas características, propriedades, inclinação (direção e sentido) e relevo com indicação de alteração acentuada de batimetria. Estas análises são importantes para inferir sobre a estabilidade da região, informações que influenciam

diretamente na definição do traçado das linhas e na definição dos procedimentos e metodologia de instalação de equipamentos no leito marinho.

Estas avaliações referem-se à identificação de obstáculos de natureza geomorfológica ou restrições de natureza geológica ao longo do trajeto das linhas ou em áreas adjacentes à posição de projeto de equipamentos submarinos.

Havendo obstáculos que ofereçam risco significativo, são avaliadas novas posições de projeto para os equipamentos, de modo a minimizar o risco de instabilidade geológica buscando suporte geotécnico condizente com a implantação das instalações submarinas.

#### **II.2.5.2 Lançamento, Amarração e Ancoragem das Linhas de Coleta, Principalmente na Transposição de Regiões Morfológicamente Acidentadas**

Para o lançamento das linhas serão utilizadas embarcações especializadas (PLSV - *Pipeline Laying Support Vessel*). Dentre as embarcações disponíveis, todas constantes no Projeto Continuoado da PETROBRAS, estão: *Seven Phoenix*, *Seven Mar* e *Skandi Niteroi*.

Estas embarcações estão sob contrato de longa duração com a PETROBRAS e são equipadas com sistema de posicionamento dinâmico, além de sistemas de tensionadores lineares especialmente projetados para suportar as cargas induzidas durante o lançamento das linhas. Outros equipamentos auxiliares estão instalados nestas embarcações para auxiliar nas manobras de convés, como guindastes e guinchos, inspeção submarina com ROV (*Remotely Operated Vehicle*), medidores de correnteza / ventos e sistemas de posicionamento via satélite / hidroacústico / micro-ondas.

Para as atividades de lançamento, amarração e ancoragem das linhas, será utilizada uma infraestrutura composta pelo barco de lançamento próprio para essa atividade, além de barcos de mergulho classificados como DSV (*Diving Support Vessel*). Esses barcos de mergulho poderão também auxiliar



nas atividades de *pull-in* das linhas e nas operações dos barcos de lançamento. A atividade de mergulho poderá ser realizada também a partir do FPSO.

As operações de lançamento, amarração e ancoragem das linhas de coleta, já são tradicionalmente empregadas.

### II.2.5.3 Mitigação dos Riscos de Interação das Linhas

Para a instalação das estruturas submarinas, a PETROBRAS se baseará no chamado Sistema de Gerenciamento de Obstáculos (SGO), amplamente adotado em suas atividades na Bacia de Campos e estendido para a Bacia de Santos.

De modo a mitigar os riscos de interação das estruturas submarinas com outros equipamentos, durante a instalação serão consideradas rotas sem interferências, com base no SGO e na inspeção visual (*track survey*) através de ROV, mantendo ainda afastamento seguro entre tais estruturas.

Após instalação, todos os dados referentes a estes equipamentos e linhas, serão inseridos no SGO.

## II.2.6 Descrição da Atividade

### II.2.6.1 Descrição geral do processo durante o Desenvolvimento de Produção de Lula – Área de Iracema Sul

O Desenvolvimento de Produção de Lula – Área de Iracema Sul envolverá, além do FPSO Cidade de Mangaratiba, linhas de fluxo (produção, injeção, serviço e umbilicais de controle), equipamentos submarinos, como ANM, e duto de exportação de gás.

O FPSO Cidade de Mangaratiba estará ancorado numa lâmina d'água de cerca de 2.200 metros e possui capacidade de processamento nominal de 150.000 bpd de óleo e 8,0 MM m<sup>3</sup>/d de gás.

O escoamento do óleo (*offloading*) se dará através de navios aliviadores. O gás produzido será consumido como combustível e poderá ser reinjetado no reservatório e utilizado para *gas lift* na própria unidade. O excedente de gás será escoado via gasoduto complementar (Lula - Área de Iracema Sul), o qual estará interligado a malha de gasodutos do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos. O óleo e o gás serão produzidos através da coluna de produção, do reservatório até as ANMs, instaladas na cabeça dos poços. A partir deste ponto, estes escoam pelo sistema submarino de linhas (trechos *flowline* e *riser*) até alcançar o FPSO. A descrição de todo o sistema de linhas submarinas será apresentada no **item II.2.7**.

O óleo e o gás chegarão ao FPSO e passarão por um processamento primário da produção. Como esses fluidos são constituídos por uma mistura de líquidos e gases, existe a necessidade de um sistema de processamento que permita realizar basicamente os seguintes processos:

- separação do óleo, água e gás;
- tratamento do gás para consumo interno (gás combustível para geração de energia, geração de vapor, flutador, etc.), reinjeção no reservatório, *gas lift* e escoamento via gasoduto;
- tratamento da água produzida para descarte;
- captação e tratamento da água do mar para o sistema de injeção, e;
- transferência do óleo para os navios aliviadores;

Esses processos encontram-se detalhados a seguir.

### II.2.6.2 Descrição do FPSO Cidade de Mangaratiba

O DP de Lula – Área de Iracema Sul prevê a utilização de um FPSO que conjugará atividades de processamento primário de produção, estocagem e transferência de óleo para navios aliviadores.

O gás produzido será em parte consumido como gás combustível, utilizado para injeção de *gas lift* nos poços produtores para aumento do fator de recuperação do óleo produzido e, reinjetado no reservatório; e o excedente será escoado pela a malha de gasodutos de exportação para o continente.

A **Tabela II.2.6.2-1** lista as principais características do FPSO Cidade de Mangaratiba.

**Tabela II.2.6.2-1 - Características Gerais do FPSO Cidade de Mangaratiba.**

Características	Descrição
Nome	FPSO Cidade de Mangaratiba
Origem/Bandeira	Bahamas
Ancoragem	<i>Spread Mooring System</i>
Comprimento Total	332,00 m
Boca moldada	58,00 m
Pontal (Altura até convés principal)	28,10 m
Borda livre	6,205 m
Peso leve	302.000 t
Calado médio	22,0 m
Altura do <i>Flare</i> (a partir do <i>deck</i> )	111,6 m acima do <i>deck</i> principal
Capacidade total dos tanques de óleo	1.969.685 barris (313.154 m <sup>3</sup> )
Guindastes	2 guindastes com capacidades de 30t e 15t.
Sistema de geração de energia	4 turbo-geradores de 28,63 MW a gás e/ou diesel cada; 3 geradores auxiliares a diesel de 1,15 MW cada; 1 moto gerador a diesel de emergência de 1,2 MW
Unidade de Tratamento de Esgotos	Modelo: Hamworthy ST40-C (2x100%) Princípio de tratamento: lodo ativado Capacidade total de 64 m <sup>3</sup> /d para 150 pessoas
Capacidade de produção	8 poços produtores e 8 poços injetores Capacidade de processar 150.000 bpd de óleo e 8,0 MM m <sup>3</sup> /d de gás e de tratar 24.000 m <sup>3</sup> /d de água produzida

Características	Descrição
Capacidade de alojamento	150 pessoas
Heliponto	Formato: Octogonal Dispõe de equipamentos para reabastecimento
Salvatagem	4 Baleeiras com capacidade para 75 pessoas cada. 12 Balsas salva-vidas com capacidade para 25 pessoas cada mais 1 balsa salva-vidas com capacidade para 20 pessoas. 1 Barco resgate com capacidade para 15 pessoas.

### II.2.6.2.1 Casco

O FPSO Cidade de Mangaratiba possui costado duplo e fundo singelo. O FPSO está dimensionado para atender às necessidades operacionais (carga de convés, estabilidade, capacidade de armazenamento, movimentos, etc.), e atende aos requisitos de Regra da Sociedade Classificadora, além de Regulamentos Estatutários Internacionais exigidos pelo país de registro.

Visando garantir a vida útil do FPSO foram realizadas verificações de esforços globais e de fadiga no casco, considerando a ação de ondas, vento e correnteza, típicas da Bacia de Santos, e estabelecidas especificações para todos os materiais estruturais utilizados na reformulação do casco.

O convés principal foi reforçado nas estruturas da planta de produção, suporte dos *risers*, heliponto, guindaste e área de popa e proa (componentes do sistema *offloading*).

A seleção do aço utilizado na estrutura do casco foi determinada de acordo com os requerimentos e regulamentações e considerou as conexões estruturais, espessura do material, composição dos fluidos e temperatura mínima projetada.

### II.2.6.2.2 Tanques

A estocagem de óleo no FPSO Cidade de Mangaratiba pode ser realizada em até 13 tanques, dispostos ao centro da embarcação, que juntos perfazem uma capacidade total de 1.969.685 barris (313.154 m<sup>3</sup>) além de tanque para armazenamento de água produzida não enquadrada (nº 2 Bombordo *offspec*

*water tank*) com capacidade total de 160.193 bbl (25.467 m<sup>3</sup>) e dois tanques de *slop* com capacidade total de 82.107 bbl (13.054 m<sup>3</sup>). Um dos tanques de carga (nº 3 Bombordo) tem a flexibilidade para armazenar óleo ou água produzida não enquadrada, dependendo da necessidade.

Além dos tanques citados, o FPSO Cidade de Mangaratiba possui tanques para lastro, tanques para óleo diesel e tanques para água potável, cujas capacidades encontram-se definidas na **Tabela II.2.6.2.2-1**.

A disposição dos Tanques no FPSO Cidade de Mangaratiba é apresentada no **Anexo II.2-1 - Planta de Tancagem**.

**Tabela II.2.6.2.2-1 - Relação dos tanques do FPSO Cidade de Mangaratiba.**

Identificação do tanque	Produto que armazena	Capacidade (100%)	
		m <sup>3</sup>	Barris
<b>Tanques de Carga</b>			
Tanque de Óleo nº 1 Bombordo	Óleo	17.194	108.147
Tanque de Óleo nº 1 Boreste	Óleo	17.168	107.984
Tanque nº 2 Bombordo	Água Produzida	25.467	160.193
Tanque de Óleo nº 2 Boreste	Óleo	25.429	159.944
Tanque de Óleo nº 3 Bombordo	Óleo / Água Produzida	25.501	160.397
Tanque de Óleo nº 3 Boreste	Óleo	25.463	160.158
Tanque de Óleo nº 4 Bombordo	Óleo	25.501	160.397
Tanque de Óleo nº 4 Boreste	Óleo	25.463	160.158
Tanque de Óleo nº 5 Bombordo	Óleo	25.501	160.397
Tanque de Óleo nº 5 Boreste	Óleo	25.463	160.158
Tanque de Óleo nº 6 Bombordo	Óleo	25.491	160.334
Tanque de Óleo nº 6 Boreste	Óleo	25.453	160.095
Tanque de Óleo nº 7 Bombordo	Óleo	24.782	155.874
Tanque de Óleo nº 7 Boreste	Óleo	24.745	155.642
Tanque de <i>Slop</i> Bombordo	Água e Óleo	6.532	41.085
Tanque de <i>Slop</i> Boreste	Água e Óleo	6.522	41.022
<b>Tanques de Água de Lastro</b>			
Tanque de Lastro nº 1A Boreste	Água de Lastro	6.556	
Tanque de Lastro nº 1B Boreste	Água de Lastro	5.355	
Tanque de Lastro nº 2A Boreste	Água de Lastro	6.468	
Tanque de Lastro nº 2B Boreste	Água de Lastro	6.474	
Tanque de Lastro nº 3A Boreste	Água de Lastro	6.343	
<b>Tanques Vazios</b>			
Fore Peak Void T. Central	Vazio	6.763	

Identificação do tanque	Produto que armazena	Capacidade (100%)	
		m <sup>3</sup>	Barris
Tanque nº 1A Bombordo	Vazio	6.566	
Tanque nº 1B Bombordo	Vazio	5.355	
Tanque nº 2A Bombordo	Vazio	6.468	
Tanque nº 2B Bombordo	Vazio	6.474	
Tanque nº 3A Bombordo	Vazio	6.472	
Tanque nº 3B Bombordo	Vazio	6.125	
Tanque nº 3B Boreste	Vazio	6.125	
Tanque nº 4 Bombordo	Vazio	5.394	
Tanque nº 4 Boreste	Vazio	5.394	
E/R VOID T Bombordo	Vazio	374	
E/R VOID T Boreste	Vazio	374	
AFT PEAK VOID T. Central	Vazio	2.049	
<b>Tanques de Óleo Combustível/Diesel</b>			
Tanque nº 1 de Diesel Bombordo	Óleo Diesel	1.525	
Tanque nº 1 de Diesel Boreste	Óleo Diesel	2.050	
Tanque nº 2 de Diesel Boreste	Óleo Diesel	1.559	
M.G.O. OVERF.T Central	Óleo Diesel	328	
M.G.O.SERV.T. Bombordo	Óleo Diesel	490	
D.O.SETT.T. Bombordo	Óleo Diesel	16	
D.O.SERV.T Bombordo	Óleo Diesel	16	
Tanque nº 2 F.O.T Bombordo	Óleo Combustível/Diesel	1.354	
F.O. SETT.T. Bombordo	Óleo Combustível/Diesel	102	
F.O. SERV.T. Bombordo	Óleo Combustível/Diesel	102	
<b>Tanques de Óleo Lubrificante</b>			
M/E CYL O.STOR T Bombordo	Óleo Lubrificante	61	
M/E CYL O.STOR T Bombordo	Óleo Lubrificante	61	
M/E CYL O.SETT T Bombordo	Óleo Lubrificante	61	
M/E O. SUMP.T Central	Óleo Lubrificante	56	
<b>Variados</b>			
TURB OIL STOR.T Bombordo	Óleo Lubrificante	2	
A/E L O STOR T. Bombordo	Óleo Lubrificante	4	
A/E/L.O. SETT T. Bombordo	Óleo Lubrificante	1	
H.F.O.OVERF.T Central	Óleo Combustível	52	
BILGE HOLD G.T. Central	Efluente Oleoso	55	
WASTE OIL T. Central	Efluente Oleoso	30	
S/TL.O. SUMP T. Bombordo	Borra Oleosa	5	
F.O.SLUDGE T. Bombordo	Borra Oleosa	8	
S.O.SLUDGE T. Bombordo	Borra Oleosa	5	



Os tanques de *slop* recebem água proveniente do sistema de drenagem aberta do nível superior do FPSO, drenagem do convés, águas de lavagens de tanques, além das águas provenientes das bandejas de drenagem dos equipamentos da produção.

Todos os tanques de armazenamento de óleo possuem sistemas medidores de nível. Estes tanques são mantidos pressurizados com gás inerte e o teor de oxigênio deste gás inerte é monitorado. Este sistema funcionará de forma a prevenir a formação de vácuo e de atmosferas inflamáveis e explosivas. Os tanques de carga (óleo cru) e lastro têm acessos que permitirão inspeção interna quando estiverem vazios.

O FPSO Cidade de Mangaratiba também conta com um sistema de limpeza que funcionará a partir de máquinas posicionadas nos tanques de carga. O efluente gerado nestas operações de limpezas será encaminhado aos tanques de *slop*.

As tubulações dos tanques de carga, lastro e outros são individualizadas, a fim de evitar o contato entre os diferentes fluidos.

### II.2.6.2.3 Sistema de Gás Inerte

O navio tem uma planta para geração e tratamento de gás inerte baseada na obtenção de gás a partir da caldeira. Durante operações de carregamento de óleo e alívio (*offloading*), um sistema de distribuição e coleta é utilizado para fornecimento de gás inerte e ventilação. Durante o alívio, o gás inerte é fornecido a partir da caldeira de operação para cada tanque de carga. Uma válvula de controle e uma válvula de *by pass* do sistema de distribuição e coleta controlam a pressão do gás inerte, cujo teor de oxigênio é monitorado e registrado na sala de controle.

Visando a proteção dos tanques de carga e *slop* de qualquer sobrepressão ou vácuo estão instaladas válvulas de segurança nas linhas de ventilação dos tanques.

#### II.2.6.2.4 Sistema de Lastro

Durante a transferência de petróleo do FPSO Cidade de Mangaratiba para o navio aliviador, o volume de óleo nos tanques de armazenagem é reduzido, diminuindo-se assim o calado da embarcação. A fim de manter a estabilidade e o controle de esforços no FPSO, eventualmente, a bomba de lastro é colocada em operação, captando água do mar e bombeando para os tanques de lastro, dependendo da necessidade operacional.

O sistema de lastro é totalmente isolado do sistema de armazenagem do petróleo e seus tanques e bombas são totalmente independentes. Como não há possibilidade de contaminação da água de lastro com óleo, o sistema não é considerado uma fonte de efluentes.

Durante o transporte do FPSO Cidade de Mangaratiba para o Brasil, de forma a reduzir a possibilidade de ocorrer a introdução de espécies exóticas, foram implementadas medidas regidas internacionalmente pelo *International Maritime Organization* - IMO.

#### II.2.6.2.5 Planta de Processamento da Produção

A planta de processamento da produção possui os recursos necessários para a separação inicial dos fluidos advindos dos poços. A planta é dividida em módulos, posicionados de acordo com a sequência lógica do processamento dos fluidos da formação. Os módulos de processamento assim como os demais módulos auxiliares estão localizados em áreas abertas do convés, expostas à ventilação natural. A planta de processamento primário dos fluidos produzidos foi projetada considerando as propriedades físico-químicas do fluido oriundo dos poços da Área de Iracema Sul.

O projeto da planta de processamento permite a separação do óleo, gás e água, tratamento e estabilização do óleo, tratamento de gás e tratamento da



água produzida que será descartada ao mar dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 393/2007.

Para auxiliar as etapas de tratamento dos fluidos, bem como manter a integridade das instalações a unidade é dotada de um sistema de injeção de produtos químicos (desemulsificantes, antiespumante, inibidor de incrustação, inibidores de corrosão, polieletrólitos, biocidas e sequestrante de oxigênio).

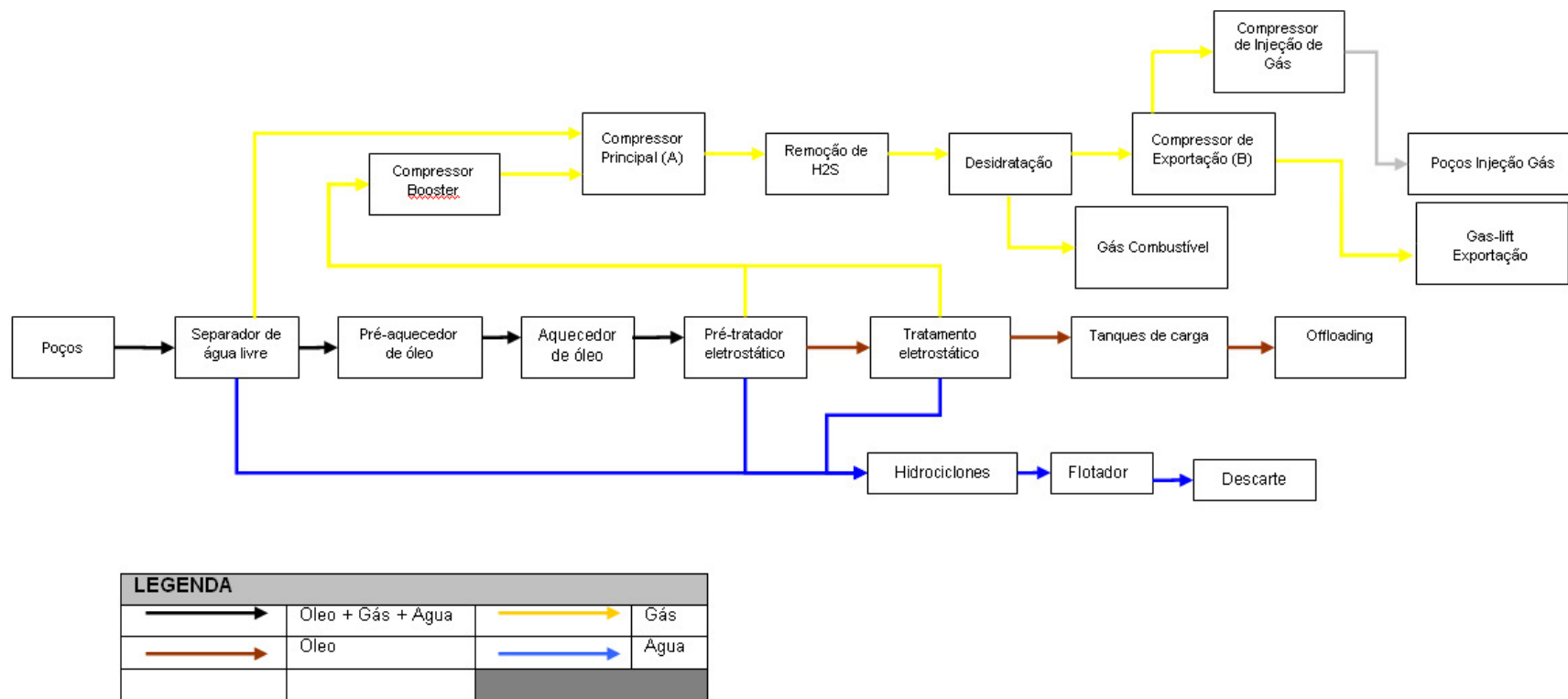
Os sistemas primários associados com as facilidades de processo de produção de óleo, gás e água no FPSO Cidade Mangaratiba são:

- Sistema de Separação e Tratamento de Óleo, Gás e Água;
- Sistema de Tratamento da Água de Injeção;
- Sistema de Fornecimento de Água Industrial;
- Sistema de Tocha e *Vent*;
- Sistema de Geração de Energia;
- Sistema de Transferência de Óleo (*Offloading*); e
- Utilidades (Guindaste, Acomodações, Água Potável).

