

## II.4. ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS

### 1. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

#### A) Escolha do tipo de unidade de perfuração

Os principais tipos de unidades de perfuração que possuem as qualificações necessárias e foram consideradas para atuar na presente atividade exploratória são as do tipo plataforma semissubmersível, plataforma TLP e navio sonda.

Ressalta-se que durante a Atividade de Perfuração Marítima de Poços na Bacia de Barreirinhas serão empregadas duas unidades de perfuração, as quais operarão simultaneamente durante grande parte do tempo. A primeira unidade de perfuração operará durante todo o período da atividade de perfuração e ficará dedicada à perfuração de poços localizados no setor AP2. Por sua vez, a segunda sonda operará apenas durante uma parte do período da atividade de perfuração e perfurará poços tanto no setor AP1 como no setor AP2/AR2.

##### ▪ Plataforma Semissubmersível

As unidades do tipo Plataforma Semissubmersível são unidades flutuantes que podem ser utilizadas tanto para atividades de perfuração quanto de produção. Elas possuem capacidade para operar em águas ultraprofundas, apresentando ótima estabilidade em águas agitadas. São formadas, basicamente, por flutuadores (*pontoons*), contraventamentos (*bracings*), colunas e o convés.

São capazes de operar em águas mais profundas, uma vez que flutuam na superfície, podendo operar por sistema de posicionamento dinâmico (DP) ou através da utilização de âncoras, item que será abordado a seguir. Possuem limitações do ponto de vista de espaço a bordo, uma vez que os seus conveses normalmente não são muito grandes, o que poderia ser um fator limitante para atividades de perfuração, dependendo das configurações do projeto em questão.

##### ▪ Navio Sonda

As unidades do tipo Navio Sonda também são unidades flutuantes. Normalmente são utilizadas para atividades de perfuração. São navios que podem ser projetados, especificamente, para este tipo de atividade ou que podem ser adaptados, sendo convertidos para a realização de perfuração de poços submarinos. Sua torre de perfuração localiza-se no centro da embarcação, onde uma abertura no casco permite a passagem da coluna de perfuração.

Esse tipo de unidade também não possui limitação de profundidade, podendo ser ancorada ou, como é mais comumente, manter a sua posição através da utilização de sistema de posicionamento dinâmico (DP). Esse tipo de sonda é adequada à operação em águas profundas/ultraprofundas.

- **Tensioned Leg Platform (TLP)**

As plataformas do tipo *Tensioned Leg Platform* (TLP) são sondas semissubmersíveis fixas ao fundo do mar por linhas ou tubos verticais.

A fundação em que as pernas se prendem ao fundo do mar geralmente é feita com o uso de estacas. Sobre estas estacas são instalados os suportes das pernas a serem tensionadas e só então a plataforma é instalada.

A instalação destas estacas e suportes demanda tempo e este tipo de plataforma é geralmente utilizada para o desenvolvimento de campos e produção.

## **B) Manutenção da Posição**

Uma questão importante a ser avaliada é a garantia de manutenção das unidades em sua posição de equilíbrio, de forma a garantir a segurança operacional da atividade a ser realizada. Atualmente existem duas tecnologias consagradas que permitem manter as sondas em posição e que são usualmente utilizadas para unidades flutuantes de perfuração: as âncoras, com as suas respectivas linhas de ancoragem, e os sistemas de posicionamento dinâmico (DP).

- **Sistema de Ancoragem Convencional**

Para unidades flutuantes, diversos tipos de sistema de ancoragem podem ser utilizados como, por exemplo: ancoragem em um único ponto SPM (*Single Point Mooring*), em catenária SM (*Spread Mooring*), do tipo *Taut-Leg* e ancoragem vertical, através de tendões verticais (sistema utilizado em plataformas do tipo TLP<sup>1</sup>). A ancoragem do tipo SPM é usualmente utilizada para unidades do tipo FSO<sup>2</sup>'s ou FPSO<sup>3</sup>'s (dedicadas à atividade de produção), podendo se apresentar na forma de *turret interno ou externo*, CALM (*Catenary Anchor Leg Mooring*) ou SALM (*Single Anchor Leg Mooring*).

