

II.3 - ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS

Durante a elaboração do Plano Diretor de Escoamento e Tratamento do Óleo da Bacia de Campos (PDET) foram avaliadas duas alternativas tecnológicas para o escoamento da produção dos campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador, considerando, também, a não realização deste empreendimento.

Foram estudadas, ainda, alternativas locacionais para a instalação das várias unidades que fazem parte do Complexo PDET (PRA-1, FSO e monobóias).

A seguir, é apresentada a descrição das alternativas tecnológicas e locacionais do Complexo PDET.

Alternativas Tecnológicas

As duas alternativas de projeto para a implantação do Complexo PDET têm, como diferença básica, o modal de escoamento do óleo a partir da Plataforma de Rebombeio Autônomo (PRA-1) e das unidades de estocagem e transferência (FSO e monobóias). A primeira prevê, em operação normal, a utilização de navios aliviadores (modal marítimo) e a segunda o escoamento através de duto de interligação com o continente (modal dutoviário). Como terceira alternativa, também foi considerada a possibilidade de não implementação do Complexo PDET.

A seguir, é apresentado um breve descritivo das três alternativas.

★ Alternativa 01

A primeira alternativa tecnológica (PDET: Modal Marítimo), objeto deste EIA, prevê o escoamento do óleo para o continente através de navios aliviadores, compreendendo uma unidade de rebombeio autônomo tipo plataforma fixa (a PRA-1, com capacidade de rebombeio de 130.000 m³ de óleo/dia), uma unidade de estocagem e transferência (FSO, com capacidade total de tancagem de 412.000 m³) e duas monobóias (unidades de transferência com vazões de 250.000 e 200.000 m³/dia).

Seu sistema submarino é constituído por 3 (três) PLEM's (*Pipeline End Manifold*), oleodutos de interligação entre as quatro unidades, e gasodutos interligando a PRA-1 ao PLAEM de Roncador e ao FSO.

Na Figura II.3-1, é apresentado um desenho esquemático de escoamento do óleo por esta alternativa tecnológica do Complexo PDET.