#### II.2.6.2.5.1 Sistema de Separação e Tratamento de Óleo, Gás e Água

O sistema de separação de óleo, gás e água consiste dos seguintes componentes: Separador de água livre; Sistema de aquecimento do óleo; Tratadores Eletrostáticos (2 estágios); Resfriador de óleo estabilizado; Sistema de compressão do gás; Sistema de remoção de H<sub>2</sub>S; Sistema de desidratação do gás; Hidrociclone; Flotador e Sistema de tocha (*flare*).

A interligação desses equipamentos pode ser observada na **Figura II.2.6.2.5.1-1**.



**Figura II.2.6.2.5.1-1** – Diagrama esquemático do processo de separação e tratamento de óleo água produzida e gás no FPSO Cidade de Mangaratiba.

Fonte: PETROBRAS.

A planta de processo do FPSO Cidade de Mangaratiba tem capacidade para processar 28.600 m<sup>3</sup>/d de líquido, 24.000 m<sup>3</sup>/d de óleo, 24.000 m<sup>3</sup>/d de água produzida e tratar 8.0 MM m<sup>3</sup>/d de gás. O dimensionamento da planta considerou os seguintes parâmetros de projeto:

- Número de poços produtores interligados ao FPSO: 8
- Temperatura do óleo ao chegar ao FPSO: Mínima = 20 °C e máxima = 40 °C
- Processamento total de líquido: 28.600 m<sup>3</sup>/d
- Processamento total de gás: 8.0 MM m<sup>3</sup>/d
- Processamento total de água produzida: 24.000 m<sup>3</sup>/d

O óleo proveniente dos poços chega ao FPSO e recebe inicialmente a injeção de produtos químicos como desemulsificante, anti-incrustante e antiespumante de forma a aumentar a eficiência do processamento de óleo e segue para a planta de processamento e tratamento de óleo.

A planta de processo está equipada com um separador de alta pressão, que promove a separação primária do óleo, gás e água, e um sistema de aquecimento a montante do separador intermediário (pré-tratador eletrostático), que eleva a temperatura a fim de adequar as propriedades dos fluidos às melhores condições de processamento.

Em seguida o óleo segue para o segundo estágio de tratamento eletrostático para o enquadramento dos parâmetros água e sal, bem como o ajuste da sua PVR (*Pressão de Vapor Reid*). O óleo estabilizado é, então, encaminhado para resfriamento, medição e armazenamento nos tanques de carga. O FPSO também possui um separador de teste com aquecimento a montante do mesmo para a realização de teste individual dos poços.

O gás obtido nos três estágios de separação é encaminhado para a unidade de tratamento do gás, que consiste em um sistema de compressão, remoção de H<sub>2</sub>S e desidratação (remoção de H<sub>2</sub>O).

A planta de gás tem por objetivo atender aos requisitos necessários para transporte e injeção do gás. A coleta, tratamento e compressão do gás atenderão às seguintes aplicações:

- Transporte para o continente através da malha de gasodutos do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos;
- Injeção no reservatório;
- Gás combustível para geração de energia, geração de vapor, flotador, etc;
- Utilização em *gas lift* como método de elevação.

A planta estará preparada para a injeção de todo o gás produzido, com a exceção do gás consumido no FPSO, e do *gas lift* utilizado. A injeção de todo o gás no reservatório será realizada para aumentar o fator de recuperação de óleo. A planta de produção também estará preparada para a exportação desse gás para a terra, com uma especificação máxima de CO<sub>2</sub> de 3% e com um teor de H<sub>2</sub>S máximo de 10 ppm (v/v).

A água produzida é enviada para um vaso coletor, seguido por um conjunto de hidrociclones e flotador que promovem a remoção do óleo, de forma a viabilizar o seu descarte atendendo à legislação vigente. A **Figura II.2.6.2.5.1-1** indica o fluxo das correntes.

#### II.2.6.2.5.2 Sistema de Separação e Tratamento de Água de Injeção

A finalidade do tratamento da água de injeção é evitar corrosão na tubulação dos poços de injeção, formação de incrustação na tubulação dos poços de produção de óleo, obstrução do meio poroso da rocha-reservatório e proliferação de bactérias sulfato-redutoras, presentes nas rochas-reservatório.

Nos sistemas de água de injeção em reservatórios com grande potencial de incrustação, é necessário que a água do mar captada passe por um processo de nanofiltração através de membranas que compõem a Unidade de Remoção de Sulfatos (URS), cuja função é reduzir o teor de sulfatos na água

de aproximadamente 2.800 mg/L (concentração usual para a água do mar) para valores em torno de 40 mg/L, evitando, assim, a geração excessiva de ácido sulfídrico no reservatório devido a presença das bactérias sulfato-redutoras e a precipitação de sais insolúveis de sulfato como  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{SrSO}_4$  e  $\text{CaSO}_4$ .

A água utilizada no sistema de tratamento da água de injeção será captada no mar através de bombas de captação e passará pelos seguintes processos:

- (a) injeção de cloro ativo atuando como bactericida e evitando formação de cracas nos equipamentos;
- (b) processo de filtração para remoção de sólidos acima de 5  $\mu\text{m}$ ;
- (c) processo de desaeração a vácuo;
- (d) tratamento químico com injeção de sequestrante de cloro e oxigênio, inibidor de incrustação e biocida;
- (e) processo de dessulfatação para redução do teor de sulfato.

Após o processo de filtração e desaeração é necessário injeção de inibidor de incrustação, sequestrante de cloro/oxigênio e biocida com a finalidade de proteger as membranas da unidade de remoção de sulfato.

Todo cloro ativo remanescente após o processo de filtração irá reagir com o sequestrante de cloro/oxigênio reduzindo-o a cloreto.

O processo de dessulfatação é dividido em dois estágios. No primeiro estágio, cerca de 50% do fluxo total da água será permeada e seguirá para saída da URS, enquanto que o restante do fluxo denominado rejeito será direcionado para o segundo estágio das membranas, sofrendo novamente o mesmo processo de permeação, dividindo igualmente o fluxo entre permeado e rejeito. O fluxo do permeado do segundo estágio irá se juntar ao permeado do primeiro estágio, resultando no fluxo da água dessulfatada, correspondente a aproximadamente 75% do fluxo total do processo (38.200  $\text{m}^3/\text{dia}$ ), que seguirá para o sistema de injeção de água. O rejeito do segundo estágio, correspondente a 25% do fluxo total do processo (12.733  $\text{m}^3/\text{d}$ ), será descartado para o mar em linha independente no costado do FPSO.

Ressalta-se que o biocida será utilizado apenas durante as operações de manutenção do sistema, sendo injetado apenas 2 (duas) vezes por semana durante o período de 1 (uma) hora.

O rejeito é basicamente constituído de água do mar concentrada de íons bivalentes, todos estes comuns à água do mar natural, como pode ser observado na **Tabela II.2.6.2.5.2-1**, acrescido do inibidor de incrustação, o sequestrante de cloro e o biocida (que é descartado apenas duas vezes por semana durante uma hora).

**Tabela II.2.6.2.5.2-1** - Quadro Comparativo entre a água do mar e a água descartada (rejeito) da URS do FPSO Brasil.

	Água do Mar	Água Descartada (rejeito)
Bário ( $Ba^{+2}$ ) mg/L	<1,0	<1,0
Bicarbonato ( $HCO_3^-$ ) mg/L	150,0	406,0
Cálcio ( $Ca^{+2}$ ) mg/L	504,0	1.350,0
Carbonato ( $CO_3^{-2}$ )	0,0	0,0
Cloreto ( $Cl^-$ ) mg/L	21.300,0	29.185,0
Estrôncio ( $Sr^{+2}$ ) mg/L	9,0	28,0
Ferro ( $Fe^{+2}$ ) mg/L	< 1,0	< 1,0
Magnésio ( $Mg^{+2}$ ) mg/L	1.390,0	5.480,0
pH	8,0	7,2
Potássio ( $K^+$ ) mg/L	226,0	520,0
Salinidade – mg NaCl/L	35.000	48.094,0
Sulfato ( $SO_4^{-2}$ ) mg/L	2.834,0	13.185,0
Sódio ( $Na^+$ ) mg/L	11.500,0	13.969,0

Fonte: PETROBRAS.

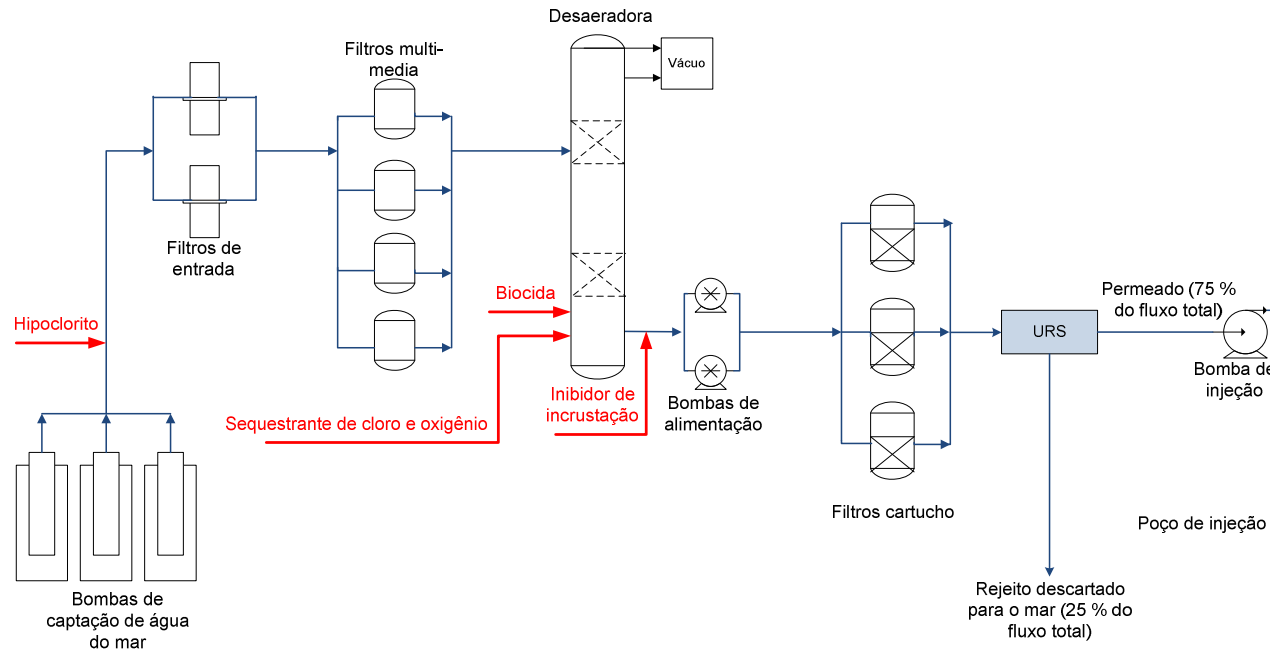
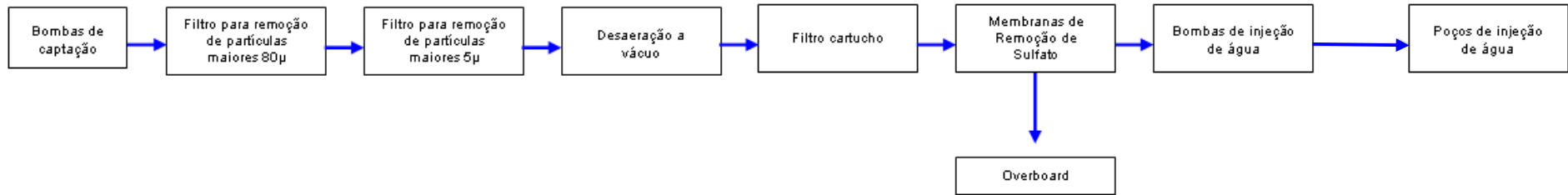
A **Tabela II.2.6.2.5.2-2** apresenta a dosagem esperada de produtos químicos na URS.

**Tabela II.2.6.2.5.2-2** - Dosagem de produtos químicos utilizados na URS.

Função	Concentração (ppm)
Inibidor de incrustação	1 – 10
Sequestrante de cloro	0 – 20
Biocida	100 – 1000

A **Figura II.2.6.2.5.2-1** apresenta o fluxograma de blocos e processo da planta de tratamento de água de injeção.





**Figura II.2.6.2.5.2-1** - Fluxograma esquemático da planta de tratamento de água de injeção do FPSO Cidade de Mangaratiba.  
 Fonte: PETROBRAS.

A capacidade da planta de tratamento de água de injeção do FPSO Cidade de Mangaratiba será de 38.200 m<sup>3</sup>/dia, produzindo uma vazão de 12.733 m<sup>3</sup>/d de efluente a ser descartado.

Considerando que a unidade ainda não está em funcionamento, foi utilizado de forma comparativa para esta avaliação e para elaboração da modelagem de dispersão do efluente da planta de injeção, o efluente proveniente de um equipamento similar instalado no FPSO Brasil cujas características são apresentadas na **Tabela II.2.6.2.5.2-3**.

**Tabela II.2.6.2.5.2-3** - Composição dos produtos químicos utilizados na URS.

Função	Concentração (mg/l)
Inibidor de incrustação	3
Sequestrante de cloro	15
Biocida	100

Fonte: PETROBRAS.

Para verificar a abrangência da dispersão desses compostos, foram realizadas modelagens considerando o cenário dos compostos *Antichlor* e *Vitec 3000* (sequestrante de cloro/oxigênio e inibidor de incrustação respectivamente) que são de aplicação contínua e outro cenário considerando os dois compostos anteriores mais o biocida, pois o efluente contendo este produto será descartado duas vezes por semana durante uma hora.

O monitoramento dos descartes de efluentes da unidade de remoção de sulfatos atenderá o que estabelece a Nota Técnica NT 01/11. A **Tabela II.2.6.2.5.2-4** apresenta as informações que serão utilizadas para a simulação numérica do descarte.

Ressalta-se que a vazão total considerada para fins de modelagem (12.733 m<sup>3</sup>/d) está diretamente relacionada ao funcionamento da URS, onde o volume descartado corresponde a 25% do fluxo total de água que passa pelas membranas.

**Tabela II.2.6.2.5.2-4 - Parâmetros utilizados para a elaboração da modelagem de descarte do efluente da Unidade de Remoção de Sulfatos (URS) do FPSO Cidade de Mangaratiba.**

CARACTERÍSTICAS DO DESCARTE	
Coordenadas do FPSO Cidade de Mangaratiba UTM – Datum: SIRGAS2000 – MC:45 °W	Norte 7210769
	Leste 713750
Lâmina d'água (m)	2220
Diâmetro da tubulação de descarte (polegadas)	26
Orientação da tubulação de descarte	vertical
Profundidade/altura do ponto de descarte	superfície
Vazão total do efluente (m <sup>3</sup> /dia)	12.733
Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	1028,51

Fonte: PETROBRAS

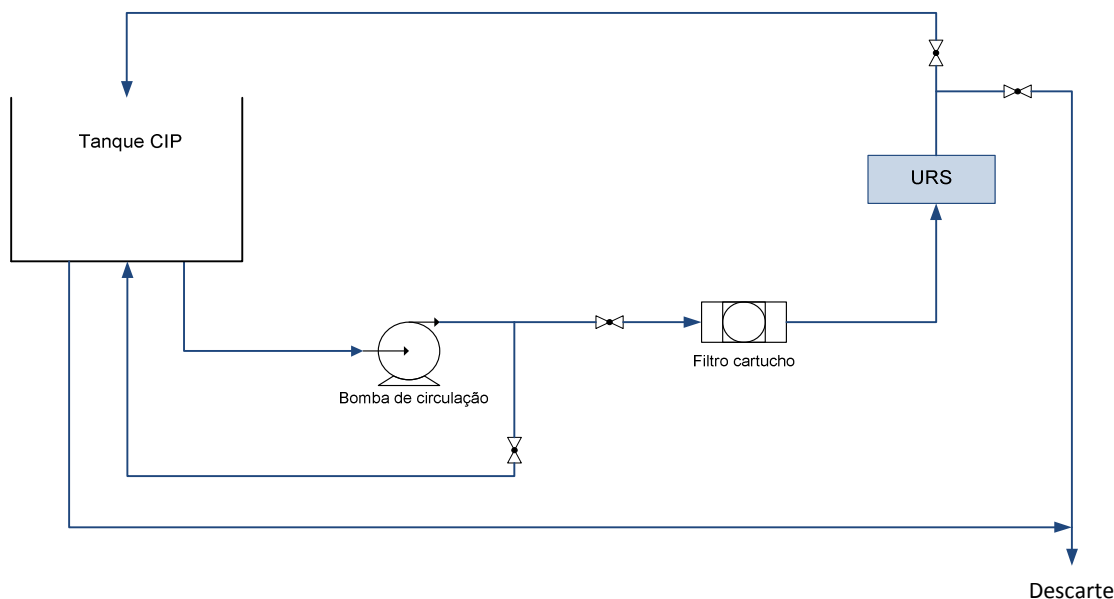
O **Anexo II.2-2** apresenta as fichas de segurança (FISPQs) e o **Anexo II.2-3** apresenta a modelagem de descarte do efluente da Unidade de Remoção de Sulfatos por ocasião da adição do biocida.

#### II.2.6.2.5.2.1 Limpeza Química periódica das membranas da Unidade de Remoção de Sulfato

A operação contínua da Unidade de Remoção de Sulfato resulta no acúmulo de impurezas nas membranas. Torna-se imprescindível, para a manutenção da unidade, a limpeza química periódica das membranas de dessulfatação.

A periodicidade da limpeza está relacionada diretamente com vários fatores do processo e se considerado nenhum imprevisto, ocorrerá trimestralmente.

A **Figura II.2.6.2.5.2.1-1** ilustra o sistema CIP (*Clean in Place*) de limpeza da URS.



**Figura II.2.6.2.5.2.1-1** – Sistema CIP de limpeza das membranas da URS.

A modelagem para esse efluente encontra-se em fase de elaboração e será encaminhada à CGPEG para conhecimento, avaliação e eventuais solicitações de novas informações, de modo subsidiar a futura a emissão de LO.

Ressalta-se que o descarte da solução e do resíduo resultante da limpeza da membrana será realizado de acordo com a legislação pertinente. Estima-se que as soluções descartadas terão composição semelhante às soluções antes da limpeza, com a presença de matéria orgânica a ser removida das membranas durante a limpeza.

### II.2.6.2.5.3 Sistema de Fornecimento de Água Industrial

A água industrial pode ser obtida de duas formas: por geração de água doce ou por recebimento de água por barcos de apoio.

A água produzida pelos geradores de água doce é enviada para os tanques de água doce, o armazenamento é feito em dois tanques estruturais, situados na praça de máquinas.

Para o recebimento de água doce de embarcações de apoio, existem duas tomadas com conexão universal para mangueiras nas estações de recebimento, localizadas no convés principal boreste, junto das tomadas de óleo Diesel.

A distribuição de água doce é feita através de duas bombas (2x100%) de água doce, aspirando dos tanques e descarregando nos tanques hidrofóricos de água doce e destes últimos para os consumidores.

#### II.2.6.2.5.4 Sistema de Captação de Água do Mar

A vazão de água do mar a ser captada é baseada na vazão de água de injeção, na demanda de resfriamento e usos com facilidades. A sucção da água do mar é feita através das caixas de mar por meio de bombas elétricas de captação do tipo centrífuga vertical. A capacidade total de captação das bombas é 134.400 m<sup>3</sup>/d com uma capacidade por bomba de 44.800 m<sup>3</sup>/d (4x33%).

Uma solução de hipoclorito é injetada na sucção das bombas para reduzir o crescimento biológico. O hipoclorito injetado é gerado nos sistemas de Geração de Hipoclorito.

Toda água captada passa por um Filtro Grosso (2x100%) para remoção de sólidos suspensos e incrustações marinhas acima de 80 microns. Os filtros são equipados com *timers* e medidores de pressão diferencial para possibilitar o *flushing* de autolimpeza.

A água filtrada é direcionada para os trocadores de calor água do mar/água de resfriamento, para a unidade de eletrocloração, para a unidade de remoção de sulfato, para o resfriador de água produzida e para o sistema de geração de água potável por osmose reversa.

#### II.2.6.2.5.5 Sistema de Geração de Água Potável

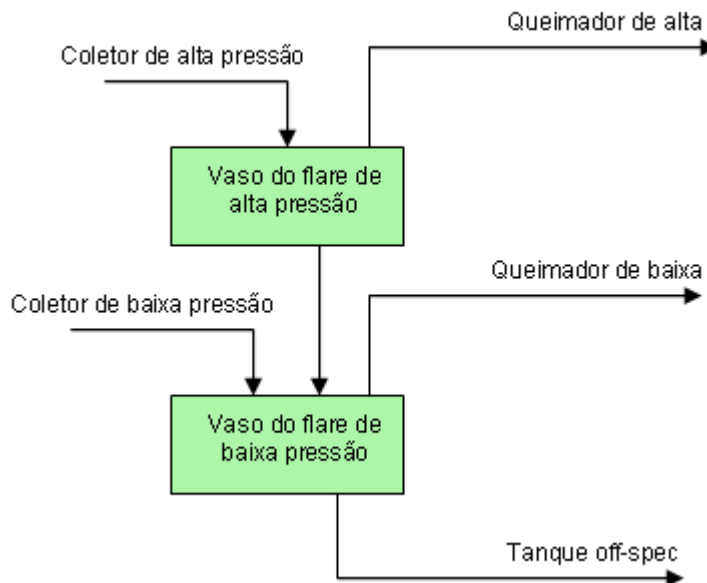
O Sistema de Água Potável irá fornecer a água necessária aos usuários em todo FPSO, assim como será utilizada para a praça de máquinas e *topside* e será utilizada no Tratamento Eletrostático, como água de diluição para a remoção da salinidade e enquadramento do óleo às especificações requeridas.