Por outro lado, os sistemas de ancoragem em catenária (SM) e do tipo *Taut-Leg* podem ser utilizados para diversos tipos de unidades, sendo frequentemente utilizados em unidades de perfuração (principalmente sondas semissubmersíveis). Esses tipos de sistema podem apresentar muitas configurações diferentes baseadas no número de âncoras como, por exemplo, ancoragem simétrica de seis linhas, de oito linhas, de doze linhas e outras configurações similares.

Além disso, as âncoras a serem utilizadas podem variar bastante, podendo ser âncoras convencionais, âncoras do tipo VLA (*Vertical Load Anchors*), estacas de sucção (*Suction Pile*), estacas torpedo ou estacas tradicionais, dentre outras. As linhas de ancoragem também podem apresentar diferentes configurações e, normalmente, são compostas de amarras, cabos de aço, cabos de poliamida (*nylon*) ou cabos de poliéster, além de combinações desses materiais.

---

<sup>1</sup> TLP – *Tension Leg Platform*

<sup>2</sup> FSO – *Floating Storage and Offloading*

<sup>3</sup> FPSO – *Floating Production Storage and Offloading*

Esses sistemas de ancoragem tradicional tiveram grande desenvolvimento nos últimos anos devido ao desenvolvimento da utilização de FPSOs, que são navios de produção e armazenamento de petróleo que operam em alto mar, geralmente em lâminas d'água profundas e ultraprofundas.

Para realizar a ancoragem de uma plataforma de perfuração faz-se necessário o emprego de rebocadores do tipo AHTS (*Anchor Handling Tug Supply Vessel*) de altíssima potência para o manuseio das âncoras, linhas e amarras. Para lançar e recolher as âncoras, linhas e amarras demandam-se até 10 dias de operação dependendo das condições de ventos, ondas e correntezas. É uma operação de alto potencial de riscos operacionais, devido à movimentação de cargas pesadas (âncoras e amarras) em alto mar.

Nesta forma convencional de manutenção da posição, há uma ligação física entre a unidade de perfuração e o fundo do mar. A instalação de âncoras e linhas de ancoragem traz seus impactos ambientais associados, relacionados tipicamente à remobilização de sedimentos e danos aos organismos marinhos de fundo (fauna bentônica).

#### ▪ Sistema de Posicionamento Dinâmico (DP)

Além dos sistemas convencionais de ancoragem, que contam com a utilização de âncoras e linhas de ancoragem, existe o sistema de posicionamento dinâmico, também conhecido como DP (*Dynamic Positioning*), que se diferencia pelo fato de não existir a necessidade de uma ligação física entre a unidade e o fundo do mar.

Esse sistema funciona à base de localização por GPS e com o auxílio de propulsores (*thrusters*), responsáveis pela manutenção da unidade flutuante na sua posição, através da compensação dos efeitos dos fatores ambientais atuantes, como ventos, ondas e correntes. Este tipo de sistema pode ser utilizado de forma isolada ou em conjunto com algum outro sistema de ancoragem.

A utilização de um sistema de posicionamento dinâmico é particularmente adequada para unidades que apresentam grande mobilidade, ou seja, que permanecem períodos de tempo reduzidos em determinado local como, por exemplo, na perfuração de poços ou realização de TLDs (Testes de Longa Duração).

Existem três gerações de Posicionamento Dinâmico - DP1, DP2 e DP3, cada uma associada a um estágio tecnológico. Os sistemas DP3 são a última geração. Eles possuem duas redundâncias completas em todos os sistemas de controle de posicionamento, o que torna a operação mais segura e reduz a chance de uma falha no sistema DP se propagar e provocar uma desconexão.

Para a atividade de perfuração exploratória em lâmina d'água profunda e ultraprofunda o sistema DP é o mais empregado no mundo.

De forma contrária à opção anterior de manutenção da posição, neste caso não há interferência com o fundo do mar. Porém, há a emissão de ruídos gerados pelos propulsores (*thrusters*) da unidade, podendo causar interferências com a biota marinha do entorno.

