

## II.8 - ANÁLISE E GERENCIAMENTO DE RISCOS AMBIENTAIS

Neste capítulo são apresentados a análise e gerenciamento de riscos ambientais associados à implantação do Sistema de Rebombeio e Escoamento dos Campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador, na Bacia de Campos, o qual inclui a Plataforma de Rebombeio Autônomo (PRA-1), uma embarcação flutuante tipo FSO (*Floating, Storage and Offloading*) e duas Monobóias, na Bacia de Campos (Figura II.8-1), a ser realizado pela empresa Petrobras.



**Figura II.8-1** - Desenho esquemático do Sistema de Rebombeio Autônomo e Escoamento dos Campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador.  
Fonte: Petrobras.

A plataforma será do tipo fixa, com estrutura de aço fixada ao leito do mar, sobre a qual será instalada estrutura modular, contendo equipamentos e acomodações. A PRA-1 será uma instalação inteiramente nova, projetada e construída no Brasil, cuja entrada em operação está prevista para fevereiro de 2007.

O FSO será afretado e permitirá a estocagem de óleo e o envio deste para Navios Aliviadores, através de duas Monobóias ou de um sistema de *offloading* próprio. Há ainda dutos submarinos, interligando o FSO à PRA-1 e às Monobóias, permitindo interligação direta entre a PRA-1 e as Monobóias.

A PRA-1 foi concebida para o recebimento de óleo de outras unidades de produção da Bacia de Campos, a saber:

- ★ a plataforma Semi-submersível P-52, do campo de Roncador;
- ★ a plataforma Semi-submersível P-51, do campo de Marlim Sul;
- ★ o FPU P-53, do campo de Marlim Leste;
- ★ a plataforma Semi-submersível P-55, do campo de Roncador;
- ★ Módulo 4, do campo de Roncador.

Adicionalmente, haverá uma interligação com o Gasoduto de Roncador, através do PLAEM de Roncador, que permitirá a alimentação de gás para produção de energia elétrica na PRA-1 e, quando necessário, manobras para a passagem de *pig*.

O óleo recebido será bombeado para o FSO do Complexo PDET, onde será estocado para envio para a terra, através de Navio Aliviador do tipo posicionamento dinâmico (DP – *Dynamic Position*). Adicionalmente há a possibilidade de transferência do óleo através de 02 Monobóias, onde poderão ser atracados Navios Aliviadores Convencionais. O óleo escoado para os Navios Aliviadores destinar-se-á às instalações de recebimento no Brasil ou poderá ser exportado diretamente.

O volume de óleo a ser escoado pelo Complexo PDET é da ordem de 550.000 barris por dia, ou seja, cerca de 30% da produção total do Brasil. Utilizando-se a PRA-1, concentra-se, numa única instalação, a operação de carregamento dos Navios Aliviadores de 5 outras Unidades de Produção, reduzindo o risco deste tipo de operação.

A utilização de uma unidade fixa para este fim permite reduzir os esforços sobre as tubulações de importação e transferência, enquanto que a utilização de monobóia para atracamento do Navio Aliviador Convencional reduz o risco de colisão com os grandes inventários de óleo presentes no FSO. Quando o

carregamento ocorrer através do FSO, somente serão utilizados Aliviadores tipo DP. Minimiza-se, portanto, o risco de colisão e eventual dano às tubulações de *offloading*.

Ao longo desta seção será apresentada a Análise e Gerenciamento de Riscos associados à presença das instalações que compõem o Sistema de Rebombeio Autônomo e Escoamento (PRA-1, FSO, Monobóias e interligações), onde as características gerais apresentadas nos parágrafos acima serão avaliadas, enfocando-se os aspectos ambientais, dentro da área de influência do empreendimento, que possam sofrer danos decorrentes das atividades de instalação e operação do empreendimento.

Neste processo de análise, é utilizada uma das técnicas usualmente empregada para a identificação de perigos em estudos de avaliação de riscos, denominada *Análise Preliminar de Perigos – APP*. A metodologia adotada segue o apresentado pelo *American Institute of Chemical Engineers (AIChE)* e o *Norwegian Petroleum Directorate (NPD)*, da Noruega.

Esta metodologia baseia-se na construção de Matriz Qualitativa de Perigo, cujos eixos apresentam categorias de *freqüência* e *severidade*, de tal modo a hierarquizar os riscos relativos aos cenários identificados.

Os resultados desta matriz permitem a identificação e seleção dos cenários classificados como críticos ou moderados, além de possibilitar a proposição de medidas eficazes para a redução dos níveis de risco encontrados. Tais medidas deverão ser incorporadas aos procedimentos de instalação, operação, manutenção e inspeção (conforme mostrado nas planilhas apresentadas no Anexo II.8-1).

As operações a serem analisadas neste documento consistem nas seguintes atividades:

- ★ Instalação da Jaqueta e dos Módulos da PRA-1;
- ★ Instalação das linhas de conexão com o PLAEM-1 de Roncador. Para esta interligação serão instaladas válvulas submarinas (SSDV) de bloqueio, próximo à chegada das linhas na PRA-1;
- ★ Instalação do FSO e das Monobóias;

- ★ Instalação das linhas de interligação para transferência de óleo, entre a PRA-1 e o/ FSO / Monobóia 1 / Monobóia 2 e a PRA-1 e as Monobóias;
- ★ Início do recebimento de Óleo e Gás e transferência de Óleo.

A seguir apresenta-se uma breve descrição das principais características das instalações emersas e submarinas, procurando focar aspectos relativos ao Risco Ambiental. Nesta descrição, procurou-se caracterizar as principais medidas de segurança presentes, sempre que possível avaliando-as à luz dos riscos ambientais, identificando eventuais melhorias que se façam necessárias.

Para facilitar a análise de riscos para a fase de operação, a PRA-1 foi dividida em 10 (dez) subsistemas, que serão apresentados após uma descrição sucinta desta fase. O conjunto FSO / Monobóias, foi dividido em 7 (sete) subsistemas, contemplando as atividades de recebimento, estocagem e *offloading*, além de recebimento de gás, e outros.