O sistema de água potável do FPSO Cidade de Mangaratiba é composto por duas unidades de osmose reversa, cuja capacidade é de 750 m<sup>3</sup>/d.

#### II.2.6.2.5.6 Sistema de Tocha e Vent

A queima de gás na tocha ocorrerá somente durante as partidas, despressurizações do sistema de processamento em situações de emergência ou em caso de falha de equipamentos. Não haverá queima de gás produzido, exceto no período de comissionamento inicial e nas situações acima descritas.

O *flare* está projetado para queima sob condição de emergência. Este sistema se localiza na proa do FPSO a uma altura de 111,6 m do deck principal, suficiente para garantir que o nível de radiação de calor em pontos específicos do FPSO seja aceitável (em qualquer condição climática e operacional – vazão de gás, alta ou baixa pressão) para as pessoas e equipamentos. O sistema é constituído por uma única torre vertical com 2 subsistemas independentes: um de Alta Pressão - HP e o outro de Baixa Pressão – LP. O condensado recuperado pelos dois subsistemas é enviado para o Tanque de *Off-Spec*. A **Figura II.2.6.2.5.6-1** traz uma representação esquemática do sistema do *flare*.



**Figura II.2.6.2.5.6-1 - Fluxograma esquemático do Sistema do Flare.**

O sistema de *Flare* é projetado para as seguintes vazões máximas:

- *Flare* HP: 8.500.000 m<sup>3</sup>/dia – Emergência
- *Flare* LP: 666.209 m<sup>3</sup>/dia - Emergência

Além dos sistemas de *flare*, a unidade terá *vents* para o escape de gases provenientes dos processos das instalações que operam próximos à pressão atmosférica, tais como tanque de produtos químicos.

O Sistema de *Tocha* foi projetado para queimar todo o gás produzido, caso ocorra parada na planta de processo ou no sistema de escoamento. Durante a operação normal haverá a chama permanente do piloto, com consumo de gás de 3.000 m<sup>3</sup>/dia.

Após o início da produção de óleo e gás associado, o projeto de desenvolvimento de Lula – Área de Iracema Sul contará com uma fase inicial de comissionamento, cujo objetivo é garantir a especificação do projeto quanto à segurança operacional e integridade dos sistemas de processamento,

tratamento e compressão de gás. Para tanto é necessário o desenvolvimento de um Plano de Comissionamento.

Importante informar que tal plano encontra-se em fase de detalhamento, a fim de suprir as indicações da CGPEG, fruto da análise dos Planos de Comissionamento dos empreendimentos Piloto de Sapinhoá (FPSO Cidade de São Paulo) e Piloto de Lula-Nordeste (FPSO Cidade de Paraty) – Pareceres Técnicos CGPEG/DILIC/IBAMA 059/2013, 182/2013, 000266/2013 e 000187/13 (CPROD/CGPEG/IBAMA).

Ressalta-se que a interligação do primeiro poço injetor de gás ocorrerá durante o período de comissionamento dos sistemas da plataforma, conforme informado no cronograma contido no item II.2.3. Sendo assim, após o término do comissionamento, o poço injetor de gás estará operacional.

Adicionalmente, a PETROBRAS informa que está prevista ainda para o ano de 2013, uma reunião entre a PETROBRAS e a Agência Nacional de Petróleo-ANP para discussão do Plano de Comissionamento, sequência de interligação de poços e queima de gás, em atendimento a Portaria ANP n° 249/00 de 01.11.2000. Sendo assim, a PETROBRAS se compromete a manter esta CGPEG/IBAMA informada das tratativas em andamento com a ANP, já com o propósito de antecipar os entendimentos necessários para a emissão da Licença de Operação deste empreendimento.

#### **II.2.6.2.5.7 Sistema de Geração de Energia**

O sistema de geração de energia do FPSO Cidade de Mangaratiba consiste de 4 turbo geradores de 28,63 MW cada, bicomustíveis, com consumo estimado por gerador de 6.800 kg/h de diesel ou 6.123 kg/h de gás.

Haverá ainda 3 geradores auxiliares a diesel de 1,15 MW cada, com consumo estimado de 237 kg/h, quando for necessária sua operação e 1 gerador de emergência de 1,2 MW a diesel com consumo estimado de 217 kg/h quando necessária sua operação. Vale ressaltar que estes geradores não operam continuamente.



O FPSO terá uma Caldeira principal, instalada na popa do navio, responsável pelo vapor necessário ao acionamento das bombas de *offloading*. Esta caldeira irá operar durante os *offloadings* com consumo estimado de 2.678 kg/h de gás ou 2.882 kg/h de óleo diesel e será equipada com sistema de tratamento de condensado e sistema de abastecimento de água, proveniente do sistema de água doce. Como reserva, o FPSO possui uma caldeira auxiliar com consumo de diesel estimado de 3.425 kg/h.

O óleo diesel será utilizado somente durante a pré-operação ou em situações de emergência sendo substituídos por gás imediatamente após a estabilização da produção.

#### II.2.6.2.5.8 Sistema de Transferência de Óleo (*Offloading*)

A transferência do óleo do FPSO Cidade de Mangaratiba para os navios aliviadores será realizada através de mangotes flutuantes (diâmetro 20” e 240 m de comprimento). A vazão de transferência de óleo será de 6.625 m<sup>3</sup>/h.

O sistema é composto de 3 bombas de carga (3x50%), com acionamento por turbina a vapor, com capacidade máxima de 5.500 m<sup>3</sup>/h por bomba.

Para o FPSO Cidade de Mangaratiba, está sendo considerado que as operações de alívio ocorrerão sempre que se observar a proximidade do enchimento total dos tanques do navio. A depender do ritmo da produção que estiver ocorrendo, deve-se programar o alívio para ocorrer cerca de 5 dias antes do enchimento dos tanques. Sendo assim, o descarregamento do FPSO para o navio aliviador será feito em aproximadamente 24 horas podendo, eventualmente, em função de condições meteorológicas ou logísticas, haver pequenos atrasos ou antecipações destas operações de alívio.

O escoamento do óleo produzido será através de navios aliviadores em alinhamento do tipo *tandem* com o FPSO isto é, alinhando popa ou proa do FPSO com a proa do navio aliviador. A amarração entre ambas as embarcações será feita com um cabo de polipropileno de 21” de diâmetro e

denominado de “*hawser*”. Ambas as embarcações contam com sistema de detecção de vazamento.



**Figura II.2.6.2.5.8-1-** Exemplo de operação de transferência de óleo “*in tandem*”.

Fonte: PETROBRAS.

Na operação de transferência de óleo o navio aliviador ficará a uma distância de cerca de 150 metros do FPSO.

O mangote de transferência possui dupla carcaça, classe # 300 e ficará armazenado em carretel. O óleo será bombeado através de uma estação de medição e seguirá para o navio aliviador através de uma mangueira flexível (mangote) de 20” de diâmetro e comprimento de 240 metros.

O procedimento operacional consiste das manobras de amarração, conexão, transferência (*offloading*), desconexão e desamarração sendo que todas as operações são devidamente acompanhadas pelo oficial de náutica, auxiliado por marinheiros de convés a fim de detectar vazamentos no mar.

As operações de amarração e desamarração, por segurança operacional, serão preferencialmente efetuadas à luz do dia e com boa visibilidade, com

início previsto para antes do por do sol. São consideradas como seguras as manobras de amarração até os seguintes limites médios de condições ambientais: ventos - 20 nós, ondas - 3,5 metros e correntes - 2 nós. Sob forte chuva e ou tempestade de relâmpago, as operações de transferência serão interrompidas e as demais manobras adiadas ou completadas com muita cautela.

O mangote de *offloading* é equipado em uma extremidade com válvula automática que só pode ser aberta para permitir o fluxo depois de estar corretamente conectada ao flange fixo, localizado na extremidade do navio aliviador. Um acoplamento de desengate rápido de alta confiabilidade é instalado nesta extremidade da mangueira para permitir a sua rápida liberação em caso de emergência.

Para operação de *offloading*, as embarcações contam ainda com uma câmara equipada com um sensor infravermelho para garantir maior segurança no monitoramento de vazamentos que possam ocorrer nas operações noturnas.

Para assegurar que quaisquer problemas eventuais sejam prontamente identificados durante a operação, esta é acompanhada permanentemente por uma pessoa em cada estação de *offloading*, garantindo assim a interrupção imediata da transferência de óleo.

A transferência é realizada com o sistema de gás inerte ligado mantendo a pressão de trabalho e teor de O<sub>2</sub> nos tanques em níveis normais de operação e segurança.

Ao final da operação de transferência de óleo, o mangote passa por um processo de lavagem para remoção do óleo interior. Esse processo consiste no bombeio de água salgada, num regime de fluxo turbulento, no sentido navio aliviador para o FPSO Cidade de Mangaratiba. A água bombeada para limpeza do mangote é enviada para o *slop tank* do FPSO e o mangote é recolhido ao FPSO.

### II.2.6.2.5.9 Guindastes

A embarcação apresenta instalados 2 guindastes:

- Guindaste de Convés, instalado no deck de proa a boreste com capacidade para 30 t e raio de alcance de 27 m;
- Guindaste de Convés, instalado no deck a meia nau boreste com capacidade para 15 t e raio de alcance de 22 m;

Um monotrilho será instalado de forma a capacitar a transferência de equipamentos pesados de qualquer módulo do navio para áreas de manutenção e reparo.

### II.2.6.2.5.10 Acomodações

As acomodações se localizam na popa da embarcação, possuindo capacidade para 150 pessoas.

### II.2.6.2.5.11 Combustíveis

Os combustíveis utilizados são: o gás produzido e em caso de emergência o óleo diesel marítimo que será utilizado em caso de emergência e antes da estabilização da produção de gás.

## II.2.7 Descrição do Sistema Submarino

O escopo do DP de Lula – Área de Iracema Sul consiste de 16 poços e duto para exportação de gás, interligados a um FPSO ancorado pelo sistema *spread mooring*.

As seguintes instalações submarinas serão utilizadas no DP:

- Linhas de coleta da produção – linhas de produção, linhas de serviço (acesso ao anular) e umbilicais de controle – nos poços

produtores.

- Linhas de injeção – linhas de injeção de gás, linhas de injeção de água e umbilical de controle – no poço injetor WAG (*Water Alternating Gas*).
- Árvore de Natal Molhada (ANM).
- Sistema de escoamento - composto por jumper flexível, RHAS e trecho rígido *flowline* de 5,5 km para interligação futura à malha de dutos do Polo Pré-Sal através do PLEM CMB-001.

Os itens a seguir apresentam uma descrição detalhada destas instalações submarinas. O arranjo submarino geral de interligação do FPSO Cidade de Mangaratiba (**Anexo II.2-4**) e o Diagrama Unifilar do Projeto de interligação do FPSO Cidade de Mangaratiba (**Anexo II.2-5**) estão disponíveis dentre os anexos desse estudo.

### II.2.7.1 Linhas de Coleta da Produção

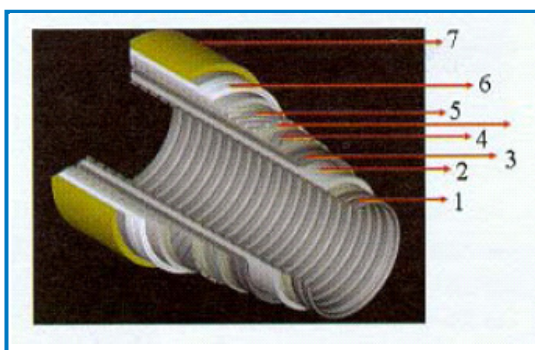
A PETROBRAS em conjunto com os fornecedores realizou análises dinâmicas globais, de tensão e compressão nas camadas metálicas, instalação e fadiga, nas linhas flexíveis e umbilicais de controle. É importante ressaltar que todas as análises foram realizadas considerando sempre as condições operacionais normais e as mais severas, tanto durante a operação como durante a instalação.

Os poços produtores serão interligados através de um conjunto composto de uma linha de produção, uma linha de serviço (acesso ao espaço anular do poço) e um umbilical eletro-hidráulico de controle. Os poços injetores WAG (*Water Alternating Gas*) serão interligados através de um conjunto composto por linha de injeção de gás, linha de injeção de água e umbilical de controle. Além dos *risers* dos poços, será instalado um jumper *flexível* com diâmetro interno de 16", para ligar o FPSO com o gasoduto de exportação através de riser híbrido auto-sustentável (RHAS).

Para o sistema de coleta de produção, as linhas serão flexíveis e fabricadas com diâmetros internos de 6” e basicamente serão de 2 tipos:

- *Flowlines* ou Estáticas (que ficam assentadas no fundo do mar);
- Risers ou Dinâmicas (que ficam suspensas e fazem a conexão dos *flowlines* com o FPSO).

Essas linhas são fabricadas em camadas de diferentes materiais e dimensões para atender os requisitos de cada aplicação. Cada uma dessas camadas contribui para resistir à combinação de esforços durante a instalação e operação, tais como pressão hidrostática externa, pressão interna do fluido, compressão radial dos sistemas de instalação, tração e compressão na região do *Touch Down Point* (TDP). A **Figura II.2.7.1-1** ilustra de forma esquemática a estrutura de uma linha flexível.



Legenda

1. carcaça interna
2. camada plástica interna
3. armadura metálica de Pressão
4. armaduras metálicas de tensão
5. camada de fita adesiva
6. camada de fita isolante
7. camada plástica externa

**Figura II.2.7.1-1** - Estrutura de uma linha Flexível.

Fonte: Wellstream.

Todas estas linhas terão ainda proteção contra incidência de radiação UV, e contra o crescimento de micro-organismos em seu interior.

## II.2.7.2 Umbilicais de controle

Os umbilicais de controle são projetados para suprir o controle da ANM com fluido hidráulico de até 7.500 psi (usualmente existem dois níveis de pressão de trabalho disponíveis na HPU, LP = 5.000 psi e HP = 7.500 psi), de

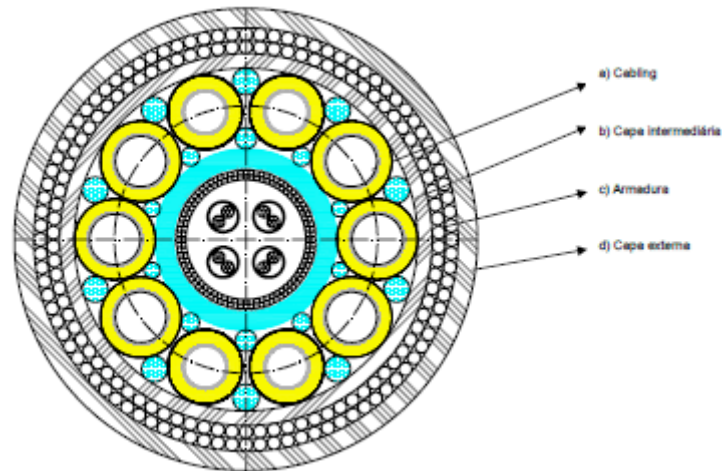
modo a fornecer os requisitos para acionamento das válvulas da ANM e dos sistemas de completação inteligente.

Além das funções hidráulicas de acionamento, o umbilical deverá ter linhas hidráulicas para injeção de produtos químicos e pares elétricos para alimentação, controle e aquisição de sinais. Suas principais características são:

- Composição da estrutura com 4 x 1/2" 7.500 psi + 6 x 1/2" HCR 5.000 psi + 4 pares CE de 6 mm<sup>2</sup>;
- Programa de testes e qualificações a serem definidos;
- Pressão de trabalho de 7.500 psi para todas as linhas hidráulicas.

Sua função é transmitir pressão hidráulica para operação das válvulas das ANMs. Além disso, possibilita a injeção de produtos químicos (inibidor de incrustação, inibidor de hidrato etc.) e a transmissão de sinais elétricos necessários para monitorar as pressões e temperaturas nos poços de produção e de injeção e em suas respectivas ANMs.

A **Figura II.2.7.2-1** apresenta o corte da seção transversal de um umbilical eletro-hidráulico típico para controle hidráulico direto de poços de produção.

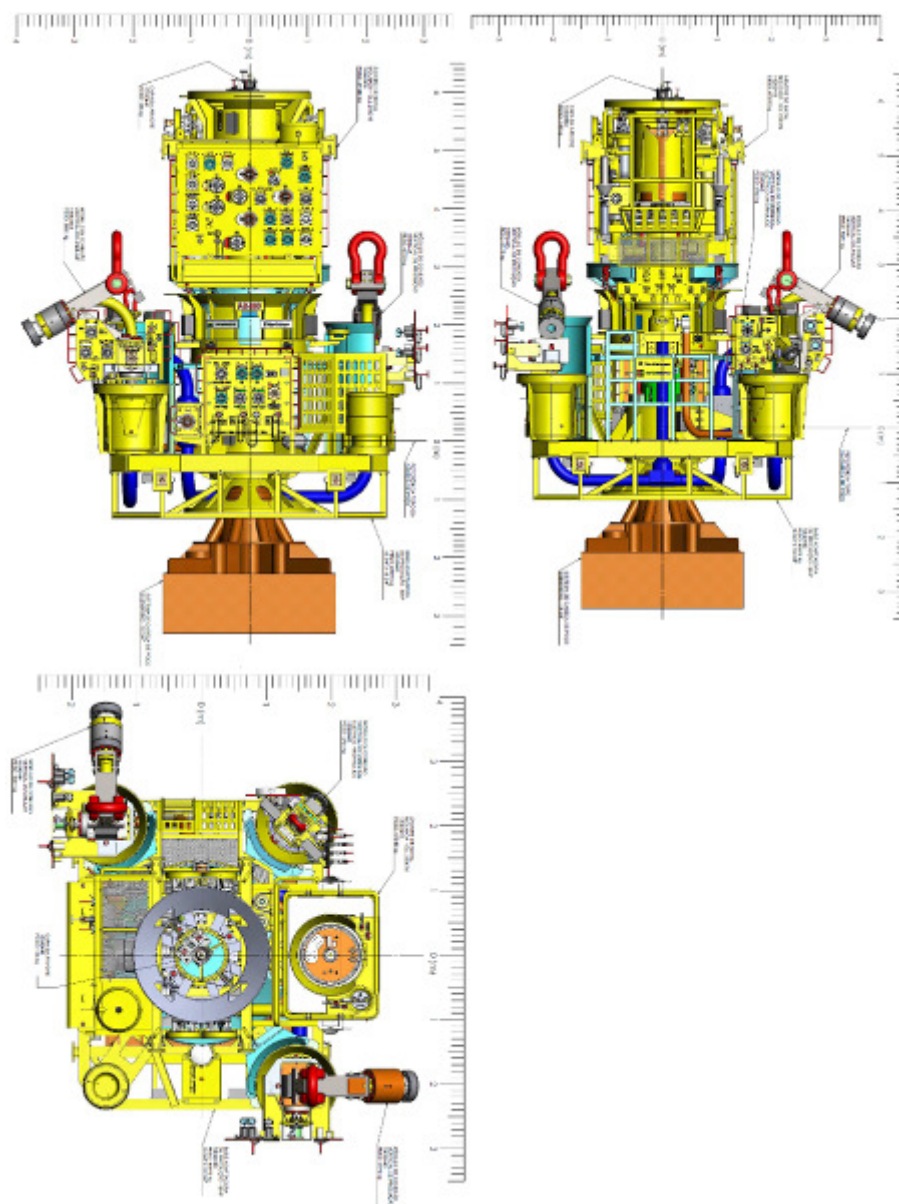


**Figura II.2.7.2-1 - Vista da seção transversal de um Umbilical Eletro-Hidráulico para ANM Multiplexada**  
Fonte: PETROBRAS.

### II.2.7.3 Árvores de Natal Molhadas (ANMs)

As estruturas submarinas que serão instaladas sobre o solo marinho serão as árvores de natal molhadas (ANMs). A **Figura II.2.7.3-1** apresenta um esquema representativo de uma ANM convencional (não horizontal).





**Figura II.2.7.3-1** – Desenho representativo de uma ANM utilizada no projeto.

Fonte: Aker Solutions

Para a interligação dos poços ao FPSO Cidade de Mangaratiba serão usadas ANMs com 3 Módulos de Conexão Vertical (MCVs) independentes. Um MCV servirá para a interligação da linha de produção, outro para a interligação da linha de serviço e o terceiro para interligação do umbilical de controle (UEH) das válvulas da ANM.

O sistema MCV possui flanges padronizados e compatíveis para permitir a conexão da linha na ANM. Esta conexão é feita no navio de lançamento de linhas, que através de cabos de aço, desce o MCV até a ANM para a interligação do poço à unidade de produção.

Nestas ANMs os 3 MCV's serão independentes para permitir o lançamento das linhas (serviço, produção e UEH) independentemente. Caso fosse utilizado um único MCV, as três linhas teriam de ser lançadas simultaneamente. As árvores possuirão 6 válvulas - M1, W1, M2, W2, XO e PXO - que poderão ser acionadas pela unidade de produção. As demais válvulas das árvores – S1, S2, AI - são válvulas utilizadas somente durante uma intervenção com sonda no poço, portanto só podem ser acionadas pela sonda que estiver intervindo no poço.

Todas as válvulas da ANM são normalmente fechadas. Só ficam abertas caso haja pressão no atuador das mesmas, pressão esta transmitida da unidade de produção até o atuador da válvula via umbilical de controle (UEH). Uma vez drenada a pressão da linha de controle a válvula fecha automaticamente priorizando a segurança em caso de falha. Estas ANM serão equipadas com sensores de pressão e temperatura (TPT e PT de anular) e sensores de pressão e temperatura de fundo de poço para cada zona completada com equipamentos de completação inteligente (PDG múltiplos).

