

II.3 - ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS

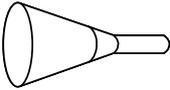
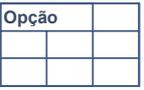
Na fase de planejamento do Projeto de Desenvolvimento da Produção do Campo de Marlim Leste foram elaborados extensivos estudos sobre as melhores alternativas de projeto para otimização da produção, considerando, ainda, os cuidados ambientais, consolidados no Plano de Desenvolvimento do campo.

Alternativas Tecnológicas

Análise das Alternativas para Seleção do Tipo de Unidade de Produção

Com o objetivo de elaborar o Projeto Conceitual para o Desenvolvimento do Campo de Marlim Leste, foi criado um Grupo de Trabalho em 2002. Durante essa fase, entre outras questões, foram discutidas as diferentes alternativas para a seleção do tipo de unidade, utilizando-se a metodologia a seguir:

Quadro II.3-1 - Metodologia utilizada para escolha da UEP (Unidade Estacionária de Produção)

Fases	Identificação de alternativas	Eliminação inicial de conceitos	Conversão/construção e operação própria	
			Classificação por custo e risco	Análise das opções prioritizadas
				
Atividades	<ul style="list-style-type: none"> Realizar workshops/ entrevistas com especialistas – Suporte Técnico – Engenharia Entrevistar potenciais fornecedores Pesquisar literatura e relatórios especializados 	<ul style="list-style-type: none"> Definir critérios para exclusão Analisar cada alternativa Identificar opções que atendam a todos os requisitos 	<ul style="list-style-type: none"> Estimar qualitativamente o risco de se adotar cada opção Estimar o custo de cada opção Definir critérios para priorização Identificar opções a serem detalhadas 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar uma avaliação econômica para cada opção Definir uma possível estratégia de contratação para a unidade
Produtos finais	<ul style="list-style-type: none"> Lista exaustiva de possíveis alternativas 	<ul style="list-style-type: none"> Lista de opções a serem consideradas 	<ul style="list-style-type: none"> 2 – 3 opções prioritizadas 	<ul style="list-style-type: none"> Detalhamento das opções prioritizadas

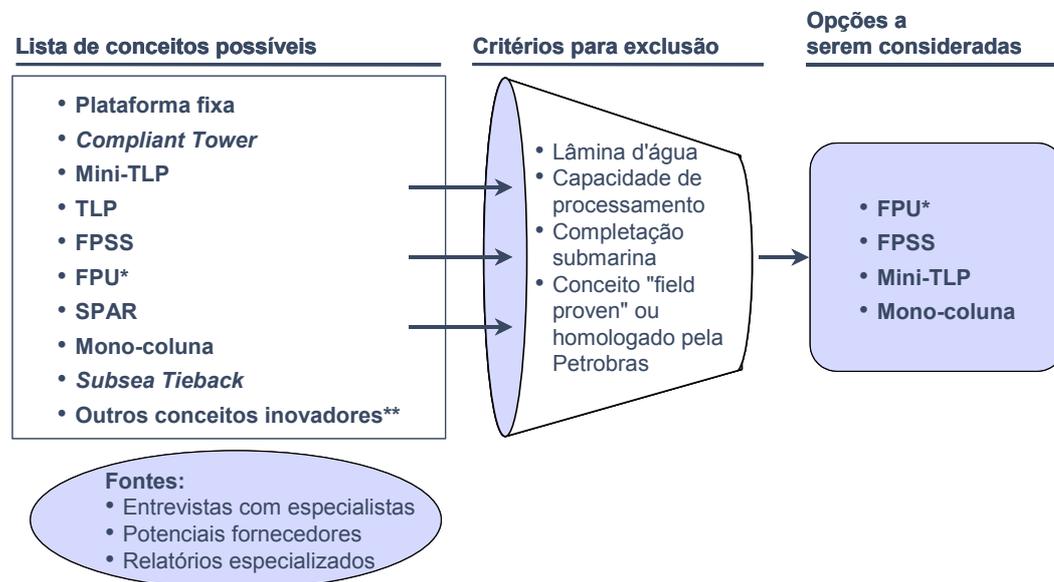
Fonte: PETROBRAS

Com base nessa metodologia, foram selecionadas algumas alternativas, com base na eliminação inicial de conceitos, apresentadas no Quadro II.3.-2.