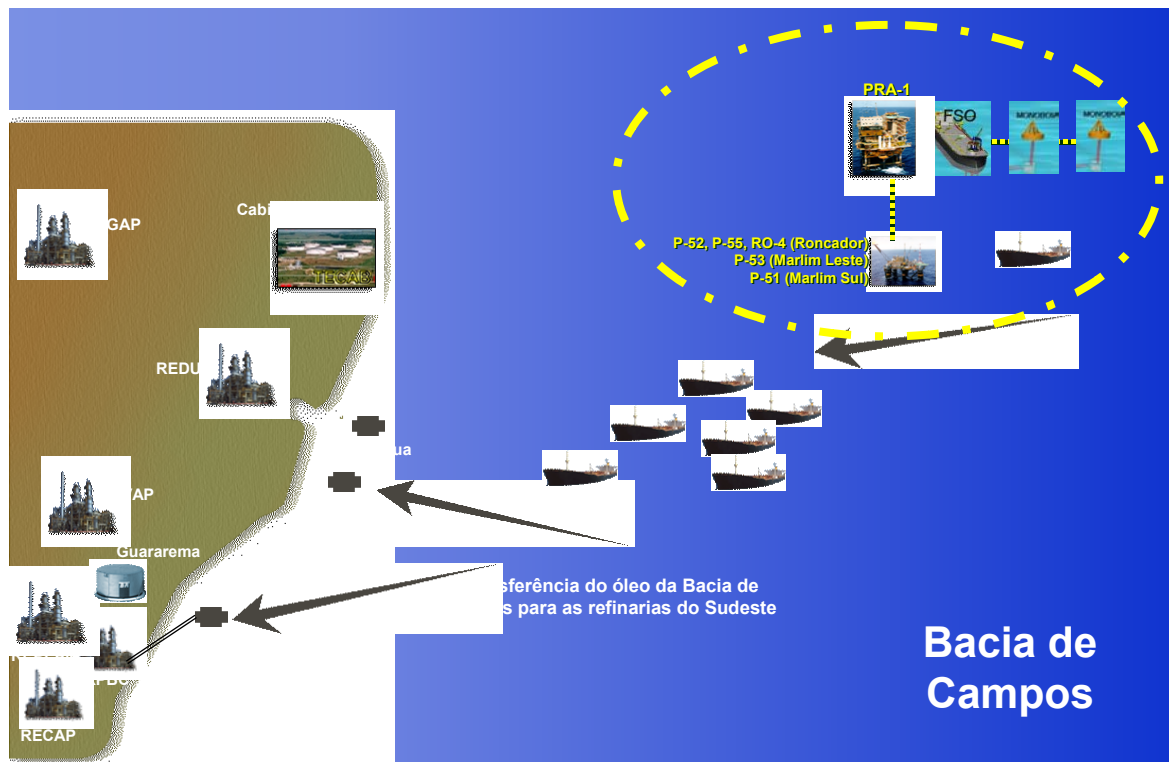


Figura II.3-1 - Representação esquemática da Alternativa 1 do Complexo PDET (PDET: Modal Marítimo). Fonte: PETROBRAS.

De acordo com esta alternativa, o escoamento pelo Complexo PDET pode ser realizado através do modo normal e de segregação.

No **Modo Normal**, a plataforma PRA-1 está projetada para rebombar até 130.000 m³/dia de óleo para o FSO, transferido deste diretamente para um navio aliviador, ou enviado, primeiramente, para duas monobóias e só então encaminhado para navio aliviador. Neste modo de operação poderá, também, haver o rebombeio direto do óleo para as monobóias a partir da PRA-1, em caso de indisponibilidade do FSO.

No **Modo de Segregação**, o escoamento da produção de qualquer uma das Unidades Estacionárias de Produção (UEP's) associadas ao sistema poderá ser segregado para o FSO, a partir da PRA-1.

A adoção desta alternativa implicaria num incremento do tráfego de navios aliviadores, mas não tão intenso quanto aquele oriundo do escoamento individual de cada uma das 5 (cinco) plataformas de produção, uma vez que com a instalação do Sistema PRA-1/FSO/monobóias, as atividades de *offloading* estariam concentradas em um único ponto (na área do Complexo PDET) ao invés de cinco (na localidade das unidades P-51, P-53, P-52, P-55 e RO-4). Além disso, a rota de navegação dos navios aliviadores entre o local do *offloading* e os portos da região sudeste do Brasil se tornaria menor.

★ Alternativa 02

Esta alternativa foi proposta inicialmente para a implantação do Complexo PDET e previa o transporte dutoviário de óleo para o continente através de um oleoduto submarino de exportação conectado à PRA-1 (projetada para rebombear através do oleoduto até 102.000 m³ de óleo/dia). Esta última estaria conectada a um FSO (com capacidade total de tancagem de 286.200 m³) e a uma única monobóia.

Nesta caso, o sistema submarino seria composto por dois PLEM's, um para o FSO e outro para a monobóia, além de oleodutos de interligação entre as unidades e gasodutos, conectando a PRA-1 ao PLAEM de Roncador. Da unidade PRA-1, o óleo seria rebombeado até o continente, especificamente na localidade de Barra do Furado (Quissamã/RJ), através de um oleoduto submarino de 34" e cerca de 115 km de extensão.

A Figura II.3-2 ilustra a Alternativa 2 do Complexo PDET (PDET: Modal Dutoviário), com os seus dutos e unidades de rebombeio, estocagem e transferência.