Com a utilização do sistema de controle multiplexado na ANM, mais funções e sinais poderão ser acrescentados ao sistema, pois as informações de sensores e outros equipamentos serão coletadas, multiplexadas pelo sistema de controle (POD), enviadas através dos cabos elétricos dos umbilicais e de multiplexadas pelos equipamentos de superfície, de onde em diante recebem o mesmo tratamentos das informações analógicas usuais.

#### **II.2.7.4 Sistema de escoamento de gás (trecho rígido 5,5 km)**

Para o DP de Lula – Área de Iracema Sul, será instalado um sistema de escoamento constituído por um duto rígido de 20", com extensão aproximada

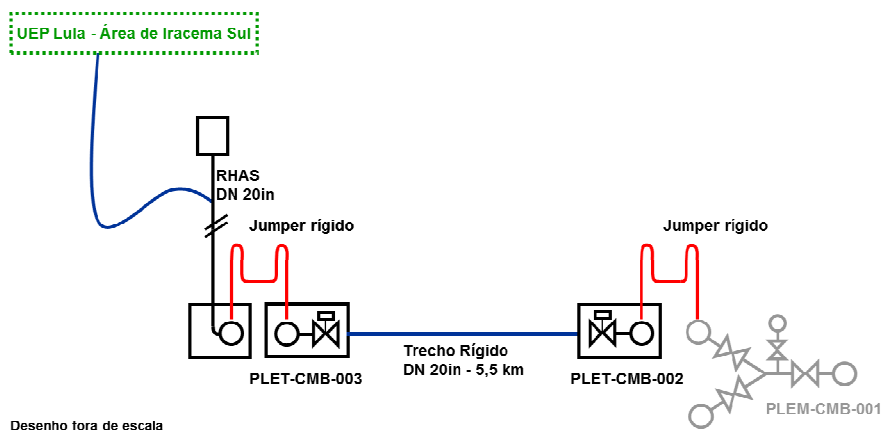


de 5,5 km, que estará conectado ao FPSO através de um RHAS dedicado interligado à unidade de produção por um *jumper* flexível de 16”.

Esse duto possui os seguintes equipamentos:

- *Jumper* Rígido (20”) – conexão do PLET-CMB-003 ao pé do RHAS;
- PLET-CMB-003 – terminação do duto de 20” com válvula de emergência (EDSV) – Entrada: 1 x 20” para interligação com o pé do RHAS com uma válvula ESDV de 20”; Saída: 20” para o gasoduto;
- Duto (*Flowline* Rígido - 20”) – conecta o PLET-CMB-003 ao PLET-CMB-002;
- PLET-CMB-004 – terminação do duto de 20” com válvula esfera com atuador mecânico – Entrada: 1 x 20” para interligação com o PLEM com uma válvula esfera de 20”; Saída: 20” para o gasoduto;
- *Jumper* Rígido (20”) – conexão do PLET-CMB-002 ao PLEM-CMB-001.

A **Figura II.2.7.4-1** apresenta o desenho esquemático do diagrama unifilar do sistema de exportação de gás.



**Figura II.2.7.4-1** - Diagrama unifilar esquemático do sistema de exportação de gás.

Fonte: PETROBRAS.

A **Tabela II.2.7.4-1** abaixo descreve os principais parâmetros operacionais deste gasoduto.

**Tabela II.2.7.4-1 - Características operacionais do gasoduto Lula - Área de Iracema Sul.**

Característica	Informação
Vazão Máxima de Operação	7.200.000 m <sup>3</sup> /d
Pressão Máxima de Operação	25 MPa
Pressão Mínima de Operação	0,1 MPa
Pressão Incidental de Projeto	27,5 MPa
Temperatura Máxima de Operação	38 °C
Temperatura na Entrada do Gasoduto	4 °C
Comprimento Aproximado do Duto	5,5 km
Diâmetro Interno Mínimo do Duto	17"
Diâmetro Externo	20"
Sobre-espessura de corrosão	3,2 mm
Vida Útil	30 anos
Revestimento Anticorrosivo externo - Polipropileno Tripla Camada	3,6 mm
Profundidade mínima	2213 m
Profundidade máxima	2229 m

Fonte: PETROBRAS.

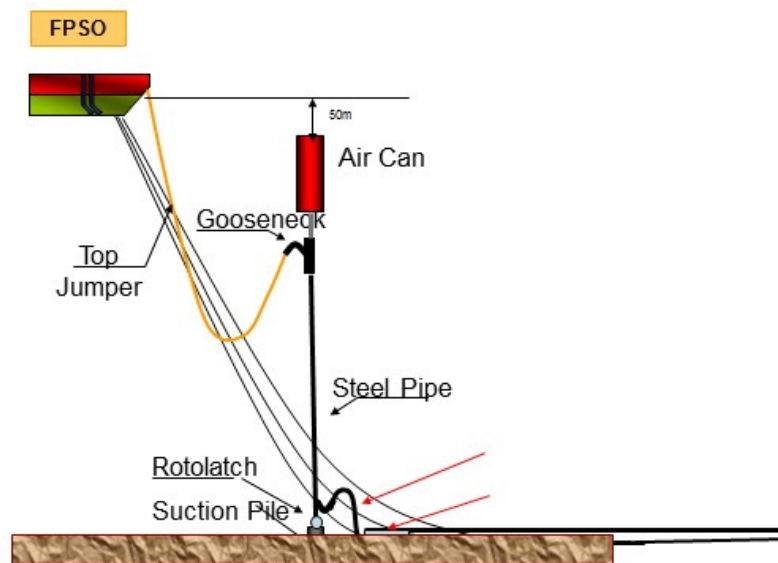
### II.2.7.5 **Riser Híbrido Auto-Sustentável – RHAS**

O Riser Híbrido Auto-Sustentável (RHAS) consiste em um tubo de *riser* vertical com sustentação superior fornecido por tanques de flutuação (*air can*), um *jumper* flexível ligando o *riser* ao FPSO. A base é formada por uma estaca de sucção (*suction pile*) e um conector de tipo *rotolatch* que permite a rotação do *riser* na base.

O RHAS possui os seguintes componentes principais:

- *Jumper* flexível com *Bend Stiffener* em ambas as extremidades conectando o FPSO para o TRA (*Top Riser Assembly*);
- Um tanque de flutuação anexado ao TRA por meio de uma junta flexível;
- Uma linha vertical rígida de 20" OD free-standing;
- Um conjunto de fundo do *riser* (BRA - *Bottom Riser Assembly*) incluindo um sistema de travamento com junta flexível;
- Âncora do tipo estaca (torpedo) de sucção.

A **Figura II.2.7.5-1** ilustra uma instalação típica de um sistema com RHAS.



**Figura II.2.7.5-1** - Desenho esquemático de sistema com RHAS.

Fonte: SAIPEM

## II.2.8 Descrição das Atividades de Interligação Submarina e das Embarcações Utilizadas

### II.2.8.1 Descrição da Instalação das Linhas Flexíveis

Para o lançamento das linhas flexíveis será utilizada uma embarcação especializada. As possíveis embarcações que poderão executar o lançamento são: PLSV (*Pipeline Laying Support Vessel*) — *Seven Phoenix*, *Seven Mar* e *Skandi Niteroi* (**Figura II.2.8.1-1**, **Figura II.2.8.1-2** e **Figura II.2.8.1-3** respectivamente). Estas embarcações estão sob contrato de longa duração com a PETROBRAS e são equipadas com sistema de posicionamento dinâmico, além de sistemas de tensionadores lineares especialmente projetados para suportar as cargas induzidas durante o lançamento das linhas.

Outros equipamentos auxiliares estão instalados nestas embarcações para auxiliar nas manobras de convés, como guindastes e guinchos, inspeção submarina (ROV), medidores de correnteza/ventos e sistemas de posicionamento via satélite/hidroacústico/microondas.



**Figura II.2.8.1-1** – *Seven Phoenix*  
Fonte: PETROBRAS.





**Figura II.2.8.1-2 – Seven Mar**  
Fonte: PETROBRAS.



**Figura II.2.8.1-3 – Skandi Niterói**  
Fonte: PETROBRAS.

Visando mitigar os riscos de interação das linhas a serem lançadas, antes do início de qualquer instalação de linhas de fluxo de processo, será feito um levantamento do trajeto através de ROV (*Remote Operated Vehicle*), **Figura II.2.8.1-4**. Este modelo de ROV é capaz de auxiliar em operações de interligação, intervenção e monitoramento submarinos, numa lâmina d'água de até 3.000 metros, podendo erguer e transportar cargas de até 5 toneladas.



**Figura II.2.8.1-4** - Foto ilustrativa do ROV (Remote Operated Vehicle).  
Fonte: PETROBRAS.

### II.2.8.1.1 Carregamento e Preparação das Linhas

As linhas flexíveis serão carregadas e serão transportadas até o local de instalação no interior do barco de lançamento. Estas linhas serão entregues ao navio com todos os certificados de fabricação e teste da integridade de suas estruturas, devidamente comprovados por uma entidade certificadora.

Durante a navegação para a área, visando a preparação do lançamento das linhas, serão realizados testes de conexão das mesmas. Os preparativos serão feitos no convés de lançamento ou na mesa de trabalho do sistema de lançamento vertical (VLS), dependendo da linha ou umbilical que estiver sendo preparado para o lançamento.

Serão ainda realizadas as seguintes atividades durante o traslado:

- Preparação dos colares de suspensão com os insertos adequados que serão necessários para o lançamento das linhas de fluxo e umbilical;



- Preparação dos acumuladores dos tensionadores dos sistemas de lançamento para a aplicação das forças de aperto especificadas para o lançamento das linhas;
- Preparação do *track* de lançamento a ser seguido.

### II.2.8.1.2 Procedimentos Preliminares para Instalação

Na chegada do navio ao local da atividade as seguintes atividades serão realizadas:

- O sistema de posicionamento dinâmico do navio será verificado através de uma série de testes funcionais;
- Verificação das coordenadas, profundidade e orientação de saída das linhas das estruturas submarinas (ANM) e demais objetos submarinos envolvidos na operação;
- Inspeção da rota projetada para o lançamento das linhas de acordo com a rota planejada;
- De forma a preservar a integridade das estruturas das linhas a serem lançadas, são estabelecidas condições limites das operações de instalação, referentes a vento, mar e correnteza, que deverão ser verificadas antes do início da operação de lançamento;
- Descida das linhas.

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

As conexões intermediárias das linhas flexíveis serão testadas a bordo do PLSV com nitrogênio para comprovar a estanqueidade das mesmas. Como dito

acima, este procedimento é realizado a bordo da embarcação sem descarte de produtos químicos ao mar.

### II.2.8.1.3 Conexão das linhas flexíveis (*risers/jumpers*) ao FPSO Cidade de Mangaratiba (*Pull-in*)

A extremidade final do *riser/jumper* será preparada para conexão ao FPSO. O navio de lançamento (PLSV) se aproximará do FPSO para transferir o cabo principal (cabo de *Pull-in*) do FPSO para a embarcação através de um cabo mensageiro.

Após o cabo principal ser conectado à linha flexível, esta será descida gradualmente até completa transferência da carga da embarcação para o cabo principal do guincho de *Pull-in* do FPSO.

Após a transferência da carga para o cabo do FPSO, o cabo da embarcação será desconectado e recolhido até a superfície. As operações de *Pull-in* são finalizadas com o içamento dos *risers* de todas as linhas flexíveis pelo guincho até o FPSO e sua devida fixação.

O procedimento de instalação do RHAS ocorrerá através das seguintes etapas:

- Primeiramente é realizada a instalação da fundação (estaca torpedo de sucção);
- Através do método de lançamento *J-lay* é realizada a verticalização do corpo tubular do RHAS;
- É realizada a conexão do corpo tubular do RHAS à fundação através do *rotolatch*;
- Em seguida é instalado o sistema de flutuação verticalizado o conjunto de tanques de flutuação e conectando ao conjunto de topo do *riser* através de outro *rotolatch*;
- Por fim é realizada a interligação final entre o RHAS e FPSO através do *jumper* flexível.

### II.2.8.2 Descrição da Instalação do trecho rígido do sistema de escoamento

A instalação do trecho rígido Lula - Área de Iracema Sul pode ser dividida nas seguintes etapas:

- Lançamento convencional do duto e respectivos equipamentos;
- Limpeza e calibração com passagem de *pigs* de escova e de placa calibradora;
- Enchimento do duto com água salina e corante;
- Teste hidrostático do trecho rígido;
- Desalagamento e secagem do duto;
- Interligação do duto com a terminação e *riser*;
- Inertização do duto e equipamentos com Nitrogênio (gás inerte).

O lançamento do trecho rígido está dividido nas seguintes fases:

- Inicialização com o PLET-CMB-003, lançado *in-line*;
- Lançamento contínuo do duto;
- Lançamento contínuo do equipamento *in-line* PLET-CMB-002;
- Abandono da linha;
- Instalação do *Jumper* Rígido interligando o PLET-CMB-003 e o *Riser*;
- Instalação do *Jumper* Rígido interligando o PLET-CMB-002 e o PLEM-CMB-001.

A embarcação que será utilizada tanto para a instalação do gasoduto (trecho rígido) e quanto para o RHAS será o FDS2 da SAIPEM (**Figura II.2.8.2-1**).

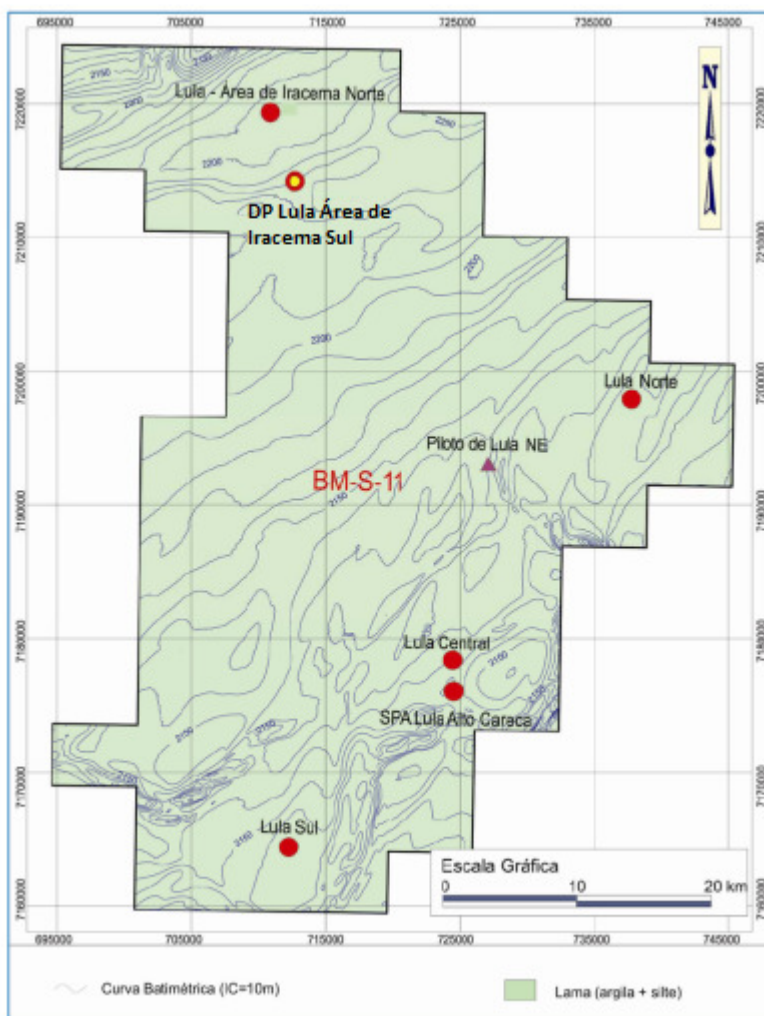


**Figura II.2.8.2-1** - Foto ilustrativa do FDS2.  
Fonte: SAIPEM.

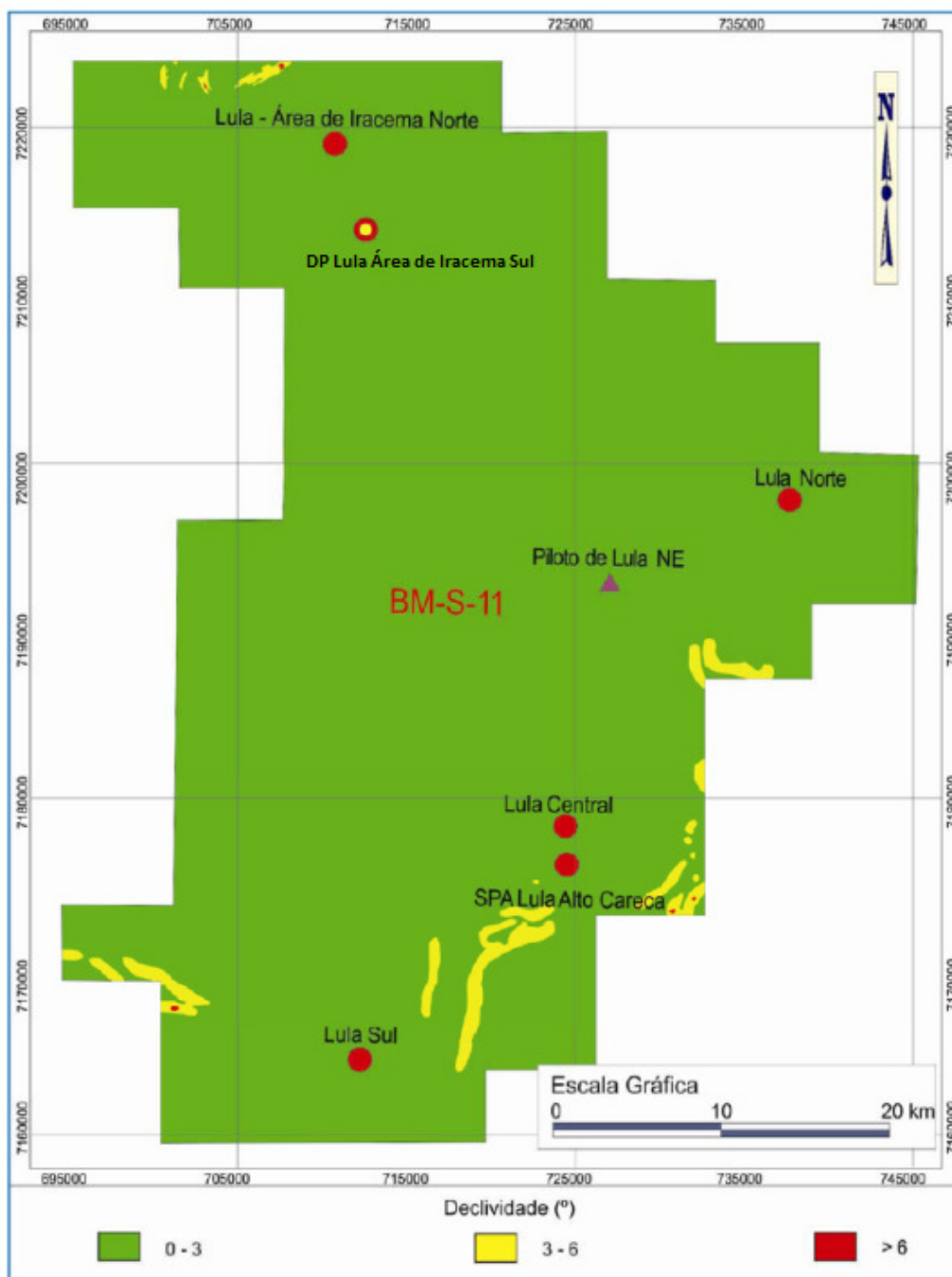
Antes de se iniciar a instalação do gasoduto é feita uma investigação em relação a possível existência de obstáculos a serem atravessados ou desviados pelo duto, sejam eles de gênese antrópica ou natural.

Para tal investigação a PETROBRAS realiza, ao longo das rotas de gasodutos a serem instalados, levantamentos geofísicos e geológicos, com o intuito de identificar possíveis obstáculos naturais (feições morfológicas) e antrópicos que possam representar riscos para a instalação de gasodutos.

Para o projeto em questão, é possível afirmar que na rota do gasoduto não existem obstáculos. O Mapa Batimétrico-faciológico e o de Declividade apresentados na **Figura II.2.8.2-2** e na **Figura II.2.8.2-3** indicam pouca variação na área do DP de Iracema confirmando a afirmação de ausência de obstáculos.



**Figura II.2.8.2-2 - Mapa fisiológico local – Área de Tupi e Iracema (atual Campo de Lula).**  
 Fonte: PETROBRAS, 2012.



**Figura II.2.8.2-3** – Mapa de declividade – Área de Tupi e Iracema - Bloco BM-S-11 - (atual Campo de Lula).  
Fonte: PETROBRAS, 2012.

### II.2.8.2.1 Métodos de lançamento do trecho rígido do sistema de escoamento

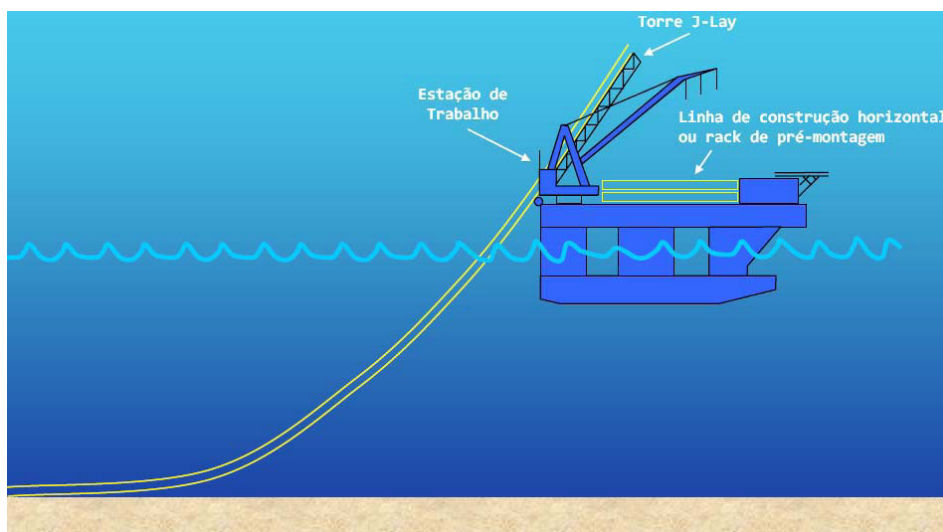
O lançamento do duto será realizado pelo método *J-lay*, cuja descrição é apresentada a seguir:

O nome desse método surgiu em função da forma geométrica suspensa que o duto assume durante sua construção. A característica principal deste método é que o duto deve ser sempre mantido sob tensão para manutenção da forma.