Para este tipo de sonda vale mencionar os menores custos de instalação e o menor tempo necessário para mobilização e desmobilização, em relação às sondas ancoradas.

## C) Descarte de cascalho e fluido de perfuração

### ▪ Descarte *in loco*

Nas fases iniciais do poço, a perfuração normalmente é feita apenas com a coluna de perfuração contendo a broca em sua extremidade e sem a utilização de um *riser* (tubulação ou condutor que liga o fundo do mar à unidade e que tem entre suas funções a condução de fluidos), o que impossibilita o retorno do cascalho gerado na perfuração e dos fluidos utilizados para a unidade de perfuração, sendo estes então depositados diretamente no leito oceânico.

Após a perfuração daquelas fases iniciais, elas são cimentadas e é descido o *riser* com BOP, que permite que os cascalhos gerados pela atividade de perfuração, bem como os fluidos utilizados, possam retornar à unidade através do espaço anular existente entre a coluna de perfuração e a parede do poço. Após retornar à unidade de perfuração, a mistura de cascalho e fluidos é tratada no sistema de controle de sólidos da unidade, o qual tem como objetivo a retirada dos sólidos (cascalhos) aderidos aos fluidos de perfuração. Esse sistema é composto, basicamente, por peneiras vibratórias (de malha variada), hidrociclones (desareador, dessiltador ou *mud cleaner*), centrífuga e, quando necessário, secadores de cascalhos.

O descarte de fluido e cascalho diretamente no mar ocorre após o processo de separação no sistema de controle de sólidos. Para tal, testes específicos são realizados tanto nos cascalhos quanto nos fluidos – variando de acordo com o tipo de fluido (base água ou não aquoso) - de modo a comprovar a não contaminação dos mesmos, permitindo o descarte. Cabe destacar que o descarte de fluidos de perfuração de base não aquosa ao mar não é permitido. Observa-se que a BG está priorizando a utilização de fluidos de base aquosa na atividade de perfuração em Barreirinhas. Só em caso de necessidade técnica poderá ser usado um fluido de contingência de base não aquosa

Do ponto de vista de impactos ambientais, o descarte *in loco* traria impactos ambientais localizados relacionados à alteração da qualidade da água e do sedimento, além da interferência nas comunidades marinhas (plâncton e bentos, principalmente). Vale ressaltar, contudo, que neste caso a atividade se dará em águas profundas e ultraprofundas (em lâminas d'água variando de 1.500 m a 2.400 m de profundidade) e afastadas com distâncias de 76 a 120 km da costa.

Adicionalmente, as modelagens matemáticas de dispersão de cascalho e fluido realizadas para o presente estudo indicam que os possíveis efeitos negativos sobre a coluna d'água (e organismos marinhos) e os sedimentos de fundo (e fauna bentônica) são localizados, ficando restritos ao entorno dos poços (vide Anexo C – Modelagem da Dispersão de cascalho e Fluidos de Perfuração do item II.8 – Identificação e Avaliação de Impactos Ambientais).

- **Descarte em terra (Descarte zero)**

O chamado descarte zero de fluidos e cascalhos consiste no recolhimento do cascalho gerado e do fluido utilizado ao longo de todas as fases da perfuração onde ocorre retorno desse material à superfície (fases com *riser*). Assim, os fluidos e cascalhos ficam temporariamente armazenados na unidade até posterior envio, em caçambas coletoras específicas (*cuttings boxes*), para destinação em terra, visto que nesse caso a atividade já situa-se em águas profundas (alternativa de descarte zero para atividades situadas em águas rasas).

O Projeto de Controle da Poluição (PCP) para atividades dessa natureza indica que o tratamento a ser fornecido para esse tipo de resíduo seria o envio para blendagem e, caso as características desse material permitam, o envio para empresas de coprocessamento. Caso isso não seja possível, a ação recomendada seria o envio para aterros industriais Classe I.

Do ponto de vista de impactos ambientais, a destinação dos resíduos para a terra pode vir a gerar, a depender dos volumes em questão, impactos relacionados à emissão de poluentes e gases do efeito estufa para a atmosfera devido ao elevado número de viagens que seriam realizadas tanto pelas embarcações de apoio, para fazer o transporte da unidade até a base de aboio, quanto pelos caminhões responsáveis por realizar o transporte desse material da base de apoio até as empresas de destinação final, responsáveis pelo seu tratamento/destinação final apropriada.

Adicionalmente, o aumento no trânsito de embarcações de apoio, no percurso entre a unidade de perfuração e a base logística, eleva o risco de acidentes, como colisão com outras embarcações, com petrechos de pesca e/ou com organismos marinhos. Da mesma forma, o maior número de caminhões circulando na região eleva o risco de acidentes de trânsito. A pressão sobre a estrutura de recebimento de resíduos também será maior no caso da disposição de cascalhos/fluidos em terra, bem como os riscos ambientais associados ao transporte e disposição final desses resíduos (risco de derramamento no mar e/ou em vias terrestres, contaminação do solo, contaminação do lençol freático, etc).

A **Tabela II.4.1** apresenta um resumo dos principais aspectos positivos e negativos de cada uma das alternativas tecnológicas consideradas anteriormente.

**TABELA II.4.1 – Comparativo entre as Alternativas Tecnológicas**

<b>Alternativa</b>	<b>Aspectos positivos</b>	<b>Aspectos negativos</b>
<b>Navio Sonda</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adequada às características da operação (lâminas d'água profundas e ultraprofundas e condições oceanográficas)</li> </ul>	
<b>Semissubmersível</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adequada às características da operação (lâminas d'água profundas e ultraprofundas e condições oceanográficas)</li> </ul>	
<b>Plataformas de Pernas Tensionadas (TLP)</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda significativa de tempo de instalação</li> </ul>
<b>Posicionamento Dinâmico (DP)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor impacto ambiental ao fundo devido a não utilização/instalação de âncoras para fixação no fundo do mar;</li> <li>• Agilidade de mobilização e desmobilização (maior mobilidade da unidade).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior impacto sonoro (<i>Thruster</i>)</li> </ul>
<b>Sistema de Ancoragem Tradicional</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto localizado, sobre o sedimento e a comunidade bentônica proveniente da instalação das âncoras e linhas de ancoragem;</li> <li>• Maior tempo necessário para mobilização e desmobilização;</li> <li>• Impactos das embarcações de instalação (aumento do trânsito de embarcações, emissões atmosféricas e de gases do efeito estufa).</li> </ul>

Alternativa	Aspectos positivos	Aspectos negativos
<p><b>Descarte de fluido e cascalho em terra (descarte zero)</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto localizado na qualidade da água e do sedimento (para as fases perfuradas sem a presença de riser);</li> <li>• Impacto localizado nas comunidades marinhas - plâncton e bentos (para as fases perfuradas sem a presença de riser).</li> <li>• Aumento do trânsito de embarcações de apoio (emissões atmosféricas e risco de colisões);</li> <li>• Maior impacto ambiental devido ao maior número de viagens terrestres de caminhões para transporte do material até a disposição final dos resíduos;</li> <li>• Maior impacto na estrutura de recebimento de resíduos;</li> <li>• Possível impacto ambiental durante a destinação de fluidos e cascalhos em terra.</li> </ul>
<p><b>Descarte <i>in loco</i></b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto localizado na qualidade da água e do sedimento;</li> <li>• Impacto localizado nas comunidades marinhas (plâncton e bentos, principalmente).</li> </ul>

## Conclusão - Alternativas Tecnológicas

Considerando as especificidades da região e da atividade a ser realizada, a BG optou pelas alternativas de **navio sonda com posicionamento dinâmico**. Esta foi considerada a melhor opção para a operação na região, que possui lâminas d'água da ordem de 1.600 a 2.400 m de profundidade e enfrentando correntezas da ordem de 4,5 nós.

Outro aspecto também considerado na escolha foi o tempo de operação na locação: após chegar na locação, um navio sonda com posicionamento dinâmico pode iniciar uma atividade de perfuração em questão de horas. O mesmo se dá ao término da operação, quando também em questão de horas abandona a locação. Já as sondas ancoradas demandam dias e embarcações extras para a sua chegada e saída da locação.

Entende-se que o descarte de cascalho e fluidos de perfuração na locação seria a alternativa aplicável ao empreendimento em questão, uma vez que não apresentaria os diversos impactos relacionados ao envio desse material para terra, como o aumento do trânsito de embarcações e caminhões e da consequente queima de combustíveis fósseis, conforme apresentado na Tabela II.4.1.

O recolhimento e transporte para terra do cascalho gerado demandaria o emprego de embarcações extras e incrementa no número de viagens dessas embarcações entre a sonda de perfuração e a base de apoio terrestre. A partir da base de apoio estes cascalhos deveriam ser transportados até um ponto de descarte. O transporte deste cascalho demandaria caminhões que consumiriam diesel, em volume a depender da distância entre a destinação final e a base terrestre. Esses caminhões também impactariam o trânsito da região e aumentariam a possibilidade de acidentes pelos locais trafegados.

Cabe destacar ainda, que a redução de destinação de resíduos e efluentes em terra possui um grande valor ambiental, considerando-se as possíveis contaminações ao meio ambiente oriundas da destinação de resíduos como, por exemplo, em aterros - contaminação do solo e a qualidade dos lençóis freáticos e/ou aquíferos (OLIVEIRA, 2004).

## 2. ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

A seleção da localização dos poços a serem perfurados na Bacia de Barreirinhas foi realizada com base na avaliação dos riscos geológicos realizada pela empresa SEASEEP DADOS DE PETRÓLEO LTDA no ano de 2013, levando-se em consideração os dados sísmicos 2D na área dos blocos, bem como nas informações de *Multibeam* adquiridas pela BG. Este estudo teve como principal objetivo minimizar os riscos envolvidos na escolha das locações.

Os parâmetros de fundo marinho analisados foram: instabilidades de declive, deslizamento, colapso, hidratos de gás, correntes submarinas, canais submarinos, cânions de plataforma e afloramentos de rochas, dentre outros. Os parâmetros de subsuperfície analisados foram: sedimentos ricos em gás, fluxo de água-rasa, presença de falhas em superfície e subsuperfície, superfícies de erosão, zonas de hidrato e superfícies soterradas, dentre outros. Os principais focos de atenção, por sua vez, foram evitar canais submarinos, deslizamentos e instabilidades submarinas, procurando locações em áreas de baixas declividades.

Ademais, a BG adota usualmente um raio de 500 m em torno das potenciais locações de poços para evitar qualquer tipo de feição ou anomalia que possam causar riscos geológicos. A BG salienta, também, que evita a perfuração próxima a qualquer indicativo de gás raso que poderia expor a atividade a riscos desnecessários.

No caso da atividade proposta e com base em todas as avaliações de riscos geológicos realizadas nos blocos, entende-se que principais feições que poderiam oferecer riscos geológicos às atividades exploratórias estariam relacionadas às condições de estabilidade do fundo marinho, bem como deslizamentos de pequena escala, além da presença de cânions e canais modernos ainda ativos. Estes fatores poderiam influenciar principalmente as fases iniciais de perfuração. Além disso, a ocorrência de camadas com carbonatos de conchas nas camadas mais superficiais poderiam causar algum tipo de perda na circulação do poço. Dessa forma, objetivando-se evitar a ocorrência de incidentes causados por riscos geológicos, a BG excluiu as possibilidades de locações em áreas classificadas como perigosas.

Além disso, não foram identificadas falhas geológicas nas locações previstas que pudessem causar danos às atividades de perfuração. Também se entende que é comum a presença de MTCs (*Mass Transport Complex*) nas regiões dos blocos, mas que tais feições não oferecem riscos à atividade.

A possibilidade de ocorrência de exsudações de hidrocarbonetos no leito marinho foi avaliada e considerada improvável, pois os dados evidenciam que as falhas superficiais são pequenas, não são consolidadas e não se conectam com nenhum reservatório previsto. Ademais, não se espera que ocorram acumulações de hidrocarbonetos em áreas próximas a superfície, onde essas falhas poderiam estar localizadas. Ressalta-se que quando as perfurações atingirem seus objetivos, os poços já estarão com suas áreas superficiais cimentadas e com seus revestimentos instalados.

Com relação à ocorrência de estruturas e bancos biogênicos nas locações e seu entorno, foram realizadas avaliações a partir dos dados de geofísica (*Multibeam*) levantados em 2013 pela empresa SEASEEP DADOS DE PETRÓLEO LTDA e adquiridos pela BG, além das avaliações dos dados *in situ* e a investigação visual do fundo (*Drop Cam*), ambas obtidas durante a campanha de caracterização ambiental (*baseline*) realizada em outubro de 2014 pela BG/AECOM.

A partir dos dados de *Multibeam* foi possível avaliar, indiretamente, a presença/ausência de algumas feições ou estruturas biogênicas. Esta tecnologia não determina diretamente a presença ou ausência das estruturas, mas a de feições associadas, como *mounds* e/ou *pockmarks*. O levantamento geofísico apontou a presença de 13 *mounds* e 7 *pockmarks* ao longo dos Blocos BAR-M-215, 217, 252, 254, 298, 300, 340, 342, 344 e 388, estando estas feições potencialmente associadas à presença de estruturas biogênicas, porém todas estas feições estão distantes das sete locações de poços exploratórios previstas, com distâncias mínimas que oscilam entre 4 e 20 km.

A inspeção visual do fundo através da *Drop Cam* sobre as sete locações de poços exploratórios previstos e seu entorno, apresentou uniformidade sedimentar, e também ausência de bancos biogênicos como (rodolitos, algas calcárias, moluscos e corais de profundidade) ou qualquer outro tipo de substrato de formação biogênica. Estas informações puderam ser comprovadas através de observações e análises da comunidade bentônica das amostras de sedimentos coletadas sobre o local exato de cada locação durante a campanha do *baseline*.

## 2.1 Conclusão - Alternativas Locacionais

Conforme apresentado, a seleção das locações foi realizada com base em critérios geológicos, operacionais e ambientais, além dos estudos citados realizados pela BG. Desta forma, a BG entende que as locações sugeridas são apropriadas para a realização da atividade de perfuração na Bacia de Barreirinhas.

## 3. HIPÓTESE DE NÃO EXECUÇÃO DO PROJETO

Como abordado no Capítulo II.2 (Caracterização da Atividade) do presente Estudo, a realização da atividade poderia contribuir para o desenvolvimento da região através da demanda de equipamentos, materiais e infraestrutura de apoio, gerando investimentos temporários no setor. O empreendimento teria importância para a economia local devido à cobrança do Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) e à contratação de empresas prestadoras de serviços para a execução de atividades necessárias à realização da atividade, como empresas de transporte e destinação final de resíduos.

Na hipótese de não realização do empreendimento, perde-se a oportunidade de ampliar o conhecimento geológico da Bacia de Barreirinhas, região pouco explorada e considerada como “nova fronteira” exploratória. Perdem também as universidades que encontram nos Estudos e Relatórios de Impacto Ambiental uma nova fonte de informações e pesquisa.

Caso se encontrem hidrocarbonetos na região, os blocos poderão se transformar em futuros campos produtores, o que poderá trazer benefícios econômicos para os municípios da região, com a possibilidade de geração de empregos através da construção de infraestrutura adequada e suporte das atividades *offshore* em longo prazo, além do recebimento de *royalties* e do pagamento de impostos, aluguéis de retenção da área, participação especial, dentre outros. Assim, caso a atividade de perfuração não aconteça, esta possibilidade futura de estímulo ao desenvolvimento econômico deixaria de existir.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em função dos benefícios das alternativas selecionadas – sonda com posicionamento dinâmico e descarte de cascalho e fluido *in loco* (águas profundas e ultraprofundas), em comparação com as demais alternativas avaliadas – sonda com sistema de ancoragem e descarte de cascalho e fluido em terra, apenas as alternativas selecionadas foram consideradas no desenvolvimento do estudo, especialmente na avaliação de impactos ambientais e na análise de riscos ambientais.