Adicionalmente, foram considerados agentes externos para a PRA-1 e o FSO que poderiam levar a acidentes ambientais. Estes foram considerados como sistemas distintos e identificados com o título de *Agentes Externos – Fatores Climáticos e Barcos de Apoio*.

Para cada um destes sistemas serão realizadas a identificação, classificação e análise dos perigos associados às atividades de instalação e aos processos de recebimento de gás e óleo e transferência de óleo, no caso da plataforma fixa PRA-1, e o recebimento, estocagem e transferência de óleo através do conjunto FSO / Monobóias.

A partir dos eventos identificados e selecionados, são avaliadas suas consequências e identificadas as ações a serem implementadas no Gerenciamento de Risco, de forma a minimizar a frequência de acidentes e suas consequências.

Conforme indicado anteriormente, para a execução destas atividades foi utilizada a técnica de *Análise Preliminar de Perigos*, segundo a metodologia adotada pelo AIChE (*American Institute of Chemical Engineers*) e pelo NPD (*Norwegian Petroleum Directorate*).

## II.8.1 - DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES

### II.8.1.1 - Processo de Instalação

O processo de instalação dos equipamentos submarinos e da Plataforma é descrito na Seção II.2 deste EIA. Aqui é apresentada uma descrição das principais etapas envolvidas neste processo, de forma a facilitar o entendimento dos critérios, considerações e resultados obtidos na Análise de Risco (AR).

- ★ As linhas de importação de óleo, que interligam a PRA-1 às 5 (cinco) Unidades de Produção dos Campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador são posicionadas no fundo do mar, utilizando barcos especiais de instalação. Estas linhas, do tipo rígidas, são objeto de análise de cada uma das instalações, não fazendo parte do presente relatório, e serão fixadas em pontos conhecidos, à espera da instalação da Jaqueta e Módulos de PRA-1;
- ★ Posteriormente, serão instaladas as linhas submarinas de interligação da PRA-1 com o PLAEM-1 de Roncador, de 10" e 20" de diâmetro e cerca de 4.100 m de extensão, bem como da PRA-1 ao FSO, de 4" e cerca de 4000 m, para importação de gás. Na chegada de cada linha, junto à PRA-1, será instalada uma válvula submarina de bloqueio (SSDV), que permitirá isolar a unidade de qualquer vazamento, reduzindo o inventário e aumentando as condições gerais de segurança. A linha submarina de 20" de diâmetro permitirá o retorno do gás para o PLAEM-1 de Roncador durante a operação de passagem de *pig*;
- ★ Nesta etapa, também serão instaladas as seguintes linhas e facilidades para transferência de óleo:
  - ⇒ 03 Manifolds Submarinos para transferência de óleo - PLEM-1, PLEM-2 e PLEM-3;
  - ⇒ 2 linhas rígidas, de aço, de 20" de diâmetro, com 3.072 m de extensão, conectando a PRA-1 e o Manifold Submarino PLEM-1;

- ⇒ 2 linhas flexíveis de 12" de diâmetro, com 590 m de extensão, conectando o Manifold Submarino PLEM-1 ao FSO, para chegada de óleo ao FSO;
  - ⇒ 4 linhas flexíveis de 12" de diâmetro, com 590 m de extensão, conectando o FSO ao Manifold Submarino PLEM-1, para transferência de óleo a partir do FSO;
  - ⇒ 4 linhas rígidas, de aço, de 20" de diâmetro, com 2.500 m de extensão, conectando o Manifold Submarino PLEM-1 ao Manifold Submarino PLEM-2;
  - ⇒ 4 linhas flexíveis de 12" de diâmetro, com 420 m de extensão, conectando o Manifold Submarino PLEM-2 à Monobóia 1 (MB-1), para transferência de óleo a partir desta;
  - ⇒ 4 linhas rígidas, de aço, de 20" de diâmetro, com 2.285 m de extensão, conectando o Manifold Submarino PLEM-2 ao Manifold Submarino PLEM-3;
  - ⇒ 4 linhas flexíveis de 12" de diâmetro, com 420 m de extensão, conectando o Manifold Submarino PLEM-3 à Monobóia 2 (MB-2), para transferência de óleo a partir desta;
- 
- ★ Instalação do FSO e das Monobóias, através de sistema de ancoragem próprio e independente;
  - ★ Interligação das tubulações submarinas com o FSO e Monobóias;
  - ★ Realização de testes de estanqueidade das conexões e válvulas, com filmagem por Veículo Submarino de Operação Remota (ROV);
  - ★ A Jaqueta da PRA-1 será transportada, após o término de sua fabricação, para o local da instalação, com lâmina d'água de cerca de 106 m, através de barcaça. A instalação da jaqueta (*lay-down*) será efetuada com o acompanhamento de embarcações especiais (BGL) para sua fixação no solo marinho;
  - ★ Na jaqueta já estarão instalados os trechos rígidos das linhas de importação e transferência e a interligação com os trechos submarinos será efetuada através de operação de mergulho;

- ★ Após a instalação da Jaqueta, os módulos de equipamentos e acomodações serão transportados do canteiro até o local de instalação e serão içados e posicionados na jaqueta;
- ★ Após a fixação e instalação dos módulos, serão conectadas as Linhas de Importação de Gás e Óleo e as Linhas de Transferência de Óleo para o PLEM-1;
- ★ Será realizado, então, teste geral do conjunto e iniciada a operação de Rebombeio, que se encontra descrita a seguir.

### II.8.1.2 - Óleo Escoado e Processo de Rebombeio

#### Características do Óleo

O óleo rebombeado pelo empreendimento será um *blend* dos óleos produzidos nos campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador, cuja característica encontra-se descrita no Quadro II.8.1.2-1.