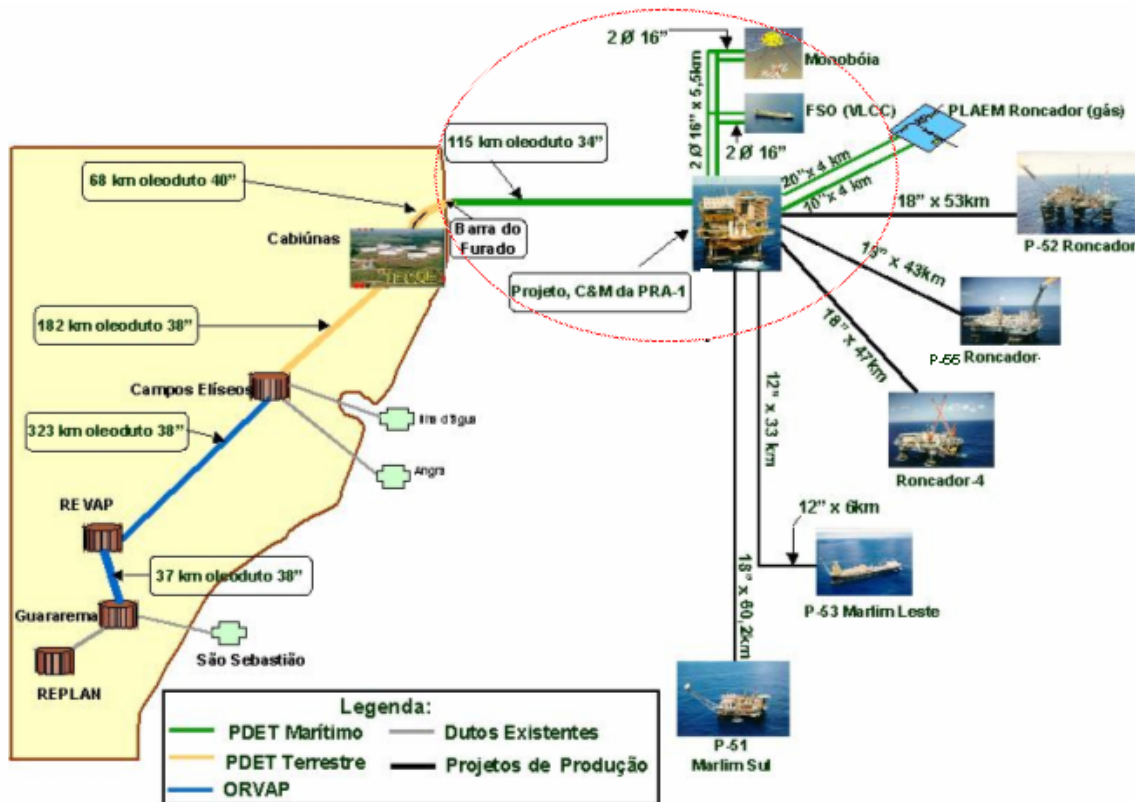


Figura II.3-2 - Representação esquemática da Alternativa 2 do Sistema de Rebombeio e Escoamento (Modal Dutoviário). Os dutos do Trecho Marítimo estão indicados em verde. Fonte: PETROBRAS.

Nesta alternativa, a unidade de rebombeio PRA-1 teria funções operacionais que possibilitariam trabalhar em 4 (quatro) modos de escoamento, dependendo do volume de óleo a ser transferido para o continente, bem como de eventuais situações de contingência (Modo Normal de Operação; Modo de Segregação; Modo de Contingência; e Modo de Recebimento).

No **Modo Normal de Operação**, a plataforma PRA-1 estaria projetada para rebombear até 102.000 m³/dia do óleo proveniente dos campos de Marlim Sul (P-51), de Marlim Leste (P-53) e de Roncador (P-52, P-55 e Módulo 4), através de oleoduto submarino.

No **Modo de Segregação**, o escoamento da produção de qualquer unidade de produção do Complexo PDET poderia ser segregado para o FSO, a partir da PRA-1. Nesta condição, a unidade PRA-1 poderia escoar, no máximo, 28.800 m³ de óleo por dia através de um duto submarino de 3 km de extensão. Em caso de produção de óleo fora de especificação por qualquer uma das plataformas de

produção interligadas ao Complexo, um modo de “segregação de contingência” permitiria o escoamento de até 62.000 m³ de óleo por dia para o FSO, a partir da PRA-1.

O **Modo de Contingência** é caracterizado pelo escoamento de toda a produção (no seu pico) das UEP's pertencentes ao Complexo PDET. Neste modo, a PRA-1 seria capaz de escoar 130.800 m³ de óleo por dia através de dois dutos para a unidade FSO.