Para melhor compreensão, as unidades selecionadas são descritas a seguir, podendo ser visualizadas no Quadro II.3.-1.

- ★ FPU (*Floating Production Unit*): sistema flutuante de produção, sem armazenamento e sem transferência;
- ★ FPSS: unidade flutuante semi-submersível. São estruturas marítimas erguidas sobre grandes flutuadores, sendo que o *deck* é construído sobre colunas.
- ★ Mini-TLP (*Tension Leg Platform*): unidade flutuante de excursão reduzida tanto no plano horizontal quanto verticalmente;
- ★ Mono-Coluna: embarcação flutuante cilíndrica com armazenamento;

Quadro II.3-2 - Fases para eliminação inicial de conceitos para seleção de alternativas de UEP.



* *Floating Production Unit* (FPSO sem capacidade de estocagem e *offloading*)
 ** FDPSS, FPSO de concreto, *Dry Tree Semi* (PGS), *Single Column Floater* (ABB)



Figura. II.3-1 - Tipos de unidades selecionadas após a fase de eliminação inicial de alternativas para o Desenvolvimento da Produção do Campo de Marlim Leste.

Através dos critérios expressos no Quadro II.3.-3, a alternativa FPU (*Floating Production Unit* – unidade flutuante, sem capacidade de estocagem e *offloading*) foi selecionada para a exploração do Campo de Marlim Leste.

Quadro II.3-3 - Critérios e conceitos utilizados para a seleção da Unidade de Produção para o Desenvolvimento da Produção do Campo de Marlim Leste.

Conceitos	Critérios			
	Conceito Provado ou Homologado	Riscos Operacionais	Experiência em Projeto (Petrobras)	Análise Técnica Econômica Preliminar
FPU* (Navio)				
FPSS (Semi-Submersível)				Investimentos maiores que o FPU
TLP		Petrobras não tem experiência em operar TLPs	Nenhuma unidade construída pela Petrobras	Investimentos significativamente maiores e utilização de completação submarina
SPAR		Petrobras não tem experiência em operar SPARs	Nenhuma unidade construída pela Petrobras	Investimentos significativamente maiores e utilização de completação submarina

- Selecionado o conceito FPU como melhor alternativa
- Opção conservadora, que utiliza conceito de baixo risco técnico e econômico

■ Baixo Risco

■ Médio Risco

* Floating Production Unit (FPSO sem capacidade de estocagem e offloading)

Desta forma, dentre as alternativas possíveis, decidiu-se por uma UEP do tipo FPU (*Floating Production Unit*, sem capacidade de estocagem e *offloading*), com *Turret* para 75 *risers*.

Análise das Alternativas para Tipo de Ancoragem

A tecnologia de unidades marítimas com *turret* (SPM – *Single Point Mooring*) é de longa data utilizada em projetos de produção no mundo, incluindo várias aplicações na Bacia de Campos. Em 2001 o sistema foi qualificado como uma alternativa para Sistemas de Produção situados em LDAs profundas (até 1500m), com a capacidade de comportar até 100 *risers*.

Para subsidiar a decisão do tipo de ancoragem a ser adotado para a P-53, foi elaborado um estudo conjunto de Análise Qualitativa de Risco, executado com consultoria da ABS Consulting, com participação de diversos setores da Petrobras e da ANP, para emitir parecer comparativo entre SMS (*Spread Mooring System/DICAS*) x SPM (*Single Point Mooring, ultra-large turret*), abordando os aspectos tecnológicos, ambientais, de prazos e de custos. Para este estudo foram incorporados os dados mais recentes decorrentes do projeto da P-50 e a experiência com a construção das unidades P-43 e P-48.