**Quadro II.8.1.2-1 - Características do óleo a ser escoado através do Sistema de Rebombeio Autônomo e Escoamento dos Campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador, Bacia de Campos.**

PARÂMETROS	VALORES
Fluido a ser escoado	<i>blend</i> dos óleos produzidos nos campos de Roncador, Marlim Sul e Marlim Leste
Grau API	21,3 – 23,5
Presença de H <sub>2</sub> S (mg/L) UOP163	-
Presença de CO <sub>2</sub> (% molar)	0,13
Enxofre (% m/m) (D-4294)	0,76
Enxofre mercaptídico (mg/kg) (UOP-163)	22
Nitrogênio Básico (% mg/kg) (UOP-269)	0,45
Nitrogênio (% mg/kg) (UOP-384)	0,54
Acidez total (% mg KOH/g) (D-664)	3,01
Viscosidade 20°C (cst)	382,4
Viscosidade 40°C (cst)	59,14
Temperatura de exportação	20°C
BSW (%)	< 1
Salinidade	< 570

Fonte: PETROBRAS.



### *Processo de Rebombeio*

Embora o processo de rebombeio de óleo já tenha sido descrito na Seção II.2 deste EIA, apresenta-se, a seguir, uma descrição sumária das principais atividades que caracterizam este processo, de forma a facilitar o entendimento dos critérios, considerações e resultados obtidos na Análise de Risco (AR).

- ★ Os óleos oriundos dos Campos de Marlim Sul, Marlim Leste e Roncador são escoados para a PRA-1 através de oleodutos submarinos. As Unidades que os produzem localizam-se em profundidades médias de cerca de 1.800 m, enquanto a PRA-1 irá operar em lâmina d'água de cerca de 106 m;
- ★ As pressões de bombeio nas plataformas de origem, superiores a 100 bar, resultarão em pressões de chegada na PRA-1 da ordem de 4 a 5 bar, em função da viscosidade do óleo, perdas de carga do sistema e baixas temperaturas no fundo do mar;
- ★ As linhas de conexão da PRA-1 com as plataformas produtoras serão do tipo rígido, feitas de aço, e estarão sendo licenciadas juntamente com as suas plataformas de origem. A conexão destas será feita na região central da PRA-1, de forma que os contraventamentos da jaqueta proporcionem proteção adicional contra colisão com embarcações e as linhas;
- ★ Estas linhas são recebidas em 02 Coletores de Importação, de onde são enviadas para bombeio;
- ★ Durante a passagem de pig pelas linhas de importação, proveniente das plataformas de origem, o fluxo de óleo passa pelos recebedores de pig (RP-122301/02/03/04/05) antes de ser recebido nos coletores;
- ★ Cada um dos 02 coletores envia o óleo para as bombas de transferência (B-122301 A/E, sendo 1 reserva e B-122302 A/D, sendo 1 reserva), que elevam a pressão de 4 para 70 bar;
- ★ A descarga das bombas B-122301 A/E ou das B-122302 A/D, quando ocorre o *by-pass* das primeiras, passa pela estação de medição (Z-122303) e é exportada para o PLEM-1, de onde segue para o FSO;



- ★ No FSO, a chegada do óleo será através de *turret*, sendo o óleo encaminhado diretamente para os tanques de carga, sem tratamento adicional. Cada tanque possuirá uma bomba individual, que permitirá o alinhamento para transferência do óleo;
- ★ Do FSO ocorre a transferência para os Navios Aliviadores, após medição, através das Monobóias 1 e 2 ou através de conexão direta entre o FSO e o Aliviador. Nesta condição, apenas Aliviadores do tipo Posicionamento Dinâmico (DP) serão utilizados, de forma a minimizar o risco de colisão entre os Aliviadores e o FSO;
- ★ As linhas de transferência de óleo do FSO para as Monobóias também passam pelo *turret*;
- ★ Em caso de indisponibilidade do FSO, há a possibilidade de alinhamento direto entre a PRA-1 e as Monobóias, de maneira a permitir o escoamento do óleo;
- ★ Além de receber o óleo proveniente das plataformas, a PRA-1 receberá gás do PLAEM-1 de Roncador, através de linha rígida de 10" de diâmetro. O gás será utilizado para consumo próprio, alimentando a geração de energia elétrica, sendo tratado na Unidade de Gás Combustível;
- ★ A Unidade de Gás Combustível é responsável pela redução da pressão do gás, de cerca de 190 bar, para a pressão de consumo nos turbogeradores, de cerca de 35 bar. Neste processo de expansão há aquecedores de gás elétricos (P-513302 A/B) e permutadores gás-gás (P-513501 A/B), além de vasos para remoção de condensado (V-513501 A/B);
- ★ O FSO também receberá gás proveniente de Roncador através da linha flexível de 4" de diâmetro entre este e a PRA-1. Esse gás será usado para aquecimento do óleo para escoamento e geração de energia elétrica no FSO. Essa energia gerada será necessária quando houver *offloading* simultâneo do FSO para um navio DP e da monobóia para um aliviador;
- ★ A energia consumida no FSO será recebida da PRA-1, também através de cabo submarino dedicado. Em caso de indisponibilidade desta, o FSO contará com geração de emergência, acionada por motores diesel;

- ★ Em caso de necessidade de despressurização do inventário de gás na PRA-1, o mesmo será direcionado para sistema de *multi-vent*, que opera sem queima. Neste sistema, através de processo de estagiamento das descargas, garante-se uma alta velocidade de liberação do gás para a atmosfera, o que aumenta o processo de mistura do gás com o ar, reduzindo as dimensões das nuvens geradas. Desta forma elimina-se a necessidade de queima do gás, reduzindo o nível de emissões para a atmosfera;
- ★ O sistema de drenagem na PRA-1 é dividido em drenagem fechada e drenagem aberta. O primeiro recebe a drenagem das bombas de transferência de óleo (B-122301 e B-122302), dos recebedores de pig, do vaso de gás combustível (V-513501 A/B) e do vaso de *vent* (V-541501), enquanto o segundo recebe a drenagem de áreas classificadas e não classificadas;
- ★ O sistema de drenagem promove a remoção de eventuais contaminações de hidrocarbonetos na água drenada, resultando em descarte com teores máximos de 20 ppm, permanentemente monitorados por analisador de óleo (TOG) na linha de descarga para o mar. Eventuais falhas neste sistema resultam na interrupção da descarga, para enquadramento do TOG, até que o problema seja sanado e a água possa ser novamente descartada normalmente. O óleo separado é reinjetado na linha de transferência;
- ★ No FSO haverá sistema de contenção lateral do Convés, através de tricanizes ao redor de todo o Convés.