No **Modo de Recebimento (Loading)**, parte da produção de outros campos petrolíferos, tais como Barracuda, Caratinga e Albacora Leste, poderia ser escoada pelo Complexo PDET, o qual operaria, neste caso, como um terminal oceânico. Essa situação seria mantida somente quando o oleoduto de exportação para o continente estivesse operando com ociosidade, ou seja, fora do período máximo de produção das plataformas de produção interligadas ao Complexo. Neste modo de operação, os navios aliviadores dos outros campos da Bacia de Campos fariam a transferência de óleo para a PRA-1, via monobóia ou FSO, através de um duto submarino, com um limite máximo de escoamento de 62.000 m³/dia.

Com a adoção desta alternativa, envolvendo o escoamento do óleo dos campos de águas profundas para o continente através de um sistema de oleodutos submarinos, haveria o impacto positivo de redução do tráfego de navios-aliviadores. Porém, a forte oposição política do Governo do Estado do Rio de Janeiro à porção terrestre do Complexo PDET, que consistia da instalação de oleoduto terrestre cruzando 19 municípios, para escoar a produção destes campos até os estados vizinhos de São Paulo e Minas Gerais, inviabilizou a adoção desta alternativa. Isto foi possível devido à aprovação da Lei nº 4255 de 29 de Dezembro de 2003, referente à carga tributária, onde a alíquota do ICMS passou de 19% para 60%, e o Projeto passou a depender de autorização prévia pela Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro (ALERJ) e pelo órgão ambiental estadual competente (no caso a FEEMA).

★ Alternativa 03

A terceira alternativa trata-se do escoamento da produção dos campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador diretamente das unidades de produção para os terminais marítimos, através de navios aliviadores, que trafegariam por diferentes rotas. Cabe ressaltar que os empreendimentos relacionados aos campos supracitados se encontram em processo de licenciamento ambiental junto ao IBAMA (P-51, P-52 e P-53) ou em fase de planejamento (P-55 e RO-4).

Na Figura II.3-3, é apresentada a forma de escoamento da produção de óleo dos campos de Marlim Leste (P-53), Marlim Sul (P-51) e Roncador (P-52 e P-55 e Módulo 04), sem a existência do Complexo PDET.