A limitação do método se resume na existência de apenas uma cabine de montagem na linha principal; por esse motivo as embarcações construtoras fazem o lançamento de juntas múltiplas, normalmente entre 4 e 6 juntas.

O método *J-Lay* é uma variação do método *S-Lay*, com a rampa de lançamento construída em posição quase vertical, sendo transformada numa torre de lançamento.

Neste caso a região de *overbend* não existe e a configuração se aproxima ao desenho da letra J. A ausência da região de *overbend* foi o grande motivo pelo qual este método foi desenvolvido primordialmente para águas profundas. A **Figura II.2.8.2.1-1** ilustra um lançamento utilizando o método J-Lay.



**Figura II.2.8.2.1-1** – Método de lançamento J-lay.

Fonte: PETROBRAS, 2013.



Com a utilização da torre de lançamento, as operações de construção já não podem ser desenvolvidas totalmente em série, tendendo assim a uma redução na produtividade deste método.

Para obter uma maior produtividade e reduzir o tempo de instalação dos dutos rígidos, várias formas de otimizações vêm sendo desenvolvidas, tais como o sistema de soldagem automático e pré-fabricação de tramos, para utilização de juntas de maior comprimento na torre de lançamento, as juntas pré-fabricadas e conectadas, no momento da instalação através de conectores mecânicos, são do trecho horizontal, o trecho suspenso é feito soldado, pois os conectores mecânicos ainda não estão qualificados para a utilização em *risers* rígidos em catenárias, apesar de já terem sido usados em aplicações sujeitas à fadiga.

Um processo típico de lançamento *J-Lay* compreende:

- Pré-fabricação de tramos, tipicamente entre 12 e 48m;
- Sistema de elevação para verticalização do tramo pré-fabricado;
- Sistema de transferência do tramo para a torre de lançamento;
- Estação de trabalho, visando alinhamento, soldagem, inspeção por ultrassom e revestimento.

Este método de instalação não necessita de instalações fabris em regiões costeiras e grandes canteiros, perpendiculares à praia para a construção das linhas.

#### **II.2.8.2.2 Limpeza, Calibração e Enchimento do trecho rígido do sistema de escoamento**

Após a conclusão da instalação do trecho submarino serão executados a limpeza, a calibração e o enchimento do duto com água e produtos químicos para realização do teste hidrostático.

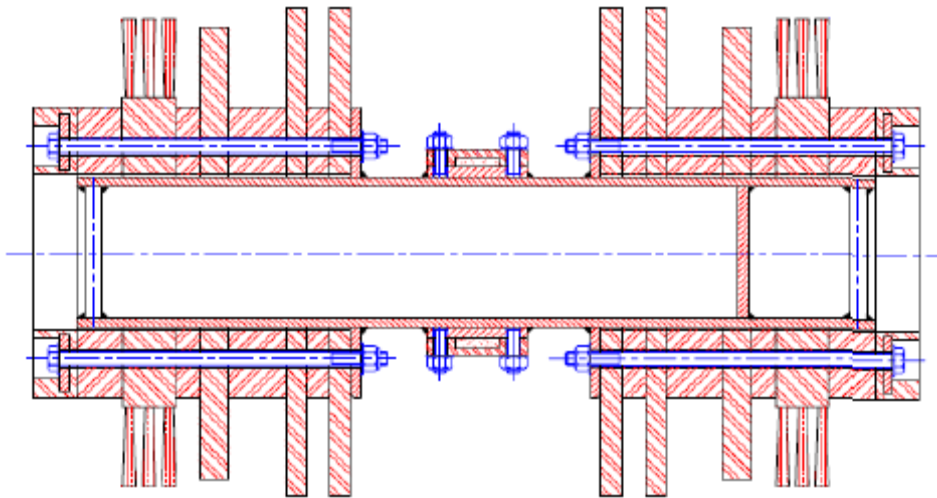




A limpeza consiste na passagem de *pig* de escova para remoção dos detritos e resíduos acumulados no interior do duto na sua fase de construção (**Figura II.2.8.2.2-1**).

A calibração é executada pela passagem de *pig* com disco metálico de diâmetro calibrado para verificação de restrições internas no duto.

Após a verificação da integridade do duto, deverá ser utilizado um *pig* tipo espuma ou tipo copo funcionando como interface para a colocação de fluido para teste hidrostático (enchimento).



**Figura II.2.8.2.2-1** – Ilustração de “Pig” escova Bi-direcional.  
Fonte: PETROBRAS, 2013.

### II.2.8.2.3 Teste Hidrostático do Trecho Rígido do sistema de escoamento

O teste hidrostático é uma operação que garantirá a integridade estrutural do duto, consistindo na pressurização do duto a uma pressão superior à pressão de projeto. O fluido de teste hidrostático deverá detectar possíveis vazamentos ou falhas ocorridas durante a instalação/conexão do duto, para tanto deverá conter um corante. Os principais componentes da água de teste são:

- Água do mar filtrada, com partículas menores que 50 $\mu$ m;
- Corante: Solução de fluoresceína 20%, na dosagem de 40 ppm;

O volume total de água salina (adicionada com corante) para teste hidrostático está estimado em 1.000 m<sup>3</sup>.

O teste hidrostático será executado por um período mínimo de 24 horas após a estabilização da pressão de teste e registrado graficamente para documentação de sua execução.

O descarte do fluido de teste hidrostático deverá ser realizado no mar, em uma das extremidades do duto, na direção horizontal e a cerca de 2 m do leito marinho, enquadrando-se à legislação vigente.

O **Anexo II.2-6** apresenta a Modelagem do Descarte de Fluido de Preenchimento do Teste Hidrostático do trecho rígido do sistema de escoamento.

#### **II.2.8.2.4 Inertização do Gasoduto do sistema de escoamento**

Após a realização do teste de estanqueidade o gasoduto será seco e inertizado, de acordo com as condições seguras de operação estabelecidas nas bases de dados do projeto.

A inertização é feita através do preenchimento de seu interior com gás inerte (nitrogênio), através de mangotes que interligarão as extremidades do gasoduto com o navio de apoio responsável pela injeção do gás.

#### **II.2.8.2.5 Medidas para minimizar os riscos durante a instalação do sistema de escoamento**

Visando mitigar os riscos de interação das linhas a serem lançadas, antes do início de qualquer instalação de linhas de fluxo de processo será feito um levantamento do trajeto através de ROV. Tal equipamento é comumente utilizado em operações de interligação, intervenção e monitoramento submarino, em profundidades de até 3.000 m, podendo erguer e transportar cargas de até 5 t.

Além disso, a PETROBRAS mantém um registro atualizado da localização de todas as estruturas (obstáculos) fixas existentes (submersas ou na superfície) na região de realização de suas atividades. Isto é feito através do Sistema de Gerenciamento de Obstáculos (SGO), ferramenta amplamente adotada em suas atividades na Bacia de Campos e estendida para a Bacia de Santos.

Dessa forma, qualquer instalação só é feita após consulta a este banco de dados, de maneira a mitigar os riscos de interação das novas estruturas submarinas com outros equipamentos existentes na área. Assim, para a instalação das linhas pertencentes ao sistema submarino dos TLDs, Pilotos e DP objetos deste estudo, serão consideradas rotas sem interferências, com base no SGO e na inspeção visual (*track survey*) através de ROV, mantendo-se, ainda, um afastamento seguro entre tais estruturas.

Após a instalação, todos os dados referentes a estes equipamentos e linhas serão imediatamente inseridos no SGO.

Destaca-se que previamente ao lançamento dos dutos são feitos cálculos que definem comprimento e altura máximas de um vão livre até onde a integridade dos dutos não é comprometida ao longo de sua vida útil, estabelecendo-se assim o seu critério de admissibilidade. Todo vão livre que ultrapasse estes valores devem ser objeto de instalação de calços. A posição preliminar dos calços de vãos livres é determinada pelo projeto que analisa o duto em termos estruturais baseado na posição do mesmo no leito marinho considerando o relevo de fundo. Com base nestes dados, para os gasodutos que serão instalados não foram identificados vãos livres acima dos critérios de admissibilidade, portanto não está prevista a instalação de calços.

Independente disto, após o lançamento de dutos, um ROV verifica a existência de vãos. Caso seja detectada a presença de vãos, o comprimento e altura dos mesmos ao longo da rota são medidos, de forma que seja possível identificar vãos cujo comprimento ou altura estejam maiores que o admissível, necessitando, assim, serem calçados. Um monitoramento detalhado é conduzido nessas áreas onde os suportes são necessários antes que a

instalação do calço se inicie. É avaliado o nível de enterramento entre o duto existente e o leito marinho, declive e condições do solo marinho, dentre outros fatores que podem afetar a instalação dos calços.

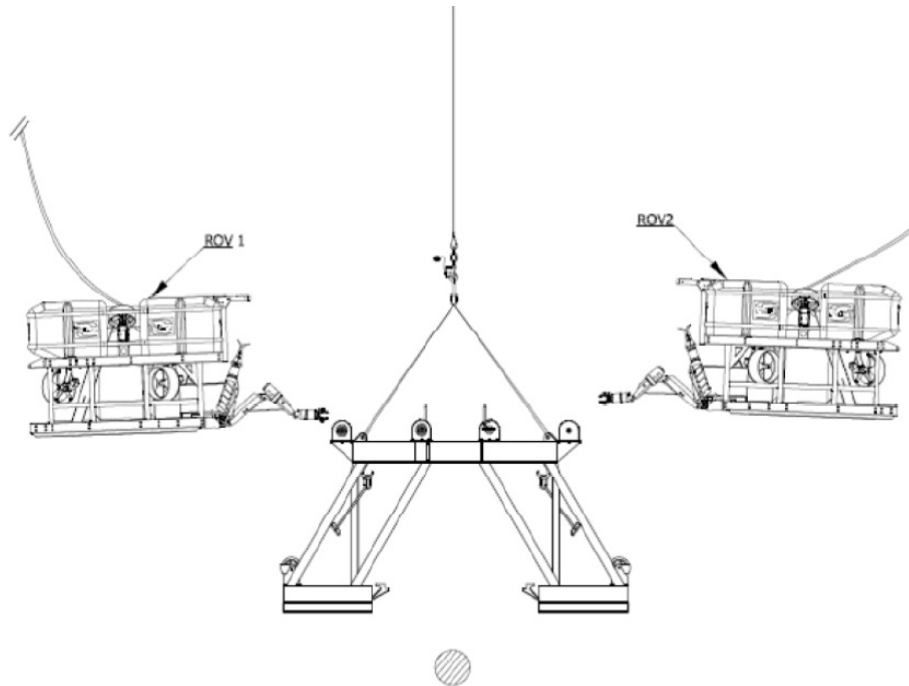
A solução a ser utilizada para a correção dos vãos depende da sua altura, onde para vãos maiores que 1 m são especificados os suportes mecânicos, e para os vãos com altura menores que 1 m são utilizados sacos com pasta de cimento (*Grout Bag*).

Destaca-se que a rota dos dutos a serem instalados encontra-se assentada sobre um substrato composto de lama arenosa e apresenta relevo suave. Apesar de não se poder garantir que não ocorra erosão em torno da base dos calços, a otimização das configurações dos *Grout Bags* poderá favorecer a hidrodinâmica dos mesmos e reduzir os efeitos erosivos sob o duto para que o calço não perca sua função.

Para os dutos em questão, como exposto anteriormente, não há a necessidade de instalação de calços, uma vez que não são esperados vãos livres ao longo do tempo de vida útil dos dutos, em função das características geomorfológicas, faciológicas e geotécnicas dos substratos sob sua rota, que fazem com que não sejam esperadas taxas efetivas de transporte de sedimentos.

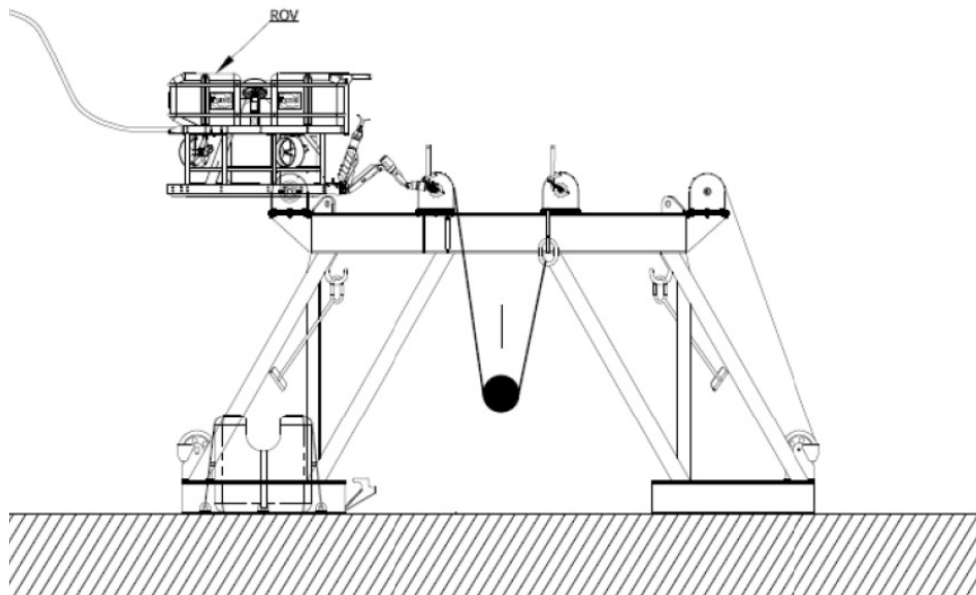
Ainda assim, para efeito informativo, apresenta-se, a seguir, o processo de calçamento utilizando *Grout Bag*:





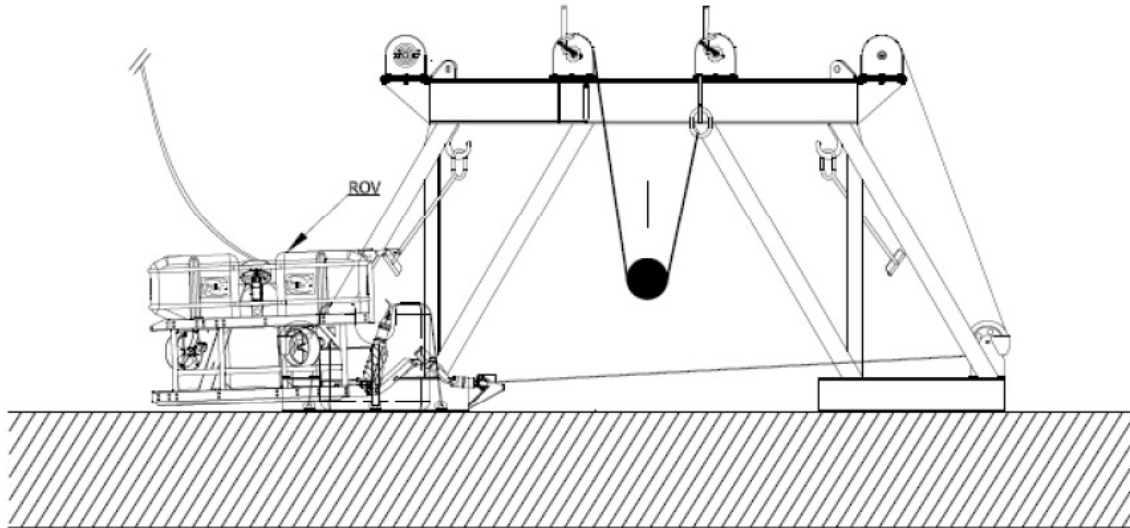
**Figura II.2.8.2.5-1** – Descida do equipamento de instalação de Grout Bag controlado pelo guindaste na embarcação e posicionamento auxiliado pelos ROVs.

Fonte: PETROBRAS, 2012.

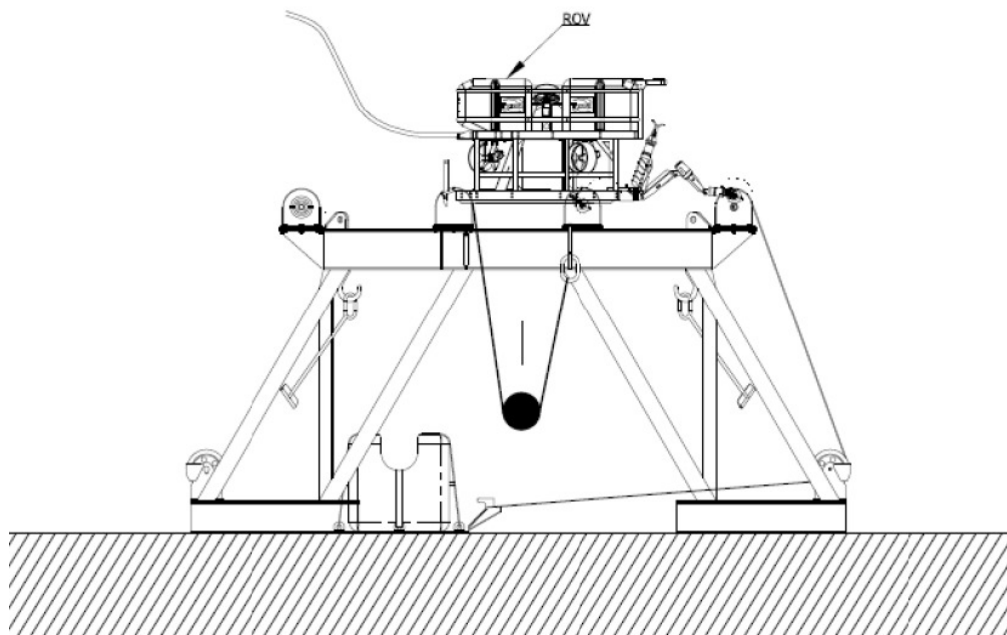


**Figura II.2.8.2.5-2** – ROV opera guincho da estrutura em volta da tubulação para seu içamento controlado.

Fonte: PETROBRAS, 2012.



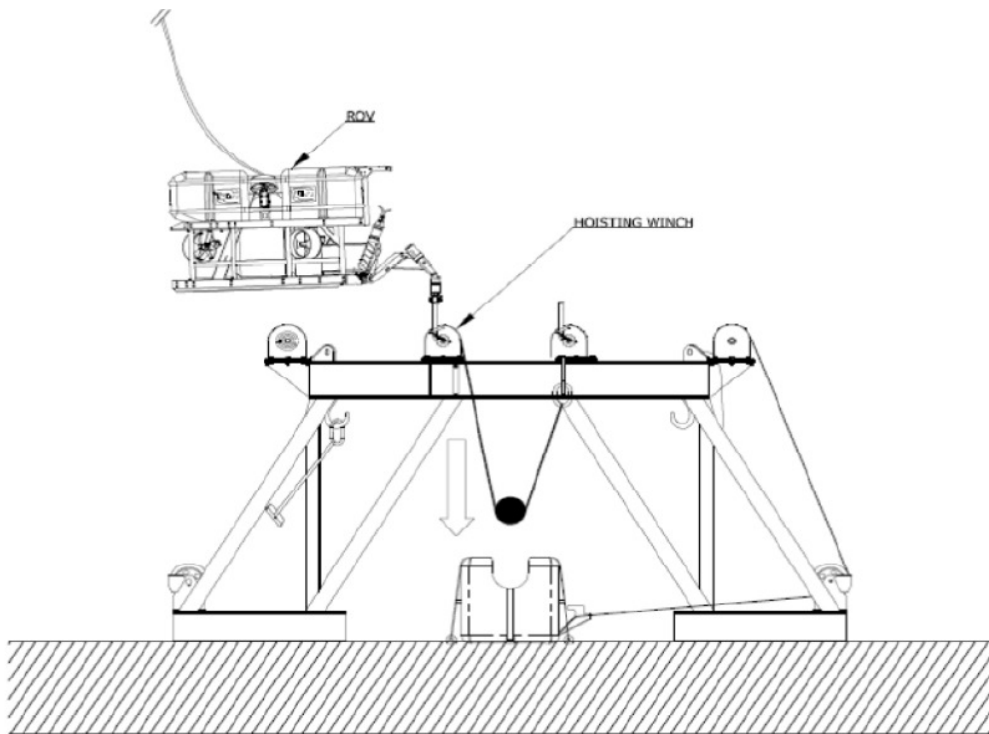
**Figura II.2.8.2.5-3** – ROV conecta o cabo guincho de movimentação no Grout Bag.  
Fonte: PETROBRAS: 2012.



**Figura II.2.8.2.5-4** – ROV opera o guincho para o posicionamento do Grout Bag  
abaixo do duto.

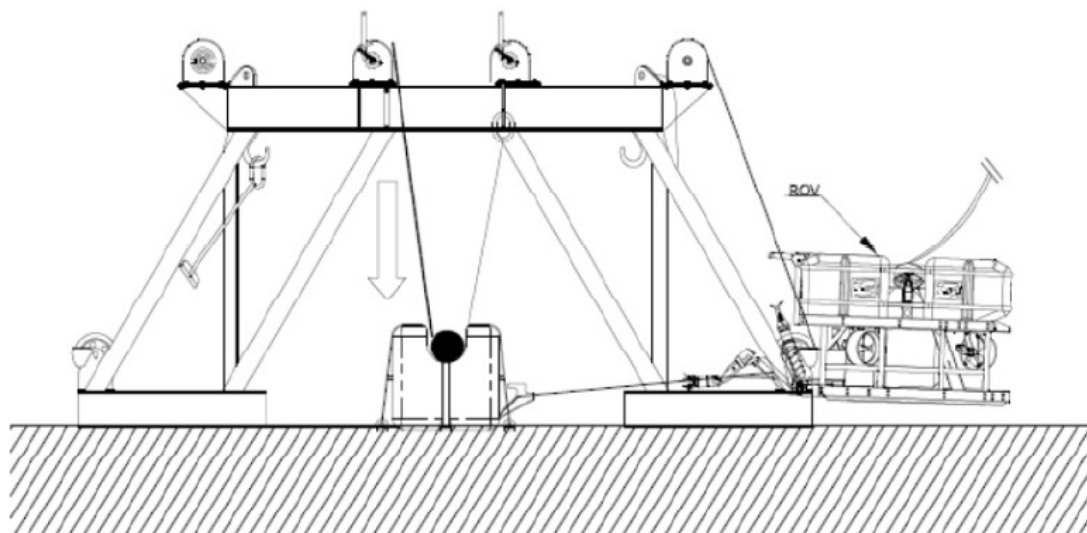
Fonte: PETROBRAS, 2012.





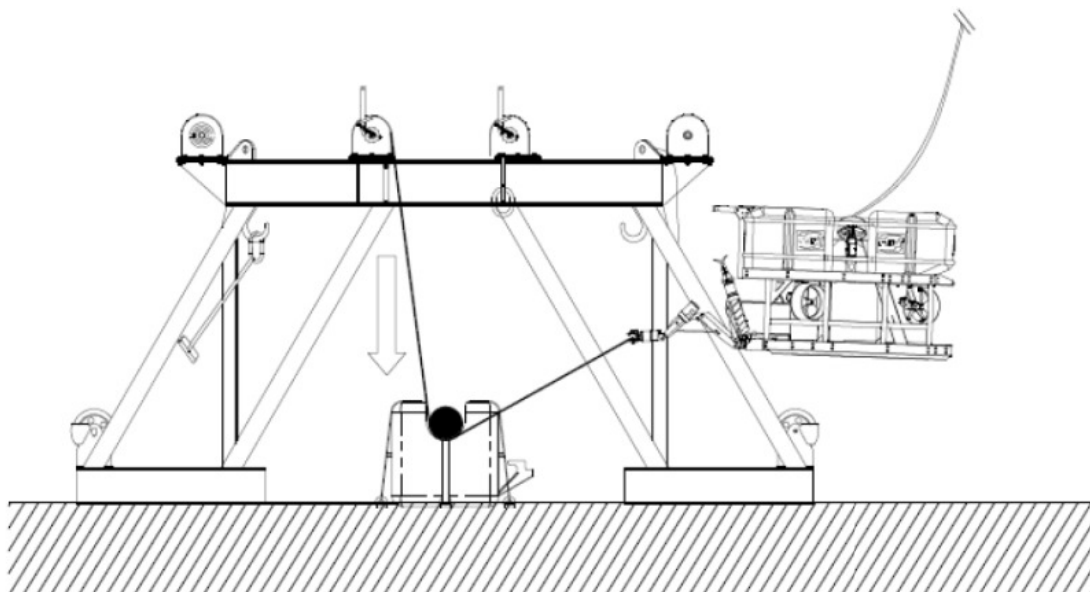
**Figura II.2.8.2.5-5** – Desconexão do guincho de posicionamento do Grout Bag.

Fonte: PETROBRAS, 2012.



**Figura II.2.8.2.5-6** – Desconexão do guincho de içamento do duto e posterior subida do equipamento de instalação do Grout Bag.

Fonte: PETROBRAS, 2012.



**Figura II.2.8.2.5-7** – Descida do duto no Grout Bag com o auxílio do ROV.  
Fonte: PETROBRAS, 2012.

É importante destacar que são realizados testes de estanqueidade em todas as linhas de escoamento (rígidas e flexíveis) antes do início da operação, de modo que, mesmo com a ocorrência de um rompimento durante a instalação, esta falha é identificada e corrigida antes do início das atividades.

## II.2.9 Testes de Estanqueidade das Linhas Flexíveis

### II.2.9.1 Testes realizados a bordo do PLSV

Os testes de vedação de conexões intermediárias flangeadas montadas no navio de lançamento serão feitos imediatamente após a sua montagem e com a conexão ainda a bordo do PLSV.

### II.2.9.2 Testes Pneumáticos

Realizados preferencialmente com nitrogênio em todas as conexões intermediárias das linhas de fluxo. Caso haja vazamento de nitrogênio no teste,



a conexão será refeita com troca dos anéis de vedação, seguido de novo teste pneumático.

### II.2.9.3 Teste Final das Linhas

Os testes finais para assegurar a estanqueidade e integridade das linhas e de suas conexões flangeadas, bem como das conexões destas linhas com os equipamentos submarinos, consistirão de testes de estanqueidade, utilizando como fluido a água do mar, sendo realizados a partir da própria unidade de produção contra as respectivas ANMs.

A detecção do local do vazamento, caso ocorra, será feita, prioritariamente, sem utilização de um corante traçador. O procedimento de detecção é realizado seguindo-se as etapas abaixo:

- Verificação da queda da pressão no Registrador instalado no FPSO;
- Mantendo-se a linha pressurizada, o ROV percorre o duto buscando sinais de vazamento (borbulhamento e jatos de água), principalmente nas conexões;
- Na hipótese de localização do vazamento, a linha deverá ser recolhida (*pull-out*) pelo PLSV e a conexão ou ponto da linha que apresentou vazamento deverá ser reparado;
- Na hipótese de constatação de queda de pressão e não localização do vazamento, o duto é recolhido (*pull-out*) para inspeção, manutenção e posterior lançamento;
- É realizado um novo teste de estanqueidade.

### II.2.9.4 Procedimentos do Teste de Estanqueidade

O teste de Estanqueidade é realizado em 4 etapas, conforme detalhado a seguir, sendo o controle de pressão verificado na plataforma, com registros

contínuos durante toda a operação. O teste de estanqueidade somente poderá ser iniciado, após a estabilização da pressão.

### **Etapa 1 – Pressurização**

A linha será pressurizada de acordo com as seguintes condições:

- A taxa de pressurização para o teste hidrostático não poderá ultrapassar valores recomendados pelo fabricante para aquela estrutura.
- A pressão de teste deverá ser de no máximo 1,10 x PMP (pressão máxima de projeto);

### **Etapa 2 – Estabilização**

O tempo de estabilização da pressão é de 1 hora, não devendo a queda de pressão ser maior do que 1% neste período.

### **Etapa 3 - Manutenção da pressão, período de teste**

O tempo de manutenção da pressão para teste é de no mínimo 4 horas.

### **Etapa 4 – Despressurização**

A taxa de despressurização não poderá ultrapassar valores determinados pelo fabricante da linha.

## **II.2.10 Caracterização química, físico-química e toxicológica das substâncias passíveis de descarga**

### **II.2.10.1 Água Produzida**



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

PBS4C

Rev 00  
Out/13

Não haverá o descarte direto dos aditivos químicos utilizados no processo de produção, e sim do efluente água produzida.

A análise ecotoxicológica deste efluente contemplará, portanto, o eventual efeito sinérgico entre os diversos produtos.

Segundo as atuais simulações de reservatório, o FPSO de Cidade de Mangaratiba começará a produzir água em 2015 com previsão de 128 m<sup>3</sup>/dia, alcançando uma vazão máxima de 8.384 m<sup>3</sup>/dia em 2021.

Devido a este fato, os testes de toxicidade agudo e crônico com os organismos *Mysidopsis juniae* e *Lytechinus variegatus*, bem como a caracterização físico-química da água produzida, não foram realizados.

Assim que haja o início da geração de água de produção e estes testes sejam realizados seus resultados serão encaminhados à CGPEG/IBAMA.

Apesar do FPSO Cidade de Mangaratiba ainda não estar em operação, foi realizada uma modelagem de descarte de água produzida (apresentada no Anexo II-6-1 da Revisão 02 do Etapa 1).

### II.2.10.2 Óleo Produzido

A caracterização química e físico-química do óleo produzido na Área de Iracema é apresentada na **Tabela II.2.10.2-1**.

Em relação ao teste toxicológico, ainda não foi possível a realização deste, no óleo dos poços que farão parte do FPSO Cidade de Mangaratiba, a PETROBRAS compromete-se a realizá-lo tão logo estes iniciem a produção.

**Tabela II.2.10.2-1 - Caracterização do óleo de Lula - Área de Iracema Sul.**

Componentes	Óleo morto	Gás do <i>flash</i>	Fluido do Reservatório
CO <sub>2</sub>	0.00	1.07	0.87
N <sub>2</sub>	0.00	0.50	0.40
C <sub>1</sub>	0.00	77.02	62.01
C <sub>2</sub>	0.00	9.21	7.42
C <sub>3</sub>	0.35	6.32	5.16
IC <sub>2</sub>	0.18	1.20	1.00
NC <sub>4</sub>	0.74	2.23	1.94
IC <sub>5</sub>	0.56	0.62	0.61
NC <sub>5</sub>	1.16	0.80	0.87
C <sub>5</sub>	2.94	0.70	1.14
C <sub>7</sub>	5.56	0.09	1.16
C <sub>8</sub>	7.87	0.17	1.67
C <sub>9</sub>	6.87	0.04	1.37
C <sub>10</sub>	6.55	0.00	1.28
C <sub>11</sub>	5.24	0.00	1.02
C <sub>12</sub>	4.83	0.00	0.94
C <sub>13</sub>	4.68	0.00	0.91
C <sub>14</sub>	3.94	0.00	0.77
C <sub>15</sub>	3.73	0.00	0.73
C <sub>16</sub>	2.88	0.00	0.56
C <sub>17</sub>	2.62	0.00	0.51
C <sub>18</sub>	2.62	0.00	0.51
C <sub>19</sub>	2.50	0.00	0.49
C <sub>20+</sub>	34.18	0.00	6.66
Densidade do gás		0.7757	
Massa Mol. Total	254.4	22.47	67.66
Massa Mol. C <sub>20+</sub>		452	
Densidade C <sub>20+</sub>		0.9372	
Temperatura		40 °C	
RGO do <i>flash</i>		336.92 m <sup>2</sup> std/m <sup>3</sup> std	
<i>API</i>		29.92	
Coef. exp. Térmica		7.7402 x 10 <sup>-4</sup> °C <sup>-1</sup>	

Fonte: PETROBRAS.

**II.2.10.3 Aditivos Químicos da Unidade de Remoção de Sulfatos (URS)**

Os aditivos químicos a serem utilizados na Unidade de Remoção de Sulfatos (URS) serão o inibidor de incrustação (ex: *Scaletreat 890C*), o



sequestrante de cloro (ex: *Antichlor*) e o biocida (ex: *Biocontrol RO*), cujas FISPQS estão apresentadas no **Anexo II.2-2**.

Ressalta-se que o biocida será utilizado somente nas operações de manutenção, sendo descartado durante 1 (uma) hora 2 (duas) vez na semana.

**Tabela II.2.10.3-1 - Composição dos produtos químicos utilizados na URS do FPSO Cidade de Mangaratiba.**

Produto Químico	Função	Concentração (ppm)
Scaletreat 890C	Inibidor de incrustação	1-10
Antichlor	Sequestrante de cloro	0-20
Biocontrol RO	Biocida	100-1000

No teste de toxicidade do efluente, cujo valor mais restritivo refere-se à Concentração de Efeito Não Observado (CENO), o limiar de concentração letal de 50% dos organismos (CL50) é de 1,56% da concentração inicial referente ao cenário do efluente com biocida. A lista completa dos limiares estudados é apresentada na **Tabela II.2.10.3-2**.

**Tabela II.2.10.3-2 - Limiares de toxicidade considerados para o efluente da Unidade de Remoção de Sulfatos (URS) nos cenários COM e SEM biocida. Os valores referem-se ao percentual da concentração inicial.**

LIMIAR	Efluente COM biocida	Efluente SEM biocida
CL50	1.56%	12.50%
CEO	3.12%	25.00%
CENO	4.22%	46.08%

Legenda: CL50 - Concentração Letal a 50% dos organismos; CEO - Concentração de Efeito Observado; CENO – Concentração de Efeito Não-Observado.

#### II.2.10.4 Aditivos Químicos do Teste Hidrostático

Para realização do teste no gasoduto é utilizado uma solução de água do mar e um corante orgânico á base fluoresceína a 20% (Fluorene R2) em uma concentração de 40 ppm, que tem como objetivo detectar possíveis vazamentos ou falhas ocorridas durante a instalação/conexão do duto.

O Fluorene R2 é um fluido que contém agentes corantes de base orgânica de caráter não-iônico. É solúvel em água, biodegradável e não é tóxico. É amplamente utilizado na indústria de petróleo como traçador químico na composição de fluidos de testes hidrostáticos.

Os testes de toxicidade desse produto, (apresentados no **Anexo II.2-7**), demonstraram que o mesmo não apresentou toxicidade para a maioria dos testes agudos realizados com diversos organismos (microcrustáceos *Artemia sp* e *Daphnia similis*, bactéria *Vibrio fischeri*, peixes *Poecilia vivipara* e *Brachydanio rerio*), quando testado até a concentração de 1000 ppm, exceto para o misidáceo *Mysidopsis juniae*, cuja CL50 96h foi de 705,08 ppm. No teste crônico com embriões do ouriço *Lytechinus variegatus* foram observados efeitos de toxicidade crônica na concentração de 300 ppm de Fluorene R2, não tendo sido mais observados efeitos significativos na concentração de 200 ppm.

Vale mencionar que, o efeito observado para os organismos *Mysidopsis juniae* e *Lytechinus variegatus*, se deu em concentrações muito superiores àquela que será utilizada na composição do fluido para o teste hidrostático do duto, cuja concentração será de 40 ppm.

Portanto, pode-se dizer que o produto apresentou baixa toxicidade para os organismos avaliados, não sendo esperados efeitos adversos na biota nas concentrações em que esse produto será utilizado no teste hidrostático.

#### II.2.10.5 Aditivos Químicos da Produção

Os aditivos químicos são produtos utilizados na planta de processo da unidade e nas linhas do sistema de coleta e elevação. Ressalta-se que estes produtos não serão descartados diretamente ao mar.

Os produtos a serem utilizados na Produção são apresentados na tabela abaixo e suas respectivas FISPQs são apresentadas no **Anexo II.2-8**.



**Tabela II.2.10.5-1 - Produtos químicos utilizados na produção para o FPSO Cidade de Mangaratiba.**

	Produto químico	Composição do produto especificado	Exemplo de produto utilizado	Observação
Exportação/Subsea	Inibidor de Hidrato	Etanol	-	-
		MEG	-	-
	Inibidor de parafina	Solvente orgânico aromático	EC 6588A	-
	Inibidor de incrustação (subsea)	Polímero em água e etilenoglicol	POLAN REP 10 EMO	-
	Inibidor Asfalteno	Mistura de compostos aromáticos	PAO 3042	-
	Sequestrante H <sub>2</sub> S	Amina em solvente orgânico	HSO 17326	-
Top Side	Inibidor de corrosão (gás de exportação)	Sal de amina e ácido graxo em solvente orgânico	EC 1353A	-
	Antiespumante	Silicone	DC2-9162	-
	Desemulsificante	Resina polimérica em solvente orgânico	Dissolvan 974	-
	Inibidor de incrustação (topside)	Polímero em água e etilenoglicol	POLAN REP 493-20	-

	Produto	Composição do produto especificado	Exemplo de produto utilizado	Observação
	Polieletrólito	Polímero catiônico em maio aquoso	DISMULGAN V 3377	-
Sistema de Injeção de Água do Mar	Inibidor de incrustação (URS)	Polímero fosfonato em água	Scaletreat 890C	-
	Biocida (URS) - DBNPA	2,2-Dibromo-3-nitrilopropionamida	BIOCONTROL RO - Clariant	-
	Hipoclorito (URS)	Hipoclorito de sódio	-	-
	Sequestrante de Cloro/Oxigênio (URS)	Solução aquosa de bissulfito de sódio	Antichlor	-
Outros	Biocida	Sal fosfônico em solução aquosa	BIOTREAT 4617	-
	Inibidor de Corrosão em água	não há especificação de produto	não há especificação de produto	responsabilidade da contratada

Fonte: PETROBRAS.



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

PBS4C

Rev 00  
Out/13



## II.2.11 Caracterização qualitativa e quantitativa da água produzida

Conforme já mencionado, os testes de toxicidade agudo e crônico com os organismos *Mysidopsis juniae* e *Lytechinus variegatus*, bem como a caracterização físico-química da água produzida ainda não foram realizados.

Assim que estes sejam realizados seus resultados serão encaminhados à CGPEG/IBAMA.

## II.2.12 Laudos técnicos completos das análises

Os laudos técnicos completos das análises de óleo, água produzida e efluente da Unidade de Remoção de Sulfatos serão encaminhados à CGPEG/IBAMA assim que realizados.

## II.2.13 Emissões decorrentes das operações

As estimativas qualitativas para as emissões atmosféricas, dos efluentes sanitários, bem como para os resíduos a serem gerados pela FPSO Cidade de Mangaratiba durante a produção, serão caracterizados a seguir:

### II.2.13.1 Emissões atmosféricas

As principais emissões atmosféricas, em operação normal, são oriundas dos equipamentos responsáveis pela geração de energia para o FPSO.

As emissões atmosféricas serão inventariadas através do Sistema Informatizado da PETROBRAS denominado Sistema de Gestão Atmosféricas (SIGEA).

Os principais poluentes atmosféricos emitidos pelos turbo geradores e a caldeira do FPSO Mangaratiba são os óxidos de nitrogênio (NOx) e de enxofre (SOx), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), material particulado (MP), e hidrocarbonetos totais de petróleo (THP).

Referente à fase de operação do FPSO a **Tabela II.2.13.1-1** apresenta os valores horários das emissões.

Os valores horários das emissões referentes à fase de comissionamento serão apresentados conforme mencionado no **item II.2.6.10 (Sistema de Tocha Vent - comissionamento)** e subsidiará a solicitação da futura licença de operação.



\_\_\_\_\_  
Coordenador da Equipe



\_\_\_\_\_  
Técnico Responsável

PBS4C

Rev 00  
Out/13

**Tabela II.2.13.1-1 - Principais poluentes atmosféricos previstos a serem emitidos pelo FPSO Cidade de Mangaratiba, durante a produção.**

Fonte de Emissão	Cenário em operação	Unidade	NOx	CO	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	SOx	MP	HCT	HCNM	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> eq
Flare Chama Piloto	*	ton/mês	0,1305	0,7101	0,0070	2,5445	0	0,1919	4,2038	1,6592	226,49	282,08
Motor Diesel (gerador auxiliar)	*	ton/mês	9,392	2,4948	0,0039	0,0238	1,1933	0,2935	0,2642	0,2404	543,96	545,67
Motor Diesel (gerador auxiliar)	*	ton/mês	9,392	2,4948	0,0039	0,0238	1,1933	0,2935	0,2642	0,2404	543,96	545,67
Motor Diesel (gerador auxiliar)	*	ton/mês	9,392	2,4948	0,0039	0,0238	1,1933	0,2935	0,2642	0,2404	543,96	545,67
Motor diesel (gerador emergência)	**	kg/h	0,0166	0,0044	0,0000	0,0000	0,0021	0,0005	0,0005	0,0004	0,9608	0,9638
Turbogeradores gás 1	*	ton/mês	31,538	8,0815	0,2957	0,8476	0	0,6505	1,0841	0,2365	12.239,00	12.348,46
Turbogeradores gás 2	*	ton/mês	31,538	8,0815	0,2957	0,8476	0	0,6505	1,0841	0,2365	12.239,00	12.348,46
Turbogeradores gás 3	*	ton/mês	31,538	8,0815	0,2957	0,8476	0	0,6505	1,0841	0,2365	12.239,00	12.348,46
Turbogeradores gás 4	*	ton/mês	31,538	8,0815	0,2957	0,8476	0	0,6505	1,0841	0,2365	12.239,00	12.348,46
Caldeira gás principal	*	ton/mês	4,2558	3,5498	0,0930	0,0972	0	0,3212	0,4649	0,3677	5.353,00	5.383,86

\* FPSO na locação, em produção

\*\* Utilizado somente em situação de emergência.

Obs.1: Para cálculo da estimativa de emissões do Flare Piloto, considerou-se o informado pela Coordenação do Projeto - 3.000 m<sup>3</sup>/dia ou 90.000 m<sup>3</sup>/ mês.

Obs.2: Convencionou-se o consumo de diesel marítimo, nos equipamentos que utilizarão esse combustível.

Obs.3: Todas as estimativas foram obtidas através do SOFTWARE SIGEA , levando-se em consideração o consumo mensal de projeto para cada equipamento.

Obs.4: O cálculo das estimativas de emissões atmosféricas para o Cenário "em produção" foi realizado de forma conservativa, já que não é esperada a operação simultânea dos equipamentos indicados para essa fase

Obs.5: São utilizados apenas 3 turbo geradores principais simultaneamente

Obs.6: As caldeiras são utilizadas apenas em operações de *offloading*

Fonte: PETROBRAS

## II.2.13.2 Efluentes líquidos

Os efluentes líquidos esperados para o FPSO Cidade de Mangaratiba são apresentados na **Tabela II.2.13.2-1** abaixo:

**Tabela II.2.13.2-1 – Efluentes líquidos esperados para o FPSO Cidade de Mangaratiba.**

Poluente	Equipamentos/Skids	Ocorrência
Água produzida	Unidade De Tratamento De Água Produzida	Operação normal
Drenagem aberta	Tanque de <i>slop</i> limpo	Operação normal
Drenagem fechada	Vaso de Dreno Fechado	Operação normal
Água Oleosa da Praça de Máquinas	SAO da Praça de Máquinas	Operação normal
Produtos químicos (subsea)	Skid de Injeção química	Operação normal
Produtos químicos ( <i>topside</i> )	Skid de Injeção química	Operação normal
Produtos químicos (dosagem)	Skid de Injeção química	Operação normal
Esgoto Doméstico (águas cinzas e negras)	Unidade de tratamento de esgoto	Operação normal
Óleo combustível marítimo	Tanques de óleo combustível	Vazamento
Fluidos hidráulicos	Unidade hidráulica	Operação normal
Água do Mar (captação)	Unidade de Remoção de Sulfato	Operação normal
	Sistema de Água de Resfriamento	
Combustível de helicóptero	Helideck e Tanques de Armazenamento	Vazamento
Óleo cru ( <i>offloading</i> )	Operação de <i>Offloading</i>	Vazamento
Óleo Cru	Armazenamento nos Tanques de Carga	Vazamento

Fonte: PETROBRAS.

### II.2.13.2.1 Água Produzida

A água produzida, quando gerada, será tratada em sistema específico e descartada no mar com teor de óleos e graxas inferior a 29 ppm, conforme descrito no **item II.2.21**.

### II.2.13.2.2 Água da Drenagem Aberta



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

PBS4C

Rev 00  
Out/13

O sistema de drenagem aberta consiste de dois *headers*: o sistema aberto contaminado e o sistema aberto não contaminado. As águas de drenagem que compõem o sistema aberto contaminado são geradas na unidade e correspondem às águas de lavagem da planta industrial, da área de armazenamento de insumos combustíveis e do setor de lavagem de peças e equipamentos, associados ainda às águas pluviais que incidem sobre estas áreas e que podem carrear resíduos oleosos.

As águas de drenagem que compõem o sistema aberto não contaminado são geradas por águas de lavagem e águas pluviais que incidem em áreas sem possibilidade de contaminação por óleo.

Os dois *headers* são encaminhados para o tanque de *slop* sujo. A água do tanque de *slop* sujo é decantada e enviada ao tanque de *slop* limpo. Do tanque de *slop* limpo, a água é enviada para o separador água/óleo que garante que o teor de óleos e graxas seja inferior a 15 ppm (MARPOL), e então é descartada para o mar.

### II.2.13.2.3 Água da Drenagem Fechada

O líquido da drenagem fechada é formado por óleo e água, vindos da drenagem de vasos e equipamentos de processo, quando da necessidade de sua manutenção e é enviado para o vaso de drenagem fechada, de onde é bombeado para o Tanque *Off-spec* (*Tanque de água oleosa fora de especificação*), sendo depois reincorporado à planta de processamento.

### II.2.13.2.4 Efluentes Sanitários

O sistema sanitário do FPSO Cidade de Mangaratiba coletará as águas oriundas de vasos sanitários e dos banheiros, lavanderias e cozinha. Seu volume é variável em função do número de pessoas a bordo da plataforma, com um máximo de 150 pessoas. Considerando o uso médio de 150 litros diários por pessoa, o volume gerado poderá chegar a 22,5 m<sup>3</sup>/d. O sistema é

composto por duas unidades de tratamento do tipo *Hamworthy ST40-C*, com capacidade para tratamento de 64 m<sup>3</sup>/d de efluente sanitário.

### **II.2.13.2.5 Água de Resfriamento**

Para o resfriamento dos equipamentos da planta de processo (motores, equipamentos elétricos, ar condicionado, sistemas de utilidades e produtos) presente no FPSO Cidade de Mangaratiba utiliza-se um circuito fechado de água doce, que é resfriado com a captação da água salgada do mar.

Desta forma, a vazão de descarte da água do mar poderá ser no máximo equivalente ao volume de captação. Ressalta-se que essa água percorrerá circuito fechado na unidade, não havendo possibilidade de contaminação com qualquer tipo de produto, apenas a elevação de sua temperatura.

Para descarte, todo o sistema foi dimensionado de forma que a temperatura não seja superior a 40°C.

### **II.2.13.3 Restos Alimentares**

Os restos alimentares produzidos no FPSO Cidade de Mangaratiba serão recolhidos e encaminhados para o sistema de trituração, sendo reduzidos a tamanho inferior a 25 mm, conforme as especificações determinadas na Convenção MARPOL, sendo posteriormente descartadas ao mar. A estimativa da quantidade de restos alimentares para 150 pessoas é de 60 kg/d.

## **II.2.14 Sistemas de Segurança e de Proteção Ambiental**

### **II.2.14.1 Sistema de Ancoragem e de Posicionamento Dinâmico**

#### **II.2.14.1.1 Sistema de Ancoragem**



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

PBS4C

Rev 00  
Out/13

O processo de fixação do ponto de ancoragem (estaca torpedo – **Figura II.2.14.1.1-1**) consiste na descida da estaca até uma profundidade calculada, com um cabo de aço conectado no topo do mesmo, quando então o sistema é liberado caindo por gravidade.

A estaca torpedo penetra no solo marinho sendo que o comprimento da estaca que penetra no fundo do mar, e o ângulo de inclinação da estaca são parâmetros a serem monitorados para o aceite da operação.



**Figura II.2.14.1.1-1** – Estaca do tipo torpedo a ser utilizada na ancoragem.

O FPSO Cidade de Mangaratiba será ancorado em Lula, na Área de Iracema Sul, em lamina d'água de 2.220 metros, por um sistema do tipo *Spread Mooring* que é composto por 24 linhas de ancoragem, divididas em 4 grupos de 6 linhas cada.

Cada uma das linhas é composta de um trecho inferior de amarras, um trecho de cabo de poliéster e um trecho superior de amarra, chamada amarra de superfície. A configuração das linhas de ancoragem é em catenária livre, e os pontos fixos de ancoragem no leito marinho serão feitos por meio de estacas torpedos. A ancoragem do FPSO em sistema *Spread Mooring*, foi dimensionada e testada para operar em condições ambientais extremas

(combinação de ventos, ondas e correnteza), sem causar danos a outros equipamentos e instalações submarinas no local.

As tensões de trabalho das 24 linhas instaladas garantem um passeio máximo do FPSO de 7,1 % da lamina d'água na condição intacta das linhas e 7,6 % na condição de uma linha rompida.

Todas as linhas de ancoragem possuirão dispositivos de monitoramento de tensão permitindo verificação da integridade do sistema de ancoragem como um todo, além disso, este sistema será inspecionado visualmente em frequência não superior a cada 2,5 anos, por meio de ROVs, e com relatórios a serem submetidos à Sociedade Classificadora para manutenção da Classe do FPSO. Vale ressaltar que todo o projeto e instalação do sistema de ancoragem será certificado pela Sociedade Classificadora *American Bureau of Shipping*.

Ressalta-se que na área onde será ancorado o FPSO Cidade de Mangaratiba, não está prevista a ocorrência hidratos nos sedimentos de leito e subleito raso. Como informação adicional, na instalação do sistema de ancoragem do Projeto do TLD de Tupi não houve ocorrência de hidratos nos sedimentos de leito e sub-leito raso, tendo a atividade ocorrido conforme previsto. A **Tabela II.2.14.1.1-1** apresenta a composição do sistema de ancoragem.

**Tabela II.2.14.1.1-1 - Sistema de ancoragem do FPSO Cidade de Mangaratiba.**

Componente	Descrição	Carga de ruptura
Estaca	Torpedo T-120	NA
Amarra de fundo	120 mm grau R3	1258 t
Cabo de poliester	207 mm	1250 t
Amarra de superfície	120 mm grau R3S	1384 t

A operação de ancoragem segue a seguinte sequencia:

#### Pré-lançamento do ponto de ancoragem





Esta fase compreende a instalação das estacas torpedos, amarras de fundo e elos de conexão para cada uma das linhas de ancoragem, e é realizada antes da chegada do FPSO na locação.

Esta fase é realizada por embarcações de manuseio de componentes de ancoragem, designadas AHTS (*Anchor Handling Tug Supply*), e uma embarcação de suporte, designada RSV (*Remote Survey Vessel*), para operação do ROV.

Devido ao fato das embarcações que serão utilizadas no processo de ancoragem do FPSO Cidade de Mangaratiba serem constantemente utilizadas nas diversas Unidades de Negócios de E&P da PETROBRAS, seguem nomes de algumas das embarcações que poderão ser utilizadas neste procedimento: *Maersk Boulder*, *Far Santana*, *Far Senior*, *Far Scout* (**Figura II.2.14.1.1-2**) nomeadas para fins de entendimento do texto abaixo, como AHTS-1 e AHTS-2. As informações referentes a estas embarcações foram encaminhadas ao CGPEG/DILIC/IBAMA através da Carta UN-BC/SMS/CLA nº 0169/2008, em 30/06/08 solicitando a inclusão destas nos Projetos Ambientais de Caráter Continuado nas Embarcações do tipo PLSV, DSV, RSV.

(a)



(b)



**Figura II.2.14.1.1-2** - Foto das embarcações de suporte *Far Scout* (a) e *Far Senior* (b), que poderão ser utilizadas na instalação da ancoragem do FPSO Cidade de Mangaratiba.

Fonte: PETROBRAS.

Ao chegar à locação, o AHTS-1 é posicionado nas coordenadas de lançamento das âncoras, os componentes da linha de ancoragem são montados (amarras, elos de conexão e cabos de trabalho dos barcos de manuseio), sendo em seguida realizado o *overboarding* do torpedo com cabo de aço auxiliar (movimentação do torpedo e componentes no convés para posicioná-los fora da embarcação).

Posicionado o torpedo na altura de tiro adequada, a embarcação libera a queda do torpedo. São monitorados os parâmetros da queda e da cravação e, estando dentro do esperado, o sistema é abandonado para posterior conexão das amarras. Caso os parâmetros não estejam conformes o torpedo é descravado para novo tiro.

O AHTS-2 terá como função armazenar parte dos materiais necessários repassando-os ao barco lançador e participar do descravamento do torpedo caso o lançamento seja rejeitado. No final desta fase a amarra de fundo é interligada aos cabos intermediários de poliéster. Após o engate, o AHTS lançador abandona a linha conectada com boia, a qual terá as funções de sustentação do peso da linha e marcação da posição da mesma.

#### Hook-up e tensionamento das linhas de ancoragem:

O *hook-up* tem início após a chegada do FPSO na locação e consiste na conexão do topo do sistema pré-lançado com a amarra de topo, e conexão desta amarra ao seu respectivo mordente a bordo do FPSO. Após o *hook-up* as linhas de ancoragem são tensionadas pelos guinchos do FPSO e, alcançando a tensão de projeto, as amarras são travadas em componentes denominados *chain stopper* (mordente).

Nesta etapa, serão disponibilizados pelo menos 6 rebocadores, os quais deverão atuar nas atividades de reboque e posicionamento do FPSO Cidade de Mangaratiba dentro do quadro de bóias visando limitar a deriva da unidade, conexão dos sistemas pré-lançados com o FPSO, tensionamento das linhas de

ancoragem até a tensão de projeto e travamento das linhas nos mordentes (*chain stoppers*) do FPSO.

Quando o FPSO Cidade de Mangaratiba alcançar as proximidades da sua locação, este passará então a ser conduzido pelos rebocadores designados no procedimento, visando o início da fase 2 da operação de ancoragem.

O conjunto se aproximará lentamente da localização final, numa direção que seja favorável considerando as condições ambientais presentes, principalmente levando em consideração as variáveis: vento e corrente. Após o posicionamento e travamento da unidade, serão repassados do FPSO Cidade de Mangaratiba para a embarcação AHTS-1, um cabo mensageiro e um trecho de amarra provisória. A embarcação AHTS-1 conectará a amarra de topo à amarra provisória.

Simultaneamente, a AHTS-2 pescará a boia de marcação e conseqüentemente, a ponta do sistema de ancoragem lançado na fase (1), conectará ao cabo de poliéster superior (último cabo de poliéster), o qual será lançado na água. Em seguida, a AHTS-1 transferirá a ponta da amarra de topo à embarcação AHTS-2, para que esta seja conectada ao último cabo de poliéster, e a conexão final lançada na água. O guincho principal do FPSO Cidade de Mangaratiba recolherá a amarra provisória e parte da amarra de topo até atingir o ponto de travamento no mordente (*chain stopper*) que corresponde ao valor da tensão de projeto da linha de ancoragem.

Caso necessário, para diminuir o peso da amarra e facilitar o tensionamento pelo guincho do FPSO, um dos AHTS poderá pescar parte da amarra com garatêia suspendendo-a com seu guincho e aliviando a tensão no guincho da unidade de produção. Uma embarcação de suporte com ROV (RSV) participará de todas as operações de recuperação e instalação.

#### II.2.14.2 Ancoragem Linhas Flexíveis

Tendo em vista as cargas dinâmicas nos pontos em que os *risers* suspensos tocam o solo marinho, causadas pelos movimentos do FPSO devido

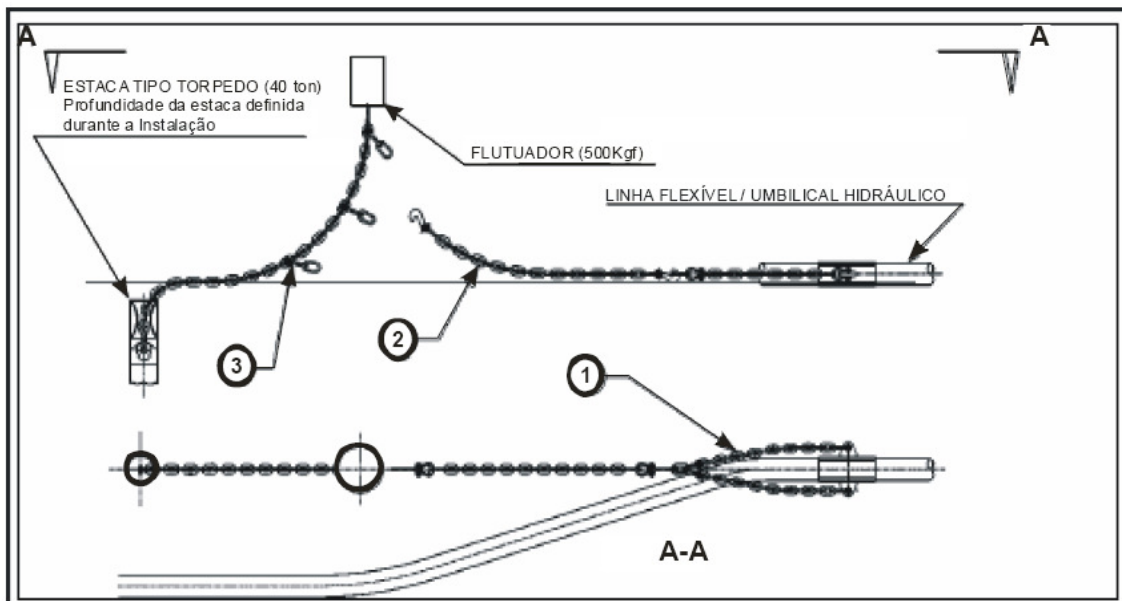
às diversas condições ambientais, e com o objetivo de absorver as cargas horizontais induzidas pelos *risers* e manter a configuração das linhas, será necessário ancorar algumas linhas flexíveis.

O sistema de ancoragem será composto por estacas do tipo torpedo que serão previamente lançadas. Estas estacas pesam 24 toneladas tendo como dimensões 0,76 metros de diâmetro e 12 metros de comprimento.

O lançamento das estacas torpedos para ancoragem de *risers* é mais simples que de ancoragem de um FPSO. Para o lançamento será necessária somente uma embarcação com características semelhantes dos navios com ROV empregados no procedimento de ancoragem do FPSO Cidade de Mangaratiba.

A instalação das estacas consiste na descida do torpedo até uma profundidade entre 40 e 60 metros do fundo do solo marinho, com cabo de aço conectado ao sistema de ancoragem, quando então é solto por gravidade. Com as marcas pintadas em cores nas amarras é possível verificar através de câmeras do ROV, se a penetração de projeto foi obtida. Após a operação ser bem sucedida, é então, cortado o cabo de sacrifício com auxílio do ROV.

Após a instalação das estacas, as linhas serão fixadas a estas estacas por meio de colares e rabichos de amarra com auxílio do ROV do barco de instalação das linhas, conforme está ilustrado no esquema da **Figura II.2.14.2-1**. A especificação deste sistema considerará a capacidade de carga dos componentes tendo como base parâmetros de projeto.



**Figura II.2.14.2-1** - Esquema do sistema de ancoragem das linhas de fluxo.

A ancoragem será realizada após o *pull-in* do mesmo no FPSO Cidade de Mangaratiba. As linhas que precisarem ser ancoradas serão lançadas já com seu colar de ancoragem. As estacas do tipo torpedo, já estarão cravadas em posição pré-determinada. O lançamento das estacas e a interligação dos elos de ancoragem (entre a estaca e o colar sobre a linha) serão feitos através de ROV das possíveis embarcações de lançamento de dutos flexíveis como os PLSVs *Skandi Niteroi*, *Seven Phoenix* e *Seven Mar*.

## II.2.15 Sistemas de detecção, contenção e bloqueio de vazamentos

Os sistemas de detecção, contenção e bloqueio de vazamentos foram projetados de forma a atender aos requisitos estatutários (ex.: Requisitos de Bandeira, SOLAS, MARPOL, ISM CODE, ISPS CODE, Classificadora, Legislação do país, etc), requisitos do cliente e requisitos internos da Operadora.

## II.2.16 Sistemas de Segurança e Manutenção

### II.2.16.1 Sistemas de Segurança e Bloqueio (SSDS)

O Sistema de Segurança e Bloqueio (SSDS) do FPSO Cidade de Mangaratiba foram desenvolvidos com base no API RP 14C (7ª edição, Março de 2001), que, entre outros, determina os requisitos mínimos de segurança para os sistemas de superfície da unidade.

Faz parte do processo de execução desse sistema a implementação de uma série de estudos de análise de riscos, como HAZOP (*Hazard and Operability Study* - Análise de Perigos e Operabilidade que tem por objetivo identificar os perigos e os problemas de operacionalidade de uma instalação de processo) e HAZID (*Hazard and Identification Study* - busca identificar as escalas de risco que podem ocorrer durante a operação).

O Sistema de Segurança e Bloqueio (SSDS) consiste dos seguintes sistemas integrados:

- Sistema de Gás e Incêndio (FGS);
- Sistema Emergencial de Bloqueio (ESD);
- Sistema de Bloqueio de Processo (PSD).

Fazem parte do Sistema de Segurança (SSDS) os equipamentos transmissores, sensores e interruptores manuais, o sistema lógico, as válvulas solenóides de bloqueio e a interface operacional. Todos os elementos do SSDS são completamente dissociados, dos elementos utilizados no Sistema de Controle de Processamento (SCP), tanto do ponto de vista físico como elétrico.

Os sistemas foram desenvolvidos à prova de falhas e de maneira que o SCP não reinicie automaticamente qualquer equipamento quando o iniciador de bloqueio retorne ao modo normal ou a energia seja restaurada.

A energia do SSDS é proveniente de duas fontes independentes de energia, sendo uma sobressalente.

#### II.2.16.1.1 Sistemas de Gás e Incêndio (FGS)

O Sistema de Gás e Incêndio (FGS) atende a todo o FPSO e foi desenvolvido obedecendo a critérios da certificadora, entre outros. De maneira geral, o FGS compreende o monitoramento de todas as áreas onde misturas explosivas e/ou inflamáveis possam ocorrer.

A detecção desses eventos irá, então, iniciar o alerta dos tripulantes através do sistema público de informação, desencadeando uma série de ações que visam minimizar as consequências do evento.

Ações de controle encontradas no FGS têm interface direta com o Sistema Emergencial de Bloqueio (ESD) e permitem a evacuação dos tripulantes com segurança. O FGS consiste em:

- Detectar, automaticamente, a presença de fogo ou mistura combustível;
- Ativar alarmes visuais e sonoros para aviso de perigo a todos os tripulantes;
- Acionar o sistema de dilúvio na área afetada e em áreas adjacentes;
- Ligar o sistema de bloqueio automático para fechar os poços e plantas de processo e utilidades, caso necessário;



- Inundar as áreas afetadas com agente extintor de maneira a extinguir o fogo;
- Ativar, manualmente, o bloqueio e sistema de proteção de incêndio, caso necessário;
- Permitir que a operação seja imediata e exclusiva;
- Efetuar extensos diagnósticos de fornecimento de energia e dos circuitos elétricos, devido à perda de energia ou falhas; e
- Alarmar, imediatamente, o painel de controle quando houver detecção de incêndio.

Para isso, o Sistema de Gás e Incêndio (FGS) é composto por:

- Painel central localizado na sala de controle, contemplando toda a área de processo e estruturado para receber informações consolidadas dos sub-painéis localizados em outras áreas do FPSO;
- Sub-painel de atendimento às acomodações, localizados na sala de controle;
- Estação operadora de interface, localizada na sala de controle;
- Dispositivos de detecção de calor, fumaça, gases combustíveis;
- Dispositivos sensíveis à radiação infravermelho (IR)
- Alarmes visuais e sonoros.

#### II.2.16.1.1.1 Sistema de Incêndio

O FPSO Cidade de Mangaratiba é protegido por sistemas de incêndio convenientemente localizados em diversas áreas da unidade. Os sistemas localizados no convés principal são do tipo dilúvio, sendo automaticamente ativados ou manualmente, na sala de controle.

O heliponto, a área de *offloading* e o convés na área dos tanques de carga do FPSO são protegidos por sistema de extintores de espuma. O maquinário



existente no FPSO, bem como os espaços entre os equipamentos, são equipados com extintores fixos de CO<sub>2</sub> ou *Water mist*.

O Sistema de Combate a Incêndio compreende duas bombas, com capacidades de 1.850 m<sup>3</sup>/h para atender a 100% da demanda requerida no FPSO. A **Tabela II.2.16.1.1.1-1** apresenta os equipamentos para combate a incêndio do FPSO Cidade de Mangaratiba.

**Tabela II.2.16.1.1.1-1** -Equipamentos do sistema de combate a incêndio do FPSO Cidade de Mangaratiba.

Equipamento	Características
Bomba de incêndio #1	1.850 m <sup>3</sup> /h
Bomba de incêndio #2	1.850 m <sup>3</sup> /h
Bomba <i>jockey</i> #1	50 m <sup>3</sup> /h
Bomba <i>jockey</i> #2	50 m <sup>3</sup> /h
Tanque de espuma #1	6000 litros
Tanque de espuma #2 Helideck	3 X 550 litros
Equipamento de CO <sub>2</sub>	Distribuídos na sala de máquinas, sala de bombas, etc.

Fonte: PETROBRAS

O sistema de combate a incêndio é composto de:

- Sistema de Água;
- Sistema de espuma;
- Sistema a gás de combate a incêndio;
- Extintores portáteis

### Sistema de Água

O sistema de água é composto por um sistema de rede plug-fusível e um sistema de anel de incêndio.

O sistema de anel de incêndio é mantido pressurizado pela bomba “*jockey*”, sendo alimentado pelas bombas de incêndio, e abrange toda a embarcação. O acionamento é realizado manualmente pelo operador da área ou automaticamente após atuação dos sensores de fogo ou gás.

O FPSO Cidade de Mangaratiba possui estações com hidrantes e mangueiras de incêndio, que além de atenderem a pontos existentes na embarcação, atendem ao heliponto e aos módulos da área de *topside*.

Além disso, o sistema de combate a incêndio desta plataforma conta com um sistema de dilúvio, cujo objetivo é resfriar os equipamentos através de jatos d'água e reduzir o risco de propagação do incêndio. Esse sistema deverá ser imediatamente acionado sempre que o foco de incêndio for percebido, podendo atender às seguintes áreas:

- Separadores, tratador eletrostático, tanque de dreno fechado;
- Separador e trocadores de calor;
- *Risers e manifolds*;
- Tanques de produtos químicos e bombas.

### Sistema de espuma

O FPSO Cidade de Mangaratiba conta com um sistema de espuma nas áreas do heliponto e dos tanques.

A unidade é dotada de 4 vasos de Líquido Gerador de Espuma (LGE), sendo três para alimentar os canhões do heliponto e outro que abrange a área do convés principal e planta de processo. O sistema é acionado pela sala de controle, caso necessário, através de uma abertura que interliga o anel de incêndio com o LGE no interior do vaso, que se encontra pressurizado. O princípio de funcionamento do sistema se baseia no tubo *venturi* (tubo de arraste), que alimenta o canhão que fora acionado. Além destes sistemas, têm-se ainda sistemas de bombonas portáteis instalados em pontos estratégicos. Este sistema consiste em mangotes com tubo pescador (mergulhados na bombona) e interligados com mangueiras, que em caso de emergência, podem ser utilizados, adaptando-os rapidamente aos hidrantes do sistema fixo do anel de incêndio. Neste sistema utiliza-se também o princípio de arraste.

### Sistema gasoso de combate a incêndio



Sistemas de CO<sub>2</sub> serão disponibilizados para combate a incêndio na sala de máquinas, de bombas, gerador de emergência e salas de equipamentos elétricos. Estas áreas serão dotadas de alarmes para evacuar as pessoas do local antes do acionamento do sistema de CO<sub>2</sub>.

As baterias de CO<sub>2</sub> estão localizadas no compartimento de CO<sub>2</sub> a ré no primeiro deck, na sala de CO<sub>2</sub> e em botoeiras distribuídas pelos diversos pontos da embarcação. Em caso de necessidade, este sistema somente poderá acionado manualmente por operadores, para a certeza de não haver pessoas dentro da área afetada.

O sistema de segurança da unidade FPSO Cidade de Mangaratiba é composto de vários sistemas e subsistemas, compostos por unidades fixas e móveis de detecção e combate a incêndio, onde se destacam:

#### Extintores Portáteis de Incêndio

Os extintores de incêndio estarão dispostos nos pontos específicos da unidade marítima, de acordo com a legislação brasileira pertinente.

#### **II.2.16.1.2 Sistema Emergencial de Bloqueio**

O Sistema Emergencial de Bloqueio tem como função intervir em um dado processo ou equipamento específico durante uma ocorrência insegura. Esse sistema é acionado sempre que ocorrer uma situação que possa resultar na emissão de materiais tóxicos, inflamáveis ou explosivos. Os componentes do sistema emergencial de bloqueio são identificados e documentados de forma a diferenciá-los de outros sistemas e podem proporcionar:

- Bloqueio automático de equipamentos para proteção da tripulação e facilidades;
- Redundância de *softwares* e *hardwares*;

- Autoteste;
- Fácil manutenção, reparo e identificação de falhas.

O sistema também permite ser acionado manualmente, através de botoeiras localizadas em pontos estratégicos dos FPSOs.

### II.2.16.1.3 Sistema de Bloqueio de Processo

O Sistema de Bloqueio de Processo (PSD) ocorre quando há um descontrole de uma variável de processo que leva à atuação de um dispositivo de intertravamento relacionado às áreas do processo, levando à parada da planta.

O PSD pode ser iniciado automática ou manualmente a partir da CCR ou em locais estratégicos na planta de processo. Quando da ocorrência de um PSD, alarmes visíveis e audíveis são acionados localmente e na CCR.

O PSD é ativado pelos seguintes meios:

- Automaticamente, por um ESD (Sistema Emergencial de Bloqueio);
- Manualmente, através de uma botoeira na CCR;
- Manualmente, através de botoeiras situadas em áreas da planta de processo;
- Indicação de nível muito alto (LSHH), pressão muito alta (PSHH) ou temperatura muito alta (TSHH) parâmetros do processo.

### II.2.16.2 Sistemas de Manutenção

A unidade FPSO Cidade de Mangaratiba possui um padrão documentado contendo diversos procedimentos referentes a todas as atividades de manutenção preventiva, preditiva e corretiva dos equipamentos que compõem

a unidade. O FPSO Cidade de Mangaratiba possui um sistema de gestão de manutenção (*software* AMOS), contendo o planejamento de manutenção da unidade.

### II.2.17 Recursos de abandono, fuga e resgate

Os recursos de abandono, fuga e resgate têm o propósito de prover condições seguras de escape para todos os tripulantes do FPSO Cidade de Mangaratiba, que também possui como recurso de abandono a opção de helicóptero, baleeiras, ou botes salva-vidas.

O FPSO Cidade de Mangaratiba conta com 4 baleeiras com capacidade para 75 pessoas cada, 12 balsas salva-vidas com capacidade para 25 pessoas cada, 1 balsa salva-vidas com capacidade para 20 pessoas e 1 barco resgate para 15 pessoas.

### II.2.18 Sistema de comunicação

Em termos de segurança, a principal função do sistema de comunicação de emergência é comunicar, aos serviços de resgate, a decisão de abandonar o FPSO Cidade de Mangaratiba ou solicitar o resgate de pessoas feridas. A bordo do FPSO estão previstos dois seguintes sistemas de comunicação.

#### II.2.18.1 Sistema de intercomunicação, avisos e alarmes

Constituído de transdutores sonoros (cornetas, alto-falantes, etc.) instalados em todas as áreas da unidade *offshore*, permitindo a emissão de chamadas e avisos em alta-voz, acompanhados, quando necessário, por alarmes de emergência específicos (Emergência e Abandono da Unidade).

Esse Sistema é mantido por uma fonte ininterrupta de energia (UPS - *Uninterrupted Power Supply*).

O funcionamento desses alarmes é gerenciado remotamente pelo Sistema ECOS (Estação Central de Supervisão e Operação) da unidade que, através de conexão com o Sistema de Intercomunicação em pauta, automaticamente aciona o sinal de alarme respectivo.

Nas áreas ruidosas, as chamadas e os alarmes são acompanhados de sinalização visual através do uso de lâmpadas de estado na cor Branca/Cristal.

Os avisos de emergência têm prioridade máxima durante o soar de um tom de alarme. Quando emitidos a bordo, o nível sonoro do tom de alarme em curso é emudecido automaticamente. Os cabos da rede desse sistema são resistentes a fogo, não contribuindo para a sua propagação.

#### **II.2.18.2 Sistema de Radiocomunicações e Sistema para Salvaguarda da Vida Humana no Mar (GMDSS)**

Sistemas constituídos de transceptores para radiocomunicação em diversas faixas de frequências (HF, VHF e UHF). São utilizados para contato radiofônico com estações costeiras e com embarcações de apoio no mar.

O Sistema GMDSS (Sistema para Salvaguarda da Vida Humana no Mar) é utilizado nos casos de acidentes na unidade, sempre que há necessidade de auxílio externo. Ambos os sistemas são mantidos por fontes independentes e sistema de baterias exclusivos, estando conectados a fontes ininterruptas de energia (UPS - *Uninterrupted Power Supply*).

No caso de uma emergência a bordo do FPSO Cidade de Mangaratiba, devem ser contatados os serviços de resgate e os escritórios da PETROBRAS em Santos. Essas ações devem ser conduzidas a partir da sala de rádio, baseadas nas instruções fornecidas pelo fiscal da PETROBRAS a bordo.

Esse processo de comunicação será conduzido via telefone e rádio VHF, incluindo notificações à base de apoio, serviços de transporte aéreo, barcos de apoio, além de outras unidades operando na área. Os principais sistemas de comunicação são:



- Comunicações externas:
  - *Inmarsat- C* (GMDSS);
  - *Inmarsat Mini-M (voice and facsimile)*;
  - HF/SSB-SMM *Network* (Serviço móvel Marinho) que permita comunicação com a unidade de apoio e EMBRATEL;
  - VSAT (voz e *facsimile* via PABX e registro);
  - Rádio UHF digital;
  - Rádio marítimo VHF (GMDSS);
  - Rádio marítimo MF/HF (GMDSS);
  - Rádio aeronáutico (VHF/AM).
  
- Comunicações internas:
  - Estação de rádio UHF localizada nas salas de controle e de rádio;
  - Rádio UHF portátil intrinsecamente seguro.

### II.2.19 Sistema de Medição e Monitoramento

A medição de fluidos do FPSO Cidade de Mangaratiba seguirá o Regulamento Técnico de Medição de Petróleo e Gás Natural da ANP (Portaria Conjunta N.1 de 2000 – ANP/INMETRO, de 19 de Junho de 2000).

### II.2.20 Sistemas de Geração de Energia de Emergência

O sistema de geração de energia de emergência consiste de 1 (um) turbo gerador reserva de 1,2 MW a diesel com consumo estimado de 217 kg/h.

Esse sistema irá operar independente do sistema de geração de energia principal, sendo distribuído por cabeamento de emergência dedicado.

## II.2.21 Sistema de Coleta, Tratamento e Descarte/Destinação de Fluidos e Resíduos

### II.2.21.1 Sistema de Tratamento e Descarte de Efluentes Sanitários

O sistema de tratamento de efluentes contará com uma unidade de tratamento de esgoto que terá como princípio lodo ativado, sistema de aeração e cloração do efluente antes do descarte ao mar. Em linhas gerais, essa unidade é composta por um tanque de aeração, um tanque de decantação e um tanque de desinfecção por cloro. Conta ainda com uma bomba de descarga, dois aeradores e um painel de controle local.

O efluente a ser tratado é recebido no primeiro tanque de aeração, onde será tratado pela ação de bactérias aeróbicas e micro-organismos e adição de oxigênio atmosférico pela injeção de ar. O dióxido de carbono resultante da ação das bactérias e micro-organismos é liberado para atmosfera através de respiros.

Após passar pelo primeiro tanque, o efluente é enviado para o tanque de decantação. No terceiro tanque há a cloração antes do descarte *overboard*.

O sistema será constituído por uma unidade do tipo Harmworthy STC40-C, com capacidade de 64 m<sup>3</sup>/d, possibilitando ao sistema atender a todos os 150 tripulantes do FPSO Cidade de Mangaratiba.

A unidade de tratamento de efluentes sanitários possui medidor de vazão e sistema de manutenção e inspeção programado com manutenções corretivas, a fim de manter o equipamento operando dentro dos padrões previstos pelo fabricante. O efluente será monitorado conforme definido pela NT 01/11 e atenderá aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 430.

### II.2.21.2 Águas e Resíduos de Cozinha

Os resíduos orgânicos gerados a bordo serão triturados em partículas com tamanho inferior a 25 mm, segundo as especificações determinadas na



Convenção MARPOL, sendo posteriormente descartados ao mar. A estimativa de geração para o POB de 150 (cento e cinquenta) pessoas é de 60 kg/d, contudo, a cada descarte, os resíduos orgânicos serão pesados para controle e atendimento à Nota Técnica 01/11 do IBAMA.

O FPSO Cidade de Mangaratiba possui um triturador operacional instalado e um triturador reserva a bordo, do fornecedor Dolphin Energy, modelo TGEO, inclusos no plano de manutenção e inspeção da Unidade, para garantir os padrões operacionais normativos.

### II.2.21.3 Sistema de Tratamento de Água de Produzida

Inicialmente, a previsão de produção de água está estimada em 128 m<sup>3</sup>/dia. Com o decorrer da produção, segundo simulações de reservatório, esse valor pode chegar a 8.384 m<sup>3</sup>/dia, sendo que a capacidade total de tratamento é de 24.000 m<sup>3</sup>/d.

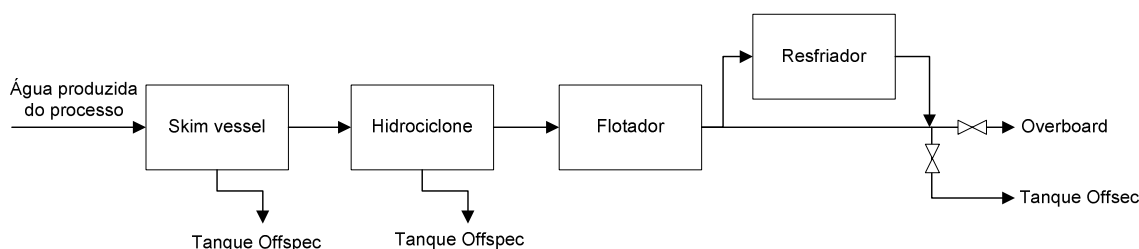
O tratamento da água produzida tem como objetivo reduzir o teor de óleo e graxa - TOG a menos que 29 mg/l em volume para possibilitar seu descarte no mar, conforme preconizado pela Resolução CONAMA nº 393/07. Para atender a essa Resolução, o FPSO Cidade de Mangaratiba dispõe de sistemas de tratamento de água produzida.

Toda água produzida na planta de processo será encaminhada para um sistema de tratamento específico (com capacidade de até 24.000 m<sup>3</sup>/d). A água oleosa segue para o *skim vessel* sendo posteriormente encaminhada para os hidrociclones e em seguida para o flotor. Uma vez atendidas as especificações mínimas do teor de óleo e graxa, a mesma será descartada ao mar.

Caso eventualmente a produção exceda esta capacidade nominal, a vazão total ficará sempre limitada à capacidade da planta de tratamento de água produzida, garantindo um TOG de até 29 mg/l, de acordo com o preconizado na Resolução CONAMA nº 393/07.

O teor de óleo na água descartada será monitorado e registrado, se o teor de óleo ultrapassar 29 mg/l, a válvula de descarga do costado do FPSO se fechará automaticamente, abrindo-se outra válvula automática que direcionará o efluente ao tanque de água fora de especificação (*offspec*). A água produzida desenquadrada passará por um resfriador que abaixará a sua temperatura, caso necessário, antes de enviá-la para o tanque *offspec*. O monitor de TOG possui alarme visual e sonoro na Sala de Controle de Processo. O mesmo sinal que acionará o alarme provocará a interrupção automática do descarte, redirecionando a água para o tanque de água desenquadrada.

A **Figura II.2.21.3-1** apresenta um fluxograma de blocos mostrando o sistema de tratamento de água produzida do FPSO Cidade de Mangaratiba.



**Figura II.2.21.3-1** - Fluxograma de tratamento de água produzida do FPSO Cidade de Mangaratiba.

#### II.2.21.4 Drenagem

O sistema de drenagem do FPSO Mangaratiba é composto por drenagem aberta e fechada.

A drenagem fechada é a drenagem manual proveniente dos equipamentos que manuseiam hidrocarbonetos, sem contato com a atmosfera. Este tipo de drenagem atende aos coletores relacionados à coleta de hidrocarbonetos líquidos de todos os vasos do processo de produção de óleo e gás, quando da necessidade de manutenção destes equipamentos. Assim, estes são despressurizados e os resíduos oleosos encaminhados para o tanque de drenagem fechada. Este sistema é composto dos coletores de drenos

fechados, vaso de dreno fechado e bomba do sistema de dreno fechado. O óleo retirado deste dreno é enviado para o tanque *offspec*, sendo depois reincorporado à planta de processamento.

O sistema de drenagem aberta consiste de dois *headers*: o sistema aberto contaminado e o sistema aberto não contaminado. As águas de drenagem que compõem o sistema aberto contaminado são geradas na unidade e correspondem às águas de lavagem da planta industrial, da área de armazenamento de insumos combustíveis e do setor de lavagem de peças e equipamentos, associados ainda às águas pluviais que incidem sobre estas áreas e que podem carrear resíduos oleosos.

As águas de drenagem que compõem o sistema aberto não contaminado são geradas por águas de lavagem e águas pluviais que incidem em áreas sem possibilidade de contaminação por óleo.

Os dois *headers* são encaminhados para o tanque de *slop* sujo. A água do tanque de *slop* sujo é decantada e enviada ao tanque de *slop* limpo. Do tanque de *slop* limpo, a água é enviada para um separador de água/óleo, garantido que o teor de óleos e graxas seja inferior a 15 ppm e é então descartada para o mar, após ser quantificada por medidor de vazão específico. Caso o teor de óleo esteja fora dos padrões é enviado sinal de alarme para o sistema de controle da plataforma, na sala de controle central. Além do sistema sonoro, o descarte de água para o mar é automaticamente interrompido e a água retorna para o tanque *slop*.

### II.2.21.5 Sistema de Coleta e Destinação de Óleos Usados

#### Sistema de coleta e destinação de óleos sujos

Os óleos usados, resultantes da manutenção mecânica dos equipamentos e da troca de óleo, são totalmente removidos em tambores metálicos de fechamento hermético, devidamente identificados, e posteriormente desembarcados para destinação final adequada em terra.

### II.2.21.6 Caracterização e Disposição de Rejeitos

A caracterização e a disposição de rejeitos gerados as atividades do FPSO Cidade de Mangaratiba será descrita no Relatório do Projeto de Controle da Poluição – PCP, a ser encaminhado à CGPEG/DILIC/IBAMA, conforme Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/11.

### II.2.22 Desativação da Atividade

As premissas de desativação da unidade estão baseadas nos princípios de prevenção dos efeitos potenciais de dano sobre o meio ambiente, da reutilização das instalações e equipamentos, da melhor qualificação de destino dos resíduos gerados, tanto do ponto de vista técnico como ambiental e econômico.

O fechamento dos poços será programado e executado de acordo com os requisitos da ANP e as normas PETROBRAS, considerando o estabelecido no contrato de concessão quando definida a parada total da instalação. O abandono definitivo de cada poço prevê o isolamento, com tampões de cimento, entre as diversas zonas portadoras de hidrocarbonetos e aquíferos, garantindo sua estanqueidade, além dos tampões de topo de “liner” e de superfície. Os equipamentos de superfície serão recuperados de forma a não interferir na navegação.

Será prevista a remoção dos produtos e resíduos perigosos presentes na instalação à época da desativação total da produção. O gerenciamento do acondicionamento, transporte, armazenamento e disposição final destes resíduos deverão estar de acordo com a legislação vigente e com o Projeto de Controle da Poluição. Após a desativação, o monitoramento das condições ambientais estará contemplado no Projeto de Monitoramento Ambiental.

Os serviços serão iniciados com a remoção das linhas de ancoragem, quando os cabos de ancoragem serão desconectados da UEP e recolhidos por rebocadores.



As tubulações ligadas à plataforma, assim como o duto rígido de exportação poderão ser desconectados e abandonados no fundo do mar sem tamponamento, após limpeza interna de substâncias tóxicas e poluentes com água salgada, permanecendo preenchidos pela água do mar. Desse modo, servirão como substrato para colonização de organismos bentônicos, contribuindo para a formação de recifes artificiais, sendo mantido o registro da presença desses organismos no local. Está prevista também a possibilidade de abandono temporário no leito marinho para reutilização em outros projetos. Uma terceira opção possível seria a remoção ou reciclagem das linhas dos poços para locais apropriados para descarte.

Na ocasião do abandono, a melhor alternativa será definida baseada nos critérios técnicos, econômicos e ambientais.

A área ocupada pela instalação será preservada no período de operação e, durante e após a desmobilização, será devidamente recuperada segundo as melhores práticas da indústria do petróleo, após o qual será devolvida à ANP.