

## II.3 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

### II.3.1 DESCRIÇÃO GERAL DO PROCESSO DE PERFURAÇÃO

#### A. Caracterização das Etapas do Processo de Perfuração

A perfuração de um poço de petróleo é realizada através de uma sonda. As rochas são perfuradas pela ação da rotação e peso aplicados na broca, que é conectada na extremidade da coluna de perfuração. A coluna de perfuração é composta por comandos (tubos mais pesados), tubos de perfuração (tubos mais leves que são os de maior número), ferramentas e broca. Quanto mais a broca se aprofunda, mais tubos de perfuração vão sendo encaixados em sua parte superior, na unidade de perfuração. O fluido ou lama de perfuração promove a limpeza do poço, resfriamento da broca e estabilidade mecânica para o poço. Esse fluido está inicialmente nos tanques da sonda e é bombeado para dentro da coluna através das bombas de lama. Ao atingir a broca, esse fluido retorna à sonda através do espaço anular entre a coluna e o poço, trazendo os cascalhos gerados durante a perfuração.

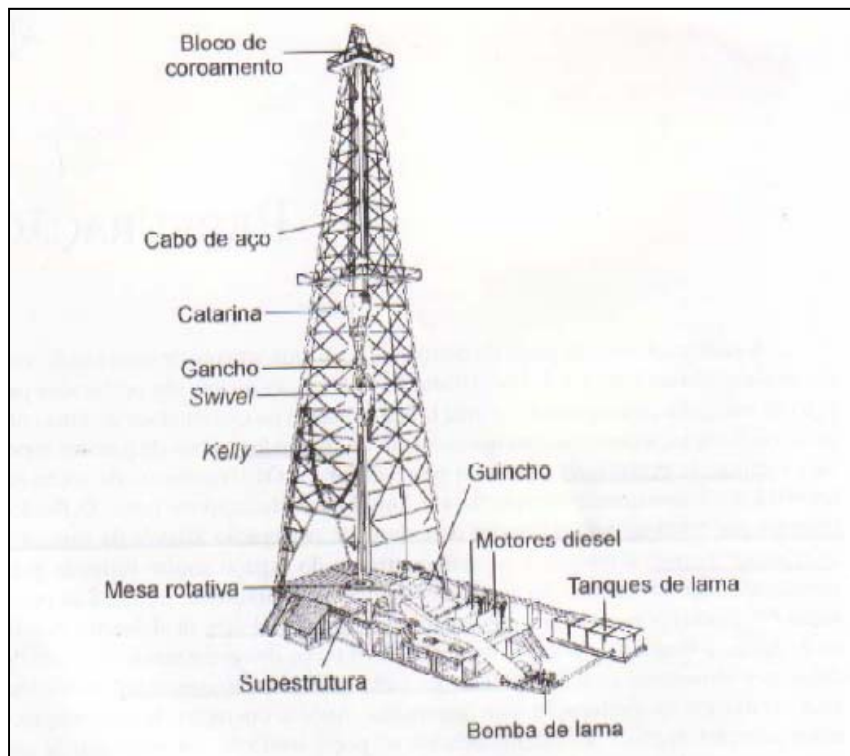
O processo de perfuração e suas etapas serão aqui descritos com base em BOURGOYNE *et al.* (1991), ECONOMIDES *et al.* (1998) e THOMAS (2001), através dos principais sistemas que compõem uma sonda de perfuração (sistema de força, de suspensão, rotativo, circulação, de segurança e monitoramento do poço), apresentados a seguir.

#### i) Principais Sistemas que Compõem uma Sonda Rotativa

- **Sistema de Suspensão**

O sistema de suspensão tem a função de sustentar e manobrar cargas (como a coluna de perfuração, colunas de revestimentos ou quaisquer outros equipamentos) para dentro ou fora do poço. Os componentes principais deste sistema são a torre, o guincho, o bloco de coroamento e a catarina (**Figura II.3.1.1**). A torre é uma estrutura que provê altura vertical necessária para elevar ou abaixar a coluna de perfuração, além de sustentar polias e cabos. A coluna de perfuração é formada por seções de tubos rígidos, que necessitam de espaço vertical livre para ocupar ao serem “içados” do poço. A movimentação pelo poço da coluna de perfuração e demais equipamentos é realizada com o auxílio de um guincho, que compreende, basicamente, o bloco de coroamento (polias fixas) e a catarina (polias móveis), com a função de içar e deslocar cargas pesadas. O sistema de suspensão é o responsável por realizar duas importantes operações de rotina, quais sejam: (i) acrescentar um novo tubo à coluna de perfuração, conforme o poço vai ganhando profundidade, e (ii) remover a coluna de perfuração de dentro do poço, para troca da broca desgastada ou de um tubo danificado. Ambos os procedimentos são realizados com o amparo da torre de perfuração enquanto a coluna fica, temporariamente, fora do poço.