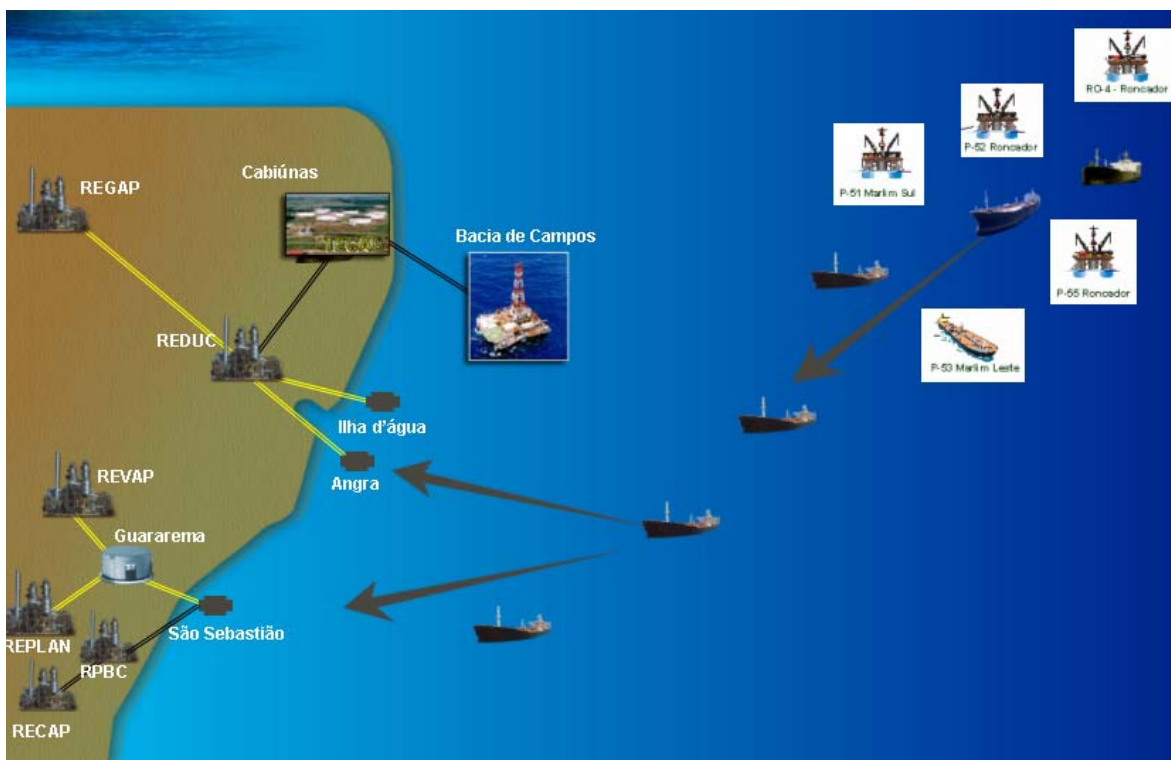


Figura II.3-3 - Representação Esquemática da Alternativa 3 (escoamento sem implantação do Sistema de Rebombeio e Escoamento). Fonte: PETROBRAS.

A não implantação do Complexo PRA-1/FSO/Monobóias geraria um incremento no tráfego de navios aliviadores na região da Bacia de Campos, visto que haveria 5 (cinco) novas unidades a serem atendidas. Neste contexto,

destacam-se os impactos reais e potenciais decorrentes do tráfego destes navios em rotas de navegação maiores e distintas.

No Quadro II.3-1, a seguir, são apresentadas, resumidamente, as principais características das 3 (três) alternativas tecnológicas acima descritas. O Quadro II.3-2 apresenta as principais informações sobre as duas alternativas tecnológicas de implantação do Complexo PDET, durante as diferentes fases da atividade, quando aplicável.

Quadro II.3-1 - Alternativas tecnológicas para escoamento da produção dos campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador.

ALTERNATIVAS	1	2	3
Descrição	Complexo PDET atuando como central de escoamento do óleo dos campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador, com transporte até o continente realizado unicamente por navios aliviadores.	Complexo PDET atuando como central de escoamento do óleo dos campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador, com transporte até o continente realizado por oleoduto e, eventualmente, por navios aliviadores.	Escoamento do óleo diretamente dos campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador, com transporte até o continente realizado, somente, por navios aliviadores.
Tipo de Transporte	Marítimo - via navios aliviadores, a partir do FSO e das monobóias do Complexo PDET	Dutoviário – via oleoduto de interligação entre a PRA-1 e Barra do Furado.	Marítimo - via navios aliviadores, a partir de cada uma das 5 plataformas de produção localizadas nos Campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador
Instalações	PRA-1, FSO com alta capacidade de estocagem (412.000 m ³), 2 (duas) monobóias, oleodutos de interligação entre estas 4 unidades e gasodutos interligando a PRA-1 ao PLAEM de Roncador e ao FSO.	PRA-1, FSO com menor capacidade de estocagem (286.200 m ³), 1 (uma) monobóia, oleodutos de interligação entre estas 3 unidades, 1 (um) oleoduto de 34" ligando a PRA-1 ao continente e gasodutos interligando a PRA-1 ao PLAEM de Roncador.	–
Operação	A PRA-1 recebe o óleo das 5 plataformas de produção dos campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador e o transfere para navios aliviadores através do FSO e das duas monobóias.	A PRA-1 recebe o óleo das 5 plataformas de produção localizadas nos campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador, e o transfere diretamente para as refinarias do sudeste do Brasil por meio de um oleoduto de interligação com o continente. O FSO e a monobóia servem de apoio para a PRA-1, permitindo a transferência de óleo, em caso de contingência.	Sem o Complexo PDET, o óleo produzido nos campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador é transferido diretamente para navios aliviadores, a partir das 5 plataformas de produção.

Quadro II.3-2 - Fontes de energia, efluentes, emissões e resíduos gerados durante as diferentes fases de implantação das alternativas tecnológicas do Sistema de Rebombeio e Escoamento.

ALTERNATIVAS	1 (PDET: Modal Marítimo)	2 (PDET: Modal Dutoviário)
Fontes de energia	<p>Na PRA-1: Três turbogeradores de 25 MW, movidos a gás natural e óleo diesel; um gerador auxiliar de 3,2 MW e um gerador auxiliar de 1,6 MW, movidos a diesel. O gás combustível é proveniente do campo de Roncador e o diesel é armazenado em tanques alimentados por navio de apoio.</p> <p>No FSO: Suprimento fornecido pelos geradores de energia da PRA-1, através de interligação elétrica com quatro cabos elétricos de 13,8 KV e 8 MW cada. Para assegurar a não interrupção da alimentação de energia, contará com 4 turbogeradores auxiliares (a diesel ou gás natural) e um motogerador de emergência (a diesel).</p>	<p>Na PRA-1: Idem à alternativa 1</p> <p>No FSO: Suprimento fornecido pelos geradores de energia da PRA-1, através de interligação elétrica com três cabos elétricos trifásicos. Para assegurar a não interrupção da alimentação de energia, contemplaria também 4 geradores auxiliares e um gerador de emergência.</p>
Efluentes descartados	<p><i>Fluido de preenchimento dos oleodutos:</i> Será descartado um volume de 4.253 m³, ao final da fase de instalação, a partir da PRA-1;</p> <p><i>Efluentes domésticos (sanitários e restos alimentares):</i> Durante a fase de instalação, serão gerados nas balsas de instalação e tratados em UTE com capacidade de 17,5 m³, para posterior lançamento ao mar. Durante a fase de operação (30 anos), serão gerados pela PRA-1 e FSO, com previsão de descarte de 18 m³/dia de efluente sanitário e 36 kg/dia de resíduos alimentares.</p>	<p><i>Fluido de preenchimento do oleoduto de 34":</i> Seria descartado um volume de 64.615 m³, ao final da fase de instalação, a partir da PRA-1;</p> <p><i>Efluentes domésticos (sanitários e restos alimentares):</i> Durante a fase de instalação, seriam gerados na Base Guincho (50 pessoas em 2 turnos: 25/turno) e nas balsas de instalação. Na Base Guincho, o baixo volume de efluentes seria recolhido por empresa especializada, enquanto que nas balsas de lançamento, haveria tratamento em UTE com capacidade de 17,5 m³ para posterior lançamento ao mar. Durante a fase de operação (30 anos), seriam gerados pela PRA-1 e FSO, com previsão de descarte de 18 m³/dia de efluente sanitário e 36 kg/dia de resíduos alimentares para cada unidade.</p>

(continua)

Quadro II.3-2 (conclusão)

ALTERNATIVAS	1 (PDET: Modal Marítimo)	2 (Modal Dutoviário)
Emissões atmosféricas	Similar à alternativa 2, com acréscimo pouco significativo, associado ao recebimento de gás pelo FSO para aquecimento do óleo e geração de energia elétrica, necessária para momentos de realização de <i>offloading</i> simultâneo do FSO para um navio DP e da monobóia para um aliviador.	<p><i>Óxidos de Nitrogênio (NO_x)</i>: 93,44 kg/h (cenário pré-operacional) e 78,64 kg/h (cenário operacional);</p> <p><i>Monóxido de Carbono (CO)</i>: 21,42 kg/h (cenário pré-operacional) e 20,12 kg/h (cenário operacional);</p> <p><i>Compostos Orgânicos Totais (COT), inclusive metano</i>: 2,74 kg/h (cenário pré-operacional) e 22.323,70 kg/h (cenário operacional);</p> <p><i>Material Particulado Total (MPT)</i>: 2,72 kg/h (cenário pré-operacional) e 1,62 kg/h (cenário operacional);</p> <p><i>Dióxido de Enxofre (SO₂)</i>: 31,50 kg/h (cenário pré-operacional) e 0,83 kg/h (cenário operacional);</p> <p><i>Dióxido de Carbono (CO₂)</i>: 4.515,92 kg/h (cenário pré-operacional) e 27.021,07 kg/h (cenário operacional).</p>
Resíduos gerados	<i>Resíduos sólidos e oleosos</i> : Com geração prevista para ocorrer ao longo de todas as fases do empreendimento, serão produzidos em maior quantidade durante a fase de operação. As gerações mais significativas estão associadas às tripulações da PRA-1 e FSO e às operações de <i>pigging</i> nos oleodutos interligantes das unidades. O tratamento e destinação final de resíduos pela Petrobras seguem as normas específicas para cada classe de resíduo, de acordo com a NBR 10.004.	<i>Resíduos sólidos e oleosos</i> : Com geração prevista para ocorrer ao longo de todas as fases do empreendimento, seriam produzidos em maior quantidade durante a fase de operação. As gerações mais significativas estariam associadas às tripulações da PRA-1 e FSO e às operações de <i>pigging</i> , tanto nos oleodutos interligantes das unidades quanto no oleoduto de 34". O tratamento e destinação final de resíduos pela Petrobras estariam seguindo as normas específicas para cada classe de resíduo, de acordo com a NBR 10.004.

Alternativas Locacionais

Durante a fase de projeto deste empreendimento foram estudadas, também, alternativas de local para as diversas unidades integrantes do Complexo PDET, conforme ilustrado na Figura II.3-4.

★ Alternativa A

A PRA-1, uma plataforma do tipo fixa, fica localizada numa profundidade de cerca de 106 metros, em local geologicamente estável e, considerando sua limitação em termos de profundidade, na posição mais próxima possível das plataformas de produção a serem interligadas ao Sistema e à fonte de gás para a geração de energia na plataforma (PLAEM-1 de Roncador).

★ Alternativa B

Foi considerada a possibilidade da PRA-1 estar próxima das plataformas interligadas ao Complexo PDET, ou seja, em águas profundas. Para isso, a PRA-1 teria que ser do tipo flutuante.

Como as plataformas flutuantes possuem limitações tecnológicas para a subida de *risers* e a instalação de plataformas fixas em águas profundas é inviável, a alternativa B teve que ser refutada.

Ressalta-se a necessidade de instalação das unidades de estocagem e transferência (FSO e monobóias) próximo à PRA-1, independentemente da posição desta última, uma vez que o bombeio de óleo se dá através da operação integrada entre estas unidades.

Os estudos de locação indicaram que o distanciamento entre estas unidades (PRA-1, FSO e monobóias) deveria ser de, no mínimo, 2 km, que é a distância segura para que não haja interferência com a área de manobra das embarcações de apoio à instalação, operação e desativação do Complexo PDET.

Figura II.3-4 - Alternativas locacionais do Sistema de Rebombeio e Escoamento.

(A3)

Figura II.3-4 - Alternativas locacionais do Sistema de Rebombeio e Escoamento.

(A3)

Conclusão

O objetivo da implantação do Sistema de Rebombeio Autônomo e Escoamento dos Campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador é otimizar o escoamento da produção dos campos de águas profundas da Bacia de Campos (RJ - Brasil), desacelerando o progressivo aumento de embarcações em trânsito na região e reduzindo o número de pontos de realização de *offloading*.

Para a implantação do Complexo PDET, foram analisadas duas alternativas: PDET: Modal Marítimo (Alternativa 1) e PDET: Modal Dutoviário (Alternativa 2). Foi avaliado, também, o cenário de escoamento individual, a partir de cada unidade de produção.

À luz desta Análise de Alternativas, foi selecionada a implantação da Alternativa 1 (PDET: Modal Marítimo). Esta alternativa, a qual é objeto do TR ELPN/IBAMA N° 022/05 e deste Estudo de Impacto Ambiental, compreende a instalação das unidades PRA-1, FSO, Monobóia 1 e Monobóia 2 na plataforma continental da Bacia de Campos, e o escoamento do óleo rebombeado via navios aliviadores.