Foram levantados cenários de riscos gerais tanto para a amarração tipo *Turret* (SPM) quanto para o tipo *Spread Mooring* (SMS). Para cada cenário, foi feita a classificação dos riscos quanto à Segurança, Saúde e Meio-Ambiente e Econômico, dentro de três faixas:

 – Risco aceitável;

 – Risco moderado a médio, merecendo tratamento mitigador durante o projeto ou procedimento específico durante a operação;

 – Risco elevado, inaceitável. Deve ser estudada uma outra alternativa para o projeto

Pelas informações apresentadas no Quadro II.3.-4, a percepção geral foi a de que o risco associado à opção SMS (*Spread Mooring*) é equivalente ao da opção *Turret*, conforme conclusões do estudo realizado.

Quadro II.3-4 – Riscos Comparativos Gerais SPM (Single Point Mooring – com Turret) X SMS (Single Mooring System)

Alternativa	Falhas no Sistema de Ancoragem			Falhas em Risers			Colisão		Queda de Objeto		Instalação Futura	
	Falha em uma linha de ancoragem	Falhas em varias Linhas de Ancoragem	Falha no Fairleader	Falha do Riser	Falha em Suporte	Falha em Swivel	Com Embarcação Passante	Com Embarcação Operando	Com Impacto nos Risers	Com Impacto nas Linhas	Danos a Riser	Danos a Linha
Segurança e Saúde												
Turret	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Verde	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde	Amarelo	Amarelo
SMS	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Amarelo
Meio Ambiente												
Turret	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Verde	Amarelo	Amarelo	Verde
SMS	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Verde	Amarelo	Amarelo	Verde
Econômico												
Turret	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde	Amarelo	Verde
SMS	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde	Amarelo	Verde

Fonte: Comparative risk assessment of Turret moored FPSO and Spread moored FPSO - ABS Consulting – 2002

Ao final desse estudo comparativo chegou-se às seguintes conclusões:

- ★ Quanto à segurança, meio ambiente e saúde ocupacional, os riscos das duas alternativas são equivalentes e aceitáveis.
- ★ O principal fator de diferenciação na seleção entre as alternativas SPM x SMS para a P-53 foi o aspecto econômico do layout submarino. O melhor arranjo submarino da opção SPM (*Turret*) para a P-53, permite uma redução de cerca de 30 km de linhas e umbilicais, se comparado ao previsto para a alternativa SMS (*Spread Mooring System*). O arranjo selecionado (SPM) também favorece a coleta da produção e a garantia de escoamento, que é otimizado pelo aumento previsto da temperatura média de chegada dos fluidos produzidos. Nos demais itens não foram detectadas diferenças significativas.
- ★ As análises realizadas não indicaram diferenças na eficiência operacional, custos de inspeção, manutenção e reparos ou riscos nas manobras de

supply que impedissem a eleição da alternativa SPM em relação à alternativa SMS.

Análise das Alternativas para Escoamento da Produção

Dentre as alternativas tecnológicas de exportação da produção, destaca-se o aproveitamento do sistema de escoamento dutoviário submarino que estará disponível à época (PDET e AMEG).

As principais alternativas disponíveis à indústria mundial de petróleo para a disposição da água produzida, atualmente, são o descarte no mar e a re-injeção no próprio reservatório produtor ou em formações geológicas não-produtoras. Devido ao incipiente conhecimento sobre os efeitos da re-injeção da água em formações produtoras e não-produtoras e às dificuldades para a correção de problemas decorrentes desta técnica (obstrução dos poros da formação geológica), optou-se pelo descarte da água produzida no mar. Para isto, a UEP P-53 foi projetada com uma planta de tratamento desta água de modo a enquadrar o descarte de acordo com as exigências ambientais.

Alternativas Locacionais

Na definição da locação da unidade, em uma primeira fase, foram analisados os aspectos relacionados à engenharia de reservatórios, os requisitos necessários à convivência de embarcações durante as fases de perfuração e completação dos poços e a inexistência de acidentes geográficos como *canyons*, que pudessem prejudicar as trajetórias dos dutos submarinos ou a instalação de equipamentos submarinos.

Após a definição dessa área foi estabelecido o posicionamento da UEP com base na melhor configuração submarina, dentre as diversas opções de arranjos estudadas, visando a maior aproximação possível com o centro geométrico das cabeças dos poços, para minimizar os comprimentos das linhas submarinas e a adequação ao sistema de ancoragem.