A seguir tem-se uma descrição mais detalhada de cada uma das etapas de processamento e das unidades propriamente ditas.

### II.8.1.3 - Descrição das Unidades

#### Aspectos Gerais

##### a) PRA-1

A *Plataforma de Rebombeio Autônomo* (PRA-1) é uma plataforma do tipo fixa, a ser instalada na Bacia de Campos, no litoral do Estado do Rio de Janeiro. Sua estrutura é do tipo jaqueta metálica de aço, fixada diretamente ao solo marinho. Será instalada próximo ao Pólo Nordeste da Bacia de Campos, entre os campos de Vermelho e Albacora, ao norte do campo de Moréia.

Nesta Plataforma não haverá produção de óleo ou gás, pois sua função será a de receber óleo de outras Unidades de Produção, localizadas nos campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador, elevando a pressão e permitindo a sua transferência através de Navios Aliviadores. O óleo das Unidades de Produção chegarão à PRA-1 através de linhas rígidas (Quadro II.8.1.3-1), as quais não fazem parte da presente análise de risco, uma vez que estão sendo contempladas nos estudos das referidas Unidades de Produção.

**Quadro II.8.1.3-1 - Linhas de óleo que chegam à PRA-1.**

ORIGEM	DIÂMETRO
Plataforma P-51	12"
Plataforma P-53	12"
Plataforma P-52	18"
Plataforma P-55	12"
RO Módulo 4	18"

A PRA-1 será composta por 5 conveses, com dimensões de 56,5 metros de comprimento, 50,5 metros de largura e 37,5 m de altura até o Heliponto, medidos a partir da linha d'água. Sua capacidade total de bombeio será de 130.000 m<sup>3</sup>/dia. Estará localizada a aproximadamente 113 Km do Cabo de São Tomé, na costa do Estado do Rio de Janeiro, em lâmina d'água de 106 m, nas seguintes coordenadas:

- ★ Latitude: N: 7.547.840
- ★ Longitude: L: 384.381

A distribuição dos equipamentos pelos conveses é a seguinte:

**Cellar Deck** – na Elevação 9338, onde os módulos estarão apoiados na jaqueta e onde ficarão localizados os equipamentos ligados à drenagem. É um convés aberto, com piso de grade, onde se encontram os seguintes equipamentos:

- ★ bombas de captação de água - B-511101 A/B/C
- ★ bombas do vaso de *Slop* - B-533601 A/B
- ★ bombas do *Caisson* - B-533602 A/B
- ★ bomba do tanque de drenagem de hidrocarbonetos - B-533603 A/B
- ★ bomba do tanque de drenagem de diesel - B-533604 A/B
- ★ bombas *lift* de combate a incêndio - B-UB-542001 A/B –01
- ★ Caisson - TD-533601
- ★ tanque de drenagem de hidrocarbonetos - TQ-533601
- ★ tanque de drenagem de diesel - TQ-533602
- ★ vaso de *Slop* - V-533601

**First Deck** – na Elevação 15000, onde se localizarão os lançadores e recebedores de *pig* e os equipamentos associados às utilidades. É um convés fechado verticalmente, com piso de capaz de conter eventuais derrames, porém aberto lateralmente, de forma a facilitar a ventilação. Conterá os seguintes equipamentos:

- ★ bombas de água de resfriamento - B-512401 /B/C
- ★ bombas de distribuição de diesel - B-513301 A/B
- ★ bombas de condensado do gás combustível - B-513501 A/B
- ★ bombas de água gelada - B-525201 A/B
- ★ bombas *booster* de combate a incêndio - B-UB-542001 A/B –02
- ★ gerador elétrico auxiliar - GE-514002

★ gerador elétrico de emergência	GE-514003
★ lançadores de <i>pig</i>	- LP-122301/2/3/4
★ aquecedores de placa	- P-512401 A/B
★ recebedores de <i>pig</i>	- RP-122301 a 10
★ centrífuga de diesel	- SC-513301 A/B
★ tanques diesel diários dos geradores	- TQ-513302/303
★ tanques diesel diários das bombas de incêndio	- TQ-UB-542001 A/B
★ vaso de extração de condensado do vent	- V-541501
★ unidade de injeção de produtos químicos	UQ-126101
★ unidade de água gelada	- UR-525201 A/B/C
★ unidades de tratamento de esgoto	- Z-531201/02

**Second Deck** – nas Elevações 20000 e 21500, onde estarão localizados os coletores e estações de medição. É um convés fechado verticalmente, com piso de chapa capaz de conter eventuais derrames, porém aberto lateralmente, de forma a facilitar a ventilação. Conterá os seguintes equipamentos:

★ coletor de sucção principal e do FSO	
★ unidades de tratamento de água	
★ unidades de ar comprimido e ar condicionado	
★ tanques de armazenamento de diesel	- TQ-513301 A/B
★ estação de medição de óleo cru	- Z-122301/02/03

**Third Deck** – nas Elevações 24500 e 27000, onde ficarão localizadas as bombas de transferência de óleo. É um convés fechado verticalmente, com piso de chapa capaz de conter eventuais derrames, porém aberto lateralmente, de forma a facilitar a ventilação. Conterá os seguintes equipamentos:

★ bombas de transferência de óleo	- B-122301 A/B/C/D/E e B-122302 A/B/C/D
★ tanques de distribuição de diesel	- TQ-513302 A/B
★ unidades de ar condicionado	

**Top Deck** – na Elevação 32000, onde estarão localizados os turbogeradores e o Heliponto. É um convés de piso fechado, de chapa, capaz de conter eventuais derrames, porém aberto lateralmente e sem nenhum confinamento superior, de forma a facilitar a ventilação. Conterá os seguintes equipamentos:

- ★ geradores elétricos principais - GE-514001 A/B/C
- ★ aquecedores de gás combustível - P-513501 A/B
- ★ pré-aquecedores elétricos de gás combustível - P-513502 A/B/C/D
- ★ vasos de gás combustível - V-513501 A/B
- ★ *vent* atmosférico - Z-541501

O Norte de Projeto da PRA-1 é coincidente com o Norte verdadeiro, o que significa que as acomodações estarão na face leste da Plataforma e o *vent* atmosférico na face sul. Desta forma, os ventos predominantes, procedentes de Norte e Nordeste, tenderão a afastar da Plataforma eventuais nuvens de gás, assim como conduzirão os gases quentes da descarga dos turbogeradores para longe das acomodações e do Heliponto.

A PRA-1 será certificada pelo *Bureau Veritas* (BV), sendo suas especificações de construção concebidas à operação na Bacia de Campos. A mesma apresentará um sistema de geração de energia baseado em 03 (três) Turbo-Geradores (TG), 01 (um) Gerador Auxiliar Diesel e 01 (um) Gerador de Emergência Diesel, com capacidade total de geração de 79,8 MW. Os TG's estarão projetados para funcionar, regularmente, utilizando gás natural. Porém, em situações de emergência, poderão operar com óleo diesel. O Gerador Auxiliar entrará em operação apenas durante a partida da unidade e quando houver falha nos TG's.

Ao Gerador de Emergência encontram-se ligados os sistemas essenciais de segurança e emergência, tais como os de detecção e combate a incêndio, controle, além de ventilação e iluminação de emergência.

O sistema de combate a incêndio por dilúvio será composto por 02 bombas diesel hidráulicas, cada uma com capacidade de atendimento de 100% da maior demanda. Existirão, ainda, sistemas de CO<sub>2</sub>, canhões de água e espuma e extintores portáteis.

### b) FSO e Monobóias

O FSO será a embarcação responsável pelo recebimento de óleo proveniente da PRA-1, sua estocagem e posterior transferência. Será construído a partir da conversão de um Navio Petroleiro, de casco simples, onde será adicionado um Sistema de *Turret*, responsável pelo recebimento das linhas de ancoragem e tubulações de importação e transferência de óleo, importação de gás da PRA-1, além dos cabos de energia elétrica, provenientes da PRA-1.

O gás recebido da PRA-1 será utilizado no FSO para aquecimento do óleo de maneira a facilitar a sua transferência e para acionamento da geração elétrica, quando necessário. Eventual necessidade de despressurização será atendida pelo sistema de *vent* do FSO.

No FSO não haverá tratamento de óleo ou lançamento/recebimento de *pig*. O óleo recebido será encaminhado diretamente para os Tanques de Carga, onde aguardará até o momento de sua transferência. As bombas de transferência estarão localizadas no interior de cada tanque, com pressão de descarga de 70 bar, para envio do óleo por uma das seguintes maneiras:

- ★ Através de bombeio direto para as Monobóias, passando pelo *Turret*. A Monobóia 1 (MB-1) terá capacidade de receber até 250.000 m<sup>3</sup>/h e a MB-2 até 200.000 m<sup>3</sup>/h;
- ★ Através do Sistema de *Offloading* do FSO, com vazão máxima de 6.250 m<sup>3</sup>/h.

As tubulações conectadas ao FSO, Monobóias e PRA-1 são apresentadas no Quadro II.8.1.3-2 abaixo.



**Quadro II.8.1.3-2 - Tubulações de interligação entre PRA-1, FSO e Monobóias.**

ESPECIFICAÇÃO (Dutos e Risers)	Quantidade	Extensão (m)	$\phi_i^*$ (")	$\phi_e^*$ (")	P (kgf/cm <sup>2</sup> )	T (°C)	Vida Útil (anos)
PRA-1 : PLEM-1 (duto)	2	3072	18,62	20	70	55	30
PLEM-1 : FSO (riser)	2	590	12	16,05	70	55	30
FSO : PLEM-1 (riser)	4	590	12	16,05	69	55	30
PLEM-1: PLEM-2 (duto)	4	2500	18,62	20	69	55	30
PLEM-2:MONOBÓIA 1 (riser)	4	420	12	16,05	69	55	30
PLEM-2:PLEM-3 (duto)	4	2285	18,62	20	69	55	30
PLEM-3:MONOBÓIA 2 (riser)	4	420	12	16,05	69	55	30
PRA-1:PLAEM-1 (duto)	1	4.100	10	11	180	20	30
PRA-1:PLAEM-1 (duto)	1	4.100	20	21,75	180	20	30
PRA-1:FSO (duto)	1	3.967	4	4	203,9	38	30

A transferência do óleo é precedida de um módulo de medição no FSO, permitindo o bombeio simultâneo para uma das monobóias e para o Navio Aliviador.

Além deste sistema de medição, o FSO disporá de sistemas de geração de energia e de gás inerte, ambos alimentados por óleo diesel ou gás natural.

As monobóias e o FSO estarão equipados com sistemas de detecção automática de vazamentos, com capacidade de percepção de pequenos vazamentos. Este sistema irá alarmar e permitirá ao operador que interrompa o bombeio, minimizando eventuais volumes vazados.

### Sistemas de Processo

#### a) Geral

A seguir tem-se uma visão em maiores detalhes dos sistemas apresentados nos itens anteriores.

- *Sistema de Óleo*

A Plataforma PRA-1 receberá óleo de 5 linhas, que serão direcionadas para dois coletores: o Manifold de sucção do FSO e o Manifold de Sucção Principal. O

óleo será bombeado para o FSO, por meio de um só estágio, através de dois oleodutos, ou para as monobóias, em caso de indisponibilidade do FSO.

O óleo vindo das plataformas produtoras será enviado para as linhas de transferência, passando através de filtros de óleo cru (FT-122301 a 09) e bombas de óleo (B-122301 A/B/C/D/E ou B-122302 A/B/C/D). O oleoduto de transferência será provido de uma SDV sob a linha d'água. O óleo passará, também, por recebedores (RP-122301/02/03/04/05) e lançadores (LP-122301 a 03) de *pig* quando estiver efetuando esta operação.

O envio de óleo para o FSO ocorrerá através do PLEM-1 submarino, permitindo ainda que o óleo seja enviado diretamente às monobóias. As linhas que saem da PRA-1 serão dutos de aço, rígidos, enquanto que as linhas de conexão do PLEM-1 com o FSO serão do tipo flexível.

O envio de óleo do FSO para as monobóias ocorrerá através dos PLEM-2 e PLEM-3. Em todos os PLEM's há a possibilidade de bloqueio do fluxo. As linhas que conectam os PLEM's 2 e 3 às suas respectivas monobóias também serão flexíveis.

- *Sistema de Gás*

Presente na PRA-1, este sistema compreenderá duas linhas de importação de gás do PLAEM-1 de Roncador (de 10" e 20"). Este sistema será composto por SDV's submarinas, Recebedor de *Pig* (RP-123306), Lançador de *Pig* (LP-123304) e de uma SDV na entrada do sistema de tratamento de gás combustível.

Consistirá, ainda, de uma linha de gás de baixa pressão, interligando a PRA-1 ao FSO, para alimentação dos sistemas de geração elétrica de emergência e de gás inerte.

- *Sistema de Gás Combustível*

Este sistema condiciona o gás combustível para alimentação dos turbogeradores, onde este é consumido. O gás combustível é retirado do sistema principal de gás, aquecido nos pré-aquecedores (P-513502A/B/C/D), passa pelo primeiro estágio de expansão, é novamente aquecido no aquecedor

(P-513501A/B), passa por outro estágio de despressurização e segue para o vaso (V-523501 A /B). Neste vaso, há separação de condensado, caso existente, antes do envio do gás para o turbogerador (GE-514001A/B/C). O condensado removido do vaso é reinjetado no gasoduto pelas bombas de condensado.

- *Sistema de Diesel*

O sistema de diesel prevê armazenagem e distribuição de óleo para os seguintes consumidores: turbogeradores, geradores de emergência, gerador auxiliar, bombas de água de incêndio e compressor de partida. São previstas conexões para alimentação do diesel a partir de embarcações de apoio (*supply boats*), em dois lados da plataforma. O diesel é filtrado (FT-513301 A/B) e medido antes de ser enviado aos tanques de armazenagem (TQ-513301 A/B). Dos tanques, o diesel é enviado, através das centrífugas SC-513301 A/B e das bombas B-513301 A/B, até os tanques de distribuição.

No FSO haverá estocagem de diesel para alimentação dos geradores de emergência e de gás inerte, em caso de falha no fornecimento de gás natural da PRA-1.

- *Sistema de Drenagem*

O sistema de drenagem na PRA-1 será composto de 2 (dois) subsistemas: um sistema de dreno aberto e um sistema de dreno fechado.

O sistema de dreno aberto será constituído de dois grupos de coletores, um para as áreas não-classificadas e outro para as áreas classificadas. O óleo coletado pelos dois coletores será encaminhado ao mesmo *caisson* (TD-533601), que dispõe de uma câmara de óleo, de onde o óleo separado será bombeado (B-533602 A/B) para o vaso de *slop* (V-533601 A/B). A água separada será analisada no analisador de óleo e enviada diretamente para o mar. Caso o teor de óleo seja superior a 20 ppm haverá alarme na sala de controle e recirculação da água, até que esta esteja enquadrada nos 20 ppm.

O sistema de dreno fechado servirá para o esvaziamento de todos os equipamentos de processo que operam com hidrocarboneto líquido. O líquido

coletado será encaminhado para o vaso de *slop*, de onde será rebombeado para a sucção da bomba de transferência de óleo cru.

No FSO está prevista a drenagem do convés para os tanques de *slop*. O convés será cercado por tricaniz, capaz de impedir que eventuais derrames de óleo no convés venham a atingir o mar.

- *Sistema de Vent*

Na PRA-1, o sistema de *vent* será composto de *multi-estágio* e *vent* atmosférico.

A função do sistema de *vent* é coletar a descarga das válvulas de segurança, de *blowdown* e de alívio térmico, dentre outras, passando pelo vaso, (V-541501) e sendo descarregado pelo sistema de *vent* estagiado (Z-541501).

Este sistema foi concebido com o conceito de descarga estagiada, de forma a garantir alta velocidade na liberação do gás. Isto melhora a mistura do gás com o ar, reduzindo as dimensões da região inflamável. Neste sistema não há queima de gás, o que elimina a necessidade de sistema piloto e, por conseguinte, do consumo de gás. A única fonte de consumo de gás é o gás de purga do sistema, em vazão reduzida, que impede o ingresso de ar no sistema.

O sistema de *vent* atmosférico receberá os gases emanados do vaso de *slop*, operando à pressão atmosférica.

No FSO haverá sistema de *vent* para os tanques de carga, os quais irão operar, na maior parte o tempo, com gás inerte. Além disto haverá um sistema de menor porte, para eventual descarga do gás presente no sistema de alimentação do FSO.

- *Sistema de Injeção Química*

O sistema terá como objetivo ajustar, na PRA-1, o gás para as condições de operação dos equipamentos e linhas, através da adição de inibidores de corrosão e de hidrato.

Não haverá sistema de injeção química no FSO.

- *Condições Operacionais*

Transferência para o FSO ou Monobóias utilizando uma só bomba:

- ★ Pressão de sucção: 3,0 kgf/cm<sup>2</sup> man
- ★ Pressão de descarga: 68,0 kgf/cm<sup>2</sup> man
- ★ Vazão de transferência: 1200 m<sup>3</sup>/h

*b) Inventário das Medidas de Segurança*

A PRA-1 e seus respectivos equipamentos submarinos foram projetados e construídos a partir de rígidos critérios de segurança, de forma a atender aos requisitos de diferentes organismos internacionais e nacionais. Dentre os dispositivos de segurança, prevenção e combate a situações de emergência, podem ser citados:

- *Na Etapa de Instalação*

- ★ As linhas de interligação da PRA-1 com o FSO, o PLAEM de Roncador e os manifolds submarinos serão testadas previamente, de forma a permitir a detecção de qualquer problema, ainda na superfície, minimizando os riscos de vazamentos;
- ★ As linhas e manifolds serão posicionados através de sistemas específicos e precisos, a partir de embarcação de instalação, em locais previamente mapeados e determinados, de forma a minimizar danos a estes e ao fundo do mar;
- ★ As linhas de interligação serão submetidas a teste de estanqueidade, de forma a verificar a estanqueidade das conexões;
- ★ As válvulas de controle dos manifolds serão do tipo normalmente fechadas, onde a interrupção no fornecimento de fluido hidráulico provoca o fechamento das válvulas e a interrupção do fluxo, limitando os riscos e volumes de vazamento;

- ★ As linhas de importação de gás serão providas de válvula submarina de bloqueio (SSDV), instalada próxima à PRA-1, de forma a permitir o isolamento da linha em caso de vazamento de gás junto à plataforma;
- ★ Todas as linhas serão submetidas a teste hidrostático e passagem de *pig* instrumentado ou de *pig* espuma, para medição de espessura e verificação da estanqueidade. Desta forma, minimiza-se o risco de falhas e vazamentos de óleo e gás.

- *Na Etapa de Produção*

- ✓ *PRA-1*

- ★ As linhas de importação de gás e óleo e transferência de óleo estarão diretamente conectadas aos recebedores e lançadores de *pig* ou aos coletores, localizados no *First* e *Second Decks*. Ambos, conforme dito anteriormente, disporão de piso de chapas, com drenos, facilitando a contenção de possíveis vazamentos e, por conseguinte, reduzindo o risco do óleo chegar ao mar;
- ★ O piso de todos os conveses, exceto o do *Cellar Deck*, será de chapa, com sistema de drenos ligado ao Vaso de Drenagem, de forma a conter possíveis vazamentos. Neste *Deck*, tal contenção será feita através de bandejas de contenção sob os equipamentos que manuseiam óleo;
- ★ Além da existência de restrição à navegação na região da Plataforma, os *risers* estarão posicionados na sua região central, protegidos pelos contraventamentos da jaqueta. Desta forma, visa-se restringir o risco de colisão entre os barcos de apoio e os *risers*;
- ★ Em toda a plataforma haverá proteção passiva dedicada, dimensionada para suportar incêndios, garantindo a segurança da estrutura mesmo em caso de incêndio em jato nas linhas de gás;
- ★ Na PRA-1 não haverá grandes inventários de gás e óleo, reduzindo a severidade de incêndios. Os maiores inventários estarão associados às linhas de importação e transferência de óleo, porém a possibilidade de

vazamento nestes trechos é reduzida pela proteção contra colisões externas;

- ★ Os principais equipamentos da planta de rebombeio serão instalados sobre piso de chapa, provido de barreiras de contenção lateral, ligados ao Sistema de Drenagem. Desta forma, eventuais vazamentos de óleo serão coletados e encaminhados ao Tanque de Drenagem (TQ-533601);
- ★ Os tanques de diesel estarão localizados na região central dos conveses, facilitando a contenção e drenagem de eventuais vazamentos;
- ★ Os equipamentos que manuseiam hidrocarbonetos serão instalados em áreas abertas, bem ventiladas, minimizando o acúmulo de gases e o risco de explosão;
- ★ A movimentação de carga por guindaste limitar-se-á ao *Top Deck*, onde se encontram instalados apenas os Turbo-Geradores (TG's) e o *Skid* de Gás Combustível. Desta forma, não há risco de queda de cargas suspensas sobre os tanques principais de óleo diesel, bombas de transferência, coletores, lançadores e recebedores de *pig*. Nos demais *decks*, a movimentação de carga será feita através de talhas, minimizando-se consideravelmente o risco de vazamentos provocados por queda de objetos;
- ★ O posicionamento do sistema de gás combustível no *Top Deck*, sem confinamento vertical, visa facilitar a dispersão de eventuais vazamentos;
- ★ A posição da descarga dos TG's foi definida com base em estudo de dispersão de fumaça, de forma a evitar a ocorrência de temperaturas elevadas na região do Heliponto, minimizando eventuais riscos para sua operação;
- ★ A plataforma operará com queima zero de gás, com a utilização de sistema de *vent*, o que elimina a necessidade de chama piloto. Este tipo de procedimento limita o gás emitido ao gás de purga do sistema, associado a vazões reduzidas, minimizando o volume de emissões atmosféricas e, conseqüentemente, reduzindo o risco de derrame de óleo através dos queimadores;
- ★ A planta foi projetada com um sistema de despressurização, que em caso de emergência conduzirá o gás para o *vent*. Este sistema será composto



por válvulas de Controle de Pressão (BDV) e de Alívio de Pressão (PSV), que operarão de forma redundante;

- ★ Os turbogeradores operarão com gás natural, reduzindo o nível de emissões atmosféricas. A presença de tanques de diesel dedicados, capazes de garantir o suprimento de combustível em caso de falta de gás, assegurará a confiabilidade do sistema, em caso de problemas na importação de gás;
- ★ As bombas de transferência e os aquecedores serão acionados por motores elétricos, ao invés das tradicionais turbinas a gás ou motores a diesel. Nesta filosofia de projeto aumenta-se a capacidade dos geradores, além de eliminar-se as emissões geradas nas antigas turbinas a gás ou motores diesel. Aumentando-se o volume de queima de gás nos turbogeradores, aumenta-se a eficiência dos mesmos, aproveita-se o calor gerado para aquecimento da água e reduz-se o volume final das emissões;
- ★ Toda a planta de processo estará protegida por detetores de fogo e gás, estes últimos do tipo infravermelho, visando a percepção e combate a situações de emergência ainda em seu início;
- ★ A plataforma utilizará, somente, diesel marítimo não inflamável. O óleo transferido pela PRA-1 é dito “morto”, ou seja, apresenta baixos teores de voláteis, o que dificulta a sua combustão, reduzindo o risco de incêndio;
- ★ Os equipamentos e tubulações que manuseiam hidrocarbonetos são protegidos através de sistema dedicado de combate a incêndio, dimensionado de acordo com as exigências da NFPA (*National Fire Protection Association*). Desta forma, garante-se que mesmo em caso de incêndio em um dado equipamento ou tubulação não haverá propagação para os vizinhos;
- ★ A plataforma contará com sistema dedicado de fornecimento de água de combate a incêndio, composto por 02 bombas diesel-hidráulicas, cada uma com capacidade de fornecer 100% da vazão total de demanda do sistema dimensionante mais 02 hidrantes;

- ★ Além do Sistema de Dilúvio, o Sistema de Combate a Incêndio será composto por canhões de água e espuma, monitores portáteis, sistema fixo de CO<sub>2</sub> e extintores de água, pó químico e CO<sub>2</sub>;
- ★ O descarte de água de drenagem será monitorado permanentemente por medidor de TOG. Qualquer desvio na qualidade da água implicará em alarme na sala de controle e retorno do efluente ao sistema de tratamento, até que as especificações sejam atingidas;
- ★ Cabe ressaltar que não haverá produção de água na PRA-1, e que a água da planta de processo a ser descartada limita-se à água de chuva ou de eventuais aberturas do sistema de combate a incêndio. Eventuais vazamentos de óleo serão reinjetados na linha de transferência de óleo;
- ★ Além do sistema automático de medição da qualidade da água, haverá processo de amostragem periódica, para verificação da qualidade da mesma e aferição do sistema automático;
- ★ Todo o processo estará protegido por válvulas de bloqueio de fluxo (SDV), sistemas de alta e baixa pressão, além de sensores de nível alto, muito alto, baixo e muito baixo;
- ★ As válvulas de segurança a serem utilizadas são do tipo “normalmente fechadas”, ou seja, é necessária a presença de ação externa para mantê-las abertas. Desta forma, em caso de interrupção de energia (elétrica, ar comprimido ou hidráulica) estas válvulas irão fechar automaticamente, bloqueando o fluxo e levando a plataforma para uma condição segura;
- ★ Os tanques de diesel foram projetados com medidores sônicos de nível, de forma a facilitar a percepção de vazamentos, minimizando os volumes derramados.

✓ *FSO e Monobóias*

- ★ O FSO operará somente com recebimento, estocagem e transferência de óleo, sem que haja elementos de processo neste. Desta forma, não há planta ou equipamentos sobre o convés, limitando as possibilidades de vazamento;

- ★ A operação de transferência de óleo da PRA-1 para o FSO será realizada, através de linhas rígidas de aço. Do FSO, o óleo poderá ser transferido para as monobóias ou diretamente para o Navio Aliviador, utilizando seu próprio sistema de *offloading*. A utilização das monobóias garante o afastamento entre o Aliviador e o FSO, reduzindo o risco de colisões. Apenas aliviadores DP serão utilizados para o recebimento direto a partir do FSO;
- ★ Com relação ao Navio Aliviador, haverá restrições para as operações de atracação e partida das monobóias e do FSO, de forma a minimizar o risco de colisão;
- ★ O FSO e as monobóias serão dotados de sistema automático de detecção de vazamento, com sensibilidade para percepção de pequenos vazamentos;
- ★ O sistema de recebimento de óleo nas monobóias será dotado de dispositivo de proteção contra golpe de aríete, através do sistema HIPPS ou de sistema de alívio para o FSO;
- ★ Para evitar a ocorrência de picos de sobre-pressão haverá, ainda, a possibilidade de variação da velocidade das bombas da PRA-1 ou do FSO, além de atuação das válvulas de alívio no FSO;
- ★ A ancoragem do FSO será realizada através de *Turret*. Desta forma, as linhas de importação e transferência estarão protegidas contra choques de embarcações externas;
- ★ A distância entre as Monobóias e o FSO, da ordem de alguns quilômetros, minimiza o risco de colisão de embarcações com estas instalações;
- ★ Não haverá sistema principal de geração de energia no FSO, apenas sistema de emergência. Desta forma, reduz-se o risco de eventuais acidentes no FSO;
- ★ A geração de emergência no FSO, assim como a de gás inerte, será, preferencialmente, realizada com a utilização de gás, o que minimiza as emissões atmosféricas, aumenta a eficiência da térmica e reduz o risco de liberações acidentais de óleo combustível;
- ★ O FSO utiliza somente diesel marítimo, não inflamável. O óleo transferido é dito “morto”, ou seja, caracterizado por baixos teores de voláteis, o que

dificulta a sua combustão. O uso destes tipos de óleo reduz o risco de incêndio, se comparado aos óleos manuseados em plataformas de produção;

- ★ Haverá presença permanente de barco de apoio dedicado na área, que se revezará com outro, ambos capacitados para prestar auxílio no combate a eventuais emergências. Estes barcos disporão de recursos para contenção e recolhimento de óleo no mar, minimizando o espalhamento de uma eventual mancha de óleo e facilitando seu recolhimento.