Vale mencionar, que atualmente as unidades de perfuração são equipadas com um sistema de dupla atividade, que consiste basicamente em ter duas torres de perfuração ao invés do modelo clássico com uma torre. Esta inovação pode reduzir o tempo de operação ao permitir que atividades paralelas sejam realizadas simultaneamente.



**FIGURA II.3.1.1 – Esquema de uma sonda rotativa.**

Fonte: THOMAS, 2001

- **Sistema Rotativo**

O sistema rotativo é o responsável pela rotação da coluna de perfuração, compreendendo todos os equipamentos utilizados para girá-la. Em sondas convencionais, os principais componentes deste sistema são: cabeça de injeção (*swivel*), os tubos de perfuração e comandos. A cabeça de injeção (*swivel*) é o equipamento que sustenta o peso da coluna de perfuração e permite seu giro, constituindo elemento de ligação entre a parte móvel (a coluna de perfuração) e a fixa (todo conjunto de equipamentos localizados acima da coluna de perfuração). Os tubos de perfuração são aqueles que se conectam para formação da coluna de perfuração, e os comandos são dutos de maior espessura, que são acoplados aos tubos de perfuração para exercer peso sobre a broca, permitindo o seu avanço durante a perfuração das formações.

A mesa rotativa (**Figura II.3.1.2**) é um equipamento responsável por dar o torque na coluna de perfuração durante as operações e por suportar o peso da coluna durante as operações de manobra. A utilização da mesa rotativa como ferramenta capaz de rotacionar a coluna de perfuração, depende do uso concomitante de outros equipamentos como o *kelly* e o *swivel*.

O *kelly* é um segmento de tubo especial que apresenta seção transversal quadrada, sextavada ou octogonal, o qual passa por dentro da mesa rotativa, transmitindo assim, a rotação da mesa por toda coluna de perfuração até a broca.

O sistema *top drive* (ilustrado na **Figura II.3.1.3**) consiste em um motor acoplado à catarina (denominado motor *top drive*) cuja função é transmitir rotação à coluna de perfuração. Este equipamento é uma alternativa mais eficiente ao uso da mesa rotativa e *kelly*. Neste sistema a rotação é transmitida à coluna de perfuração através de um motor acoplado à catarina (*travelling block*), que é o bloco de manobra, içamento de cargas do guincho de perfuração e sustentação do peso da cabeça injetora e de grande parte da coluna de perfuração. A catarina se move verticalmente ao longo de toda altura da torre da sonda, seja solta ou deslizando sobre trilhos.

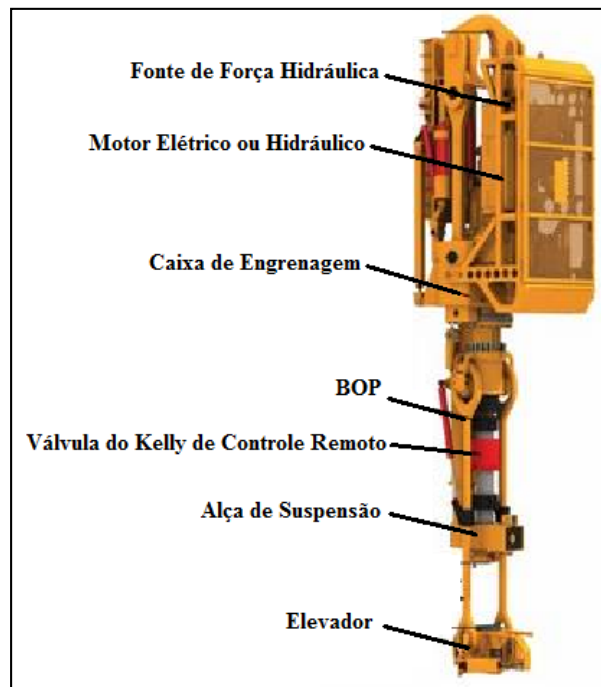
Com o motor acoplado no topo da coluna, ganha-se mais espaço e torna-se possível avançar com a perfuração do poço de três em três tubos ao invés de um a um, como quando se utilizava a mesa rotativa e o *kelly*.

É destacado que após o advento do *top drive*, a mesa rotativa passou a ser usada para segurar o peso da coluna durante as manobras e serve como acesso entre o piso da plataforma e o mar.



**FIGURA II.3.1.2 – Plataforma com mesa rotativa de uma sonda de perfuração marítima.**

Fonte: Internet: <http://www.pvdrilling.com.vn/>



**FIGURA II.3.1.3 – Sistema Típico Top Drive.**

Fonte: [Internet – Tesco Corporation](#)

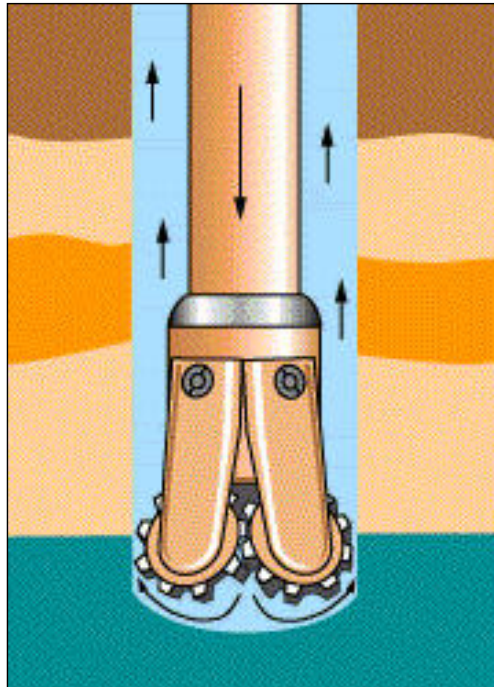
- **Sistema de Circulação de Lama**

O sistema de circulação é um circuito fechado, responsável pela circulação e tratamento do fluido de perfuração na sonda. Suas funções principais são remover de dentro do poço os cascalhos formados pela broca, transportando-os para a superfície junto com a lama de perfuração, lubrificar e resfriar a broca e manter o equilíbrio de pressões no interior do poço (com auxílio do fluido de perfuração).

Os cascalhos que chegam à superfície constituem importantes materiais de pesquisa geológica, fornecendo informações a respeito das formações perfuradas. Os principais componentes deste sistema são as bombas de lama, mangueira de injeção, tanques de fluido e os diversos equipamentos de controle de sólidos [peneira vibratória, hidrociclones (desareador, dessiltador ou *mud cleaner*), centrífuga e, quando aplicável, secadores de cascalhos]. Estes se destinam a extrair os sólidos e gases do fluido de perfuração, além de limpá-lo de contaminantes como argilas, siltes, areias e pedregulhos previamente ao reaproveitamento ou descarte para o mar, quando aprovado pelo órgão ambiental.

Os equipamentos de controle de sólidos serão descritos com maiores detalhes posteriormente neste EIA, no Capítulo II.10.1.1. As bombas de lama bombeiam o fluido de perfuração para dentro do poço. Descendo pela coluna de perfuração, o fluido é expelido pela broca e retorna pelo espaço anular entre a coluna de perfuração e a parede do poço, conforme ilustrado nas **Figuras II.3.1.4 e II.3.1.5**. Quando o fluido chega à superfície, após passar pelo sistema de controle de sólidos, é acondicionado nos chamados tanques de fluido, onde será testado, tendo suas propriedades físico-químicas avaliadas e corrigidas através da adição de produtos químicos específicos. Atingindo-se as condições ótimas desejadas para o fluido, este pode, ser reaproveitado, sendo bombeado através das bombas de lama para dentro do poço novamente. Caso o

reaproveitamento do fluido não possa ocorrer, este deverá ser encaminhado para destinação adequada em terra.

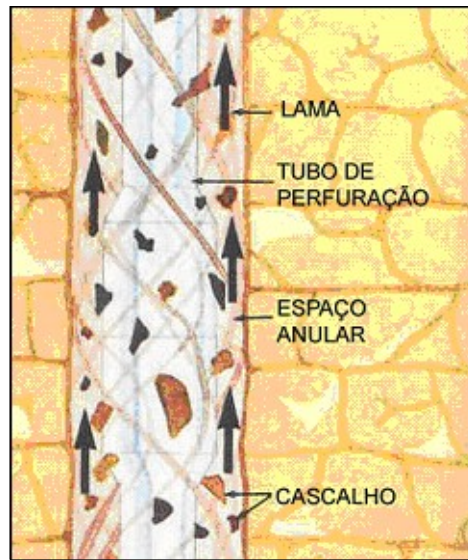


**FIGURA II.3.1.4 – Injeção e retorno de fluido e cascalho pelo Espaço Anular.**

Fonte: [http://www.bluepetrooil.com/how\\_oil\\_drilling\\_works.htm](http://www.bluepetrooil.com/how_oil_drilling_works.htm)

São funções dos fluidos de perfuração (BOURGOYNE *et al.*, 1991; CAENN *et al.*, 2011; CORRÊA, 2012; REIS, 1996; VEIL *et al.*, 1995):

- Limpar o poço pela remoção dos cascalhos gerados pela ação da broca, transportando-os pelo espaço anular até a superfície para separação adequada;
- Manter os cascalhos em suspensão, evitando que decantem no poço, prevenindo problemas de prisão da coluna.
- Lubrificar e resfriar a broca para evitar os efeitos das altas temperaturas encontradas no poço ou causadas por atrito;
- Minimizar o atrito causado pela rotação da coluna nas paredes do poço;
- Manter a estabilidade da parede do poço, evitando desmoronamentos, alargamentos ou inchamentos das formações;
- Contrabalançar a pressão dos fluidos existentes nas rochas atravessadas, água, petróleo e gás, que podem estar sob altas pressões; se não forem controlados, podem invadir o poço, contaminar o fluido de perfuração e causar problemas mais sérios, como fluência descontrolada do poço (*blowout*);
- Trazer à superfície informações a respeito das formações litológicas perfuradas.



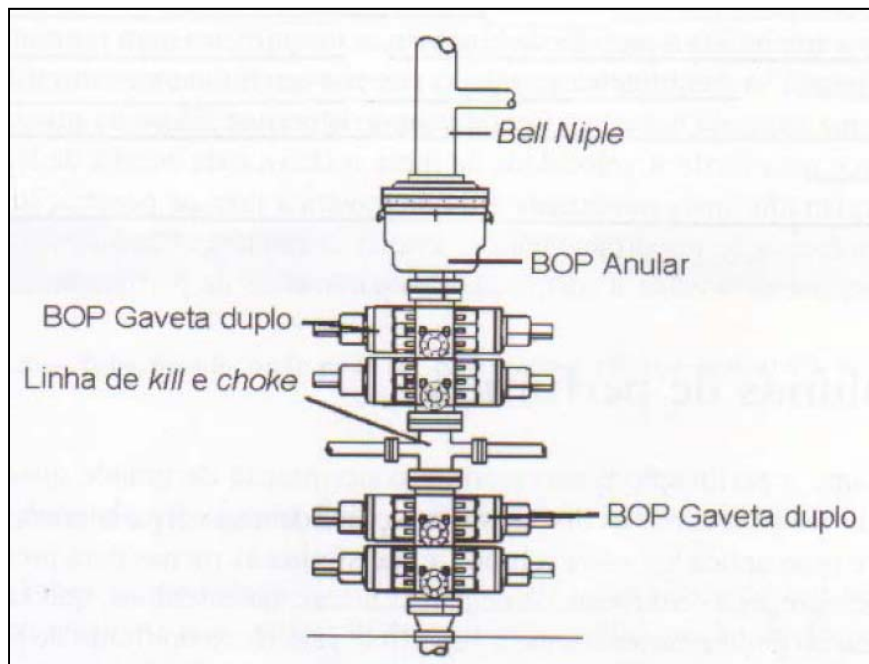
**FIGURA II.3.1.5 – Retorno de fluido e cascalho pelo anular.**

Fonte: BAKER, 1985.

O tratamento da lama reduz a necessidade de produção de mais fluido durante a perfuração, com conseqüente redução no custo da operação e, principalmente, minimização do impacto ambiental inerente a disposição final deste resíduo (não contaminado) no mar e em terra. Ou seja, o tratamento ininterrupto da lama produzida a bordo reduz a quantidade de lama necessária para a perfuração, que é usada continuamente, após tratamento físico-químico de forma a manter adequadas suas características de uso.

- **Sistema de Controle do Poço**

O sistema de controle do poço, como o próprio nome indica, tem a finalidade de permitir que as operações sejam executadas em segurança. Esse sistema deve ser capaz de fechar o poço em caso de *kick* (fluxo indesejável de fluidos da formação para dentro do poço) ou *blowout* (fluência descontrolada do poço), sendo seu principal equipamento o *Blowout Preventer* (BOP). O BOP, apresentado na **Figura II.3.1.6**, é um conjunto de válvulas de segurança que permitem isolar o poço do ambiente externo. Deste conjunto destacam-se as válvulas de gaveta que isolam o poço propriamente e as linhas de *choke* e *kill* que permitem circular os fluidos invasores para fora do poço em condições controladas.



**FIGURA II.3.1.6 – Arranjo típico de um conjunto de BOP.**

(Fonte: <http://gcaptain.com/exclusive-hires-photos-deepwater/>).

A detecção de um *kick* durante as operações de perfuração é realizada com o auxílio de um indicador de fluxo ou de um indicador de volume de lama, que detectam um aumento do fluxo de lama que está retornando do poço sobre aquele que está sendo circulado pela bomba. Uma falha no sistema de controle do poço pode resultar numa erupção.

- **Sistema de Monitoramento do Poço**

O sistema de monitoramento do poço registra e controla parâmetros que auxiliam na análise da perfuração, possibilitando detectar rapidamente possíveis problemas relativos à perfuração, tais como pressões anormais do poço, prisões de coluna e etc. São utilizados manômetros para indicar as pressões de bombeio, torquímetros para informar o torque na coluna de perfuração, tacômetros para indicação da velocidade da bomba de lama e indicadores de peso e torque sobre a broca. Demais parâmetros monitorados incluem profundidade de perfuração, taxa de penetração, velocidade de rotação, taxa de bombeamento, densidade, salinidade e temperatura da lama, conteúdo de gás na lama, conteúdo de gases perigosos no ar, nível de lama e taxa de fluxo da lama.

- **Sistema de Força**

O sistema de geração de energia para acionamento de equipamentos em sondas de perfuração é, geralmente, composto por motores a diesel. Tais equipamentos operam em velocidade e torque variáveis, afetando o processo de transmissão de energia. Deste modo, as sondas são classificadas de acordo com o sistema de transmissão de energia, sendo divididas em sondas mecânicas ou diesel-elétricas.

Em sondas mecânicas, a energia gerada nos motores diesel é levada através de acoplamentos hidráulicos (conversores de torque) e embreagens até uma transmissão principal, sendo distribuída a todos os sistemas da sonda por diversos eixos, rodas dentadas e correntes.

As sondas diesel-elétricas geralmente são do tipo AC/DC, no qual a geração de energia é realizada em corrente alternada e sua utilização ocorre em corrente contínua. Neste caso, motores diesel acionam geradores de corrente alternada (AC) que alimentam um barramento e, em seguida, a energia passa por um retificador e é convertida em corrente contínua, alimentando os equipamentos da sonda. As sondas diesel-elétricas com sistema tipo AC/AC utilizam motores AC e não há necessidade de retificação da corrente para acionamento dos equipamentos.

## ii) Principais Etapas da Atividade de Perfuração

Os poços de óleo são perfurados em fases, cujo número depende das características geológicas das formações e da profundidade final prevista para o poço. O poço é perfurado em diversas fases, caracterizadas pelos diferentes diâmetros das brocas. Quando necessário, para aumento do diâmetro de um trecho perfurado ou impedimento de diminuição deste, pode-se utilizar os alargadores, acessórios componentes da coluna de perfuração. Ao final de cada fase, a coluna de perfuração é retirada do poço e o revestimento é descido. O revestimento é o principal componente estrutural do poço e suas funções são, dentre outras:

- Manter a estabilidade estrutural do poço e prevenir seu desmoronamento;
- Conter e impedir a migração de fluidos das formações;
- Possibilitar a utilização de fluidos de perfuração diferentes e adequados à perfuração de cada fase;
- Sustentar os demais revestimentos;
- Sustentar os equipamentos de segurança da cabeça do poço;
- Evitar perdas de circulação do poço.

Cada fase concluída recebe um revestimento adequado. Posteriormente as colunas de revestimento são cimentadas às paredes do poço através de uma pasta de cimento e água, bombeada por dentro da própria tubulação de revestimento. Deste modo, o espaço anular entre o revestimento e as paredes do poço fica preenchido com cimento, fixando a tubulação. Após a cimentação de uma fase, é dado início à perfuração da próxima, utilizando-se uma broca de diâmetro inferior ao do revestimento cimentado.

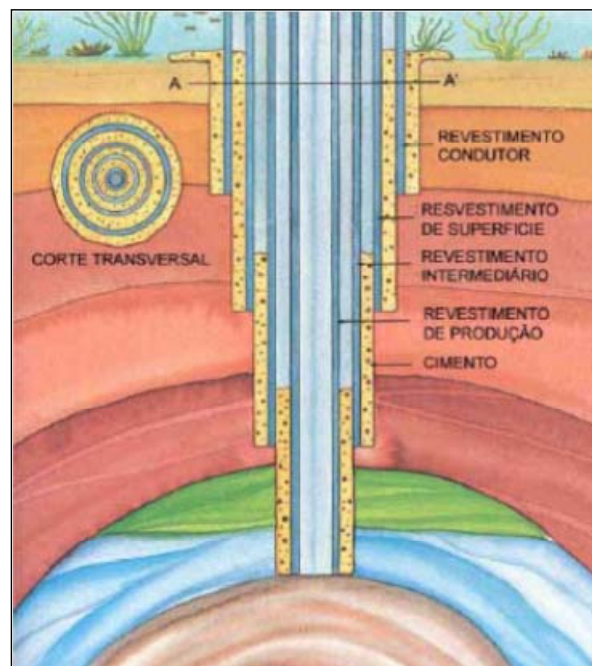
A classificação das colunas de revestimento são sucintamente apresentadas abaixo:

- **Condutor:** É o primeiro revestimento do poço, assentado a pequena profundidade (10 m – 80 m), com finalidade de sustentar sedimentos superficiais não consolidados. Pode ser assentado por cravação, jateamento ou cimentação;
- **Revestimento de Superfície:** Tem o objetivo de proteger os horizontes superficiais de água e prevenir desmoronamento de formações inconsolidadas. Serve ainda como base de apoio para os equipamentos de segurança de cabeça de poço, sendo cimentado em toda sua extensão para evitar flambagem devido ao grande peso dos equipamentos e dos revestimentos subsequentes, que nele se apoiam;



- **Revestimento e/ou Liner Intermediário:** Tem a finalidade de isolar e proteger zonas de alta ou baixa pressão, zonas de perda de circulação, formações portadoras de fluidos corrosivos ou contaminantes de lama. É cimentado somente na parte inferior, ou, em alguns casos, num trecho intermediário adicional. É sustentado por cunhas apropriadas, apoiadas no sistema de cabeça de poço ou em outros revestimentos (caso dos liners);
- **Revestimento e/ou Liner de Produção:** Como o próprio nome indica, é descido com a finalidade de permitir a produção do poço, suportando as cargas decorrentes da produção. Seu emprego depende da ocorrência de zonas de interesse;
- **Liner:** É uma coluna curta de revestimento que é descida e cimentada no poço visando cobrir apenas a parte inferior deste, o poço aberto. Seu topo fica ancorado um pouco acima da extremidade inferior do revestimento anterior e é independente do sistema de cabeça de poço. Pode ser utilizado em substituição ao revestimento intermediário (*liner* intermediário) e ao revestimento de produção (*liner* de produção);
- **Tie back:** É a complementação de uma coluna de *liner* até o sistema de cabeça de poço, quando limitações técnicas ou operacionais exigirem proteção do revestimento anterior.

O processo de cimentação das paredes do poço é uma etapa fundamental que possui por objetivo principal isolar as camadas geológicas atravessadas, permitindo o avanço contínuo da broca com segurança, prevenindo problemas de descompactação e ruptura das paredes do poço, além de possíveis percolamentos de fluidos (óleo/ gás). A **Figura II.3.1.7** ilustra um corte transversal de um poço exibindo os revestimentos cimentados.

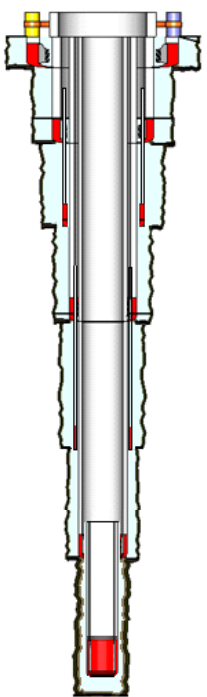


**FIGURA II.3.1.7 – Esquema dos revestimentos cimentados.**

Fonte: BAKER, 1985.

Conforme apresentado no Capítulo II.2 deste EIA, a BG tem previsão de perfurar sete (07) poços exploratórios nos Blocos BAR-M-215, BAR-M-217, BAR-M-252, BAR-M-254, BAR-M-298, BAR-M-300, BAR-M-340 e BAR-M-342, em lâminas d'água de até 2.400m.

Os poços exploratórios estão sendo planejados para serem perfurados em sete (07) fases. Considera-se a possibilidade de que os poços tenham menos fases nos casos em que a profundidade final seja inferior à apresentada na **Figura II.3.1.8** ou nos casos em que as pressões sejam menores do que as esperadas. Os desenhos dos poços são passíveis de alteração após o recebimento dos dados sísmicos 3D, que ainda não estão disponíveis no momento de elaboração deste EIA.

Lâmina D'água 2140m	Diâmetro da Broca (")	Revestimento (")	Profundidade da Sapata (m)	Intervalo Perfurado (m)	Tipo de Fluido
	42	36"	2.210	2.140 – 2.210	Água do Mar + Fluido Viscoso (FBA)
	26	20"	3.200	2.210 – 3.200	Água do Mar + Fluido Viscoso (FBA)
	20" x 17 1/2"	16"	3.800	3.200 – 3.800	FBA ou FBNA
	17 1/2" x 14 3/4"	13 3/8"	4400	3.800 – 4.400	FBA ou FBNA
	14 3/4" x 12 1/4"	11 3/4"	5000	4.400 – 5.000	FBA ou FBNA
	12 1/4" x 8 1/2"	9 5/8"	5600	5.000 – 5.600	FBA ou FBNA
	8 1/2"	7"	6300	5.600 – 6.300	FBA ou FBNA

**FIGURA II.3.1.8 – Esquema de Poço.**

(FBA – Fluido de Base Aquosa; FBNA – Fluido de Base Não Aquosa)

Fonte: BG, 2015.

A seguir são descritas as principais etapas da perfuração. Todas as distâncias mencionadas são referentes à superfície do mar (considerando uma lâmina d'água de 2.140 metros de profundidade).

Na primeira fase será realizada a perfuração com broca de 42" até 2.210 m de profundidade em relação ao fundo do mar, seguido da cimentação do revestimento de 36". Esta fase será perfurada sem a presença de *riser*, não havendo retorno de cascalho e fluido de perfuração para a superfície. A segunda fase, ainda sem o *riser*, será perfurada com broca de 26" até a profundidade de cerca de 3.200 m em relação ao fundo do mar. Em seguida será descido e cimentado o revestimento de 20".

Nas duas primeiras fases, o fluido de perfuração de composição simplificada será bombeado para o interior do poço através da coluna de perfuração, retornando diretamente para o fundo do mar pelo espaço anular formado entre a coluna e as paredes do poço.

Antes do início da perfuração da fase seguinte (terceira fase) serão instalados o *riser* e o BOP, que será previamente testado. A terceira fase (contingencial) será furada com broca de 17 ½” e alargador de 20” até uma profundidade de, aproximadamente, 3.800 m. Em seguida será descido e cimentado o revestimento de 16”.

A quarta fase (contingencial) será perfurada com broca de 12 ¼” até a profundidade de 4.400 m em relação ao fundo do mar e com broca de 14 ¾” e alargador de 17 ½”. Em seguida será descido e cimentado o revestimento de 13 3/8” (ou 13 5/8”).

A quinta fase será perfurada com broca de 12 1/4” e alargador de 14 3/4 ” até a profundidade de 5.000 m. Com relação ao poço-tipo 2, após a perfuração e alargamento da fase V, será descido e cimentado o revestimento de 11 3/4”.

A sexta fase será perfurada com broca de 8 1/2” e alargador de 12 ¼” até uma profundidade final de 5.600 m. O revestimento de 9 5/8” será descido nessa seção.

A sétima e última fase será perfurada com broca de 8 ½” até a profundidade de 6.300 m. Essa última fase do poço-tipo 2 só será revestida com um *liner* de 7” em caso de uma descoberta de hidrocarbonetos que requeira um teste de avaliação de formação.

Será empregada água do mar com fluido de base aquosa de composição simplificada nas fases I e II. Em todas as fases perfuradas com *riser* de ambos os tipos de poços, será utilizado o fluido de base aquosa. De forma contingencial poderá ser utilizado o fluido de base não aquosa.

Com exceção das fases I e II, haverá o retorno do fluido de perfuração carreando os cascalhos para a unidade. Ao chegar à unidade de perfuração, o fluido será separado do cascalho pelo Sistema de Controle de Sólidos (SCS).

Conforme apresentado no Capítulo II.2 este documento, dependendo dos resultados das perfurações, poderão ser realizados Testes de Formação caso ocorra sucesso exploratório e o cronograma de atividades e de logística permitam.

## B. Descrição dos procedimentos previstos a serem adotados, no caso da descoberta de hidrocarbonetos em escala comercial

Caso haja descobertas de hidrocarbonetos em escala comercial, as seguintes opções poderão ocorrer:

- Os poços poderão ser completados para realização de um teste de avaliação de formação. Esta completação pode ser abandonada temporariamente ou retirada. Se for retirada, o poço poderá ser abandonado temporariamente ou definitivamente, em conformidade com a Portaria ANP N° 25/02, que aprova o regulamento de abandono de poços perfurados com vistas a exploração ou produção de petróleo e/ou gás e com a Resolução ANP 25/14, que aprova o Regulamento Técnico de Devolução de Áreas na Fase de Exploração e estabelece conteúdo do Plano de Devolução de Áreas.
- Os poços poderão ser abandonados temporariamente para serem reabertos em um futuro próximo, ou abandonados de forma permanente.

## C. Procedimentos Adotados para a Desativação da Atividade

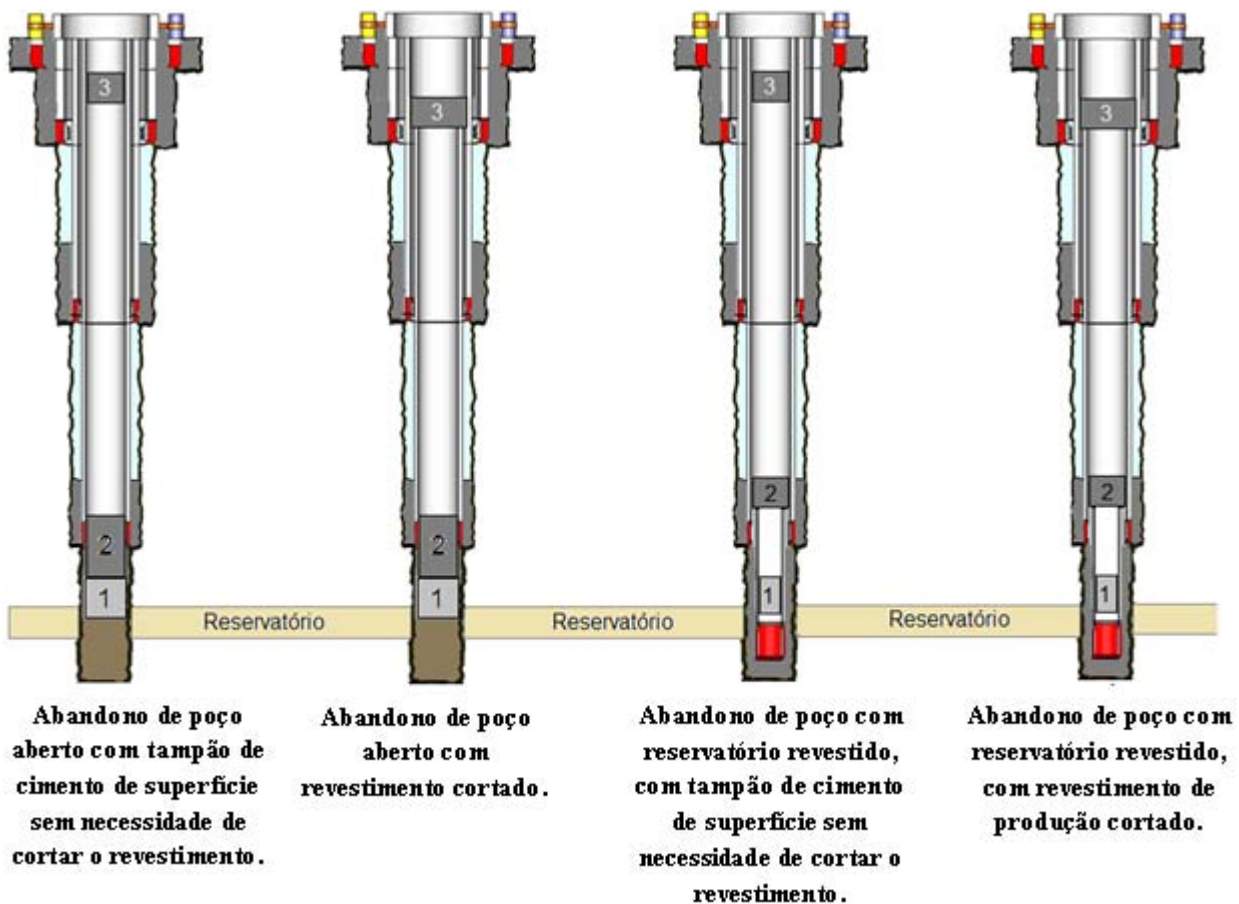
O abandono de um poço compreende a série de operações destinadas a restaurar o isolamento entre os diferentes intervalos permeáveis, podendo ser permanente ou temporário. A BG se compromete a proceder com o abandono dos poços perfurados de acordo com o Regulamento Técnico N° 25/2002 da ANP (Procedimentos a serem Adotados no Abandono de Poços de Petróleo e/ou Gás) e com a Resolução ANP N° 25/14 (Procedimentos a serem adotados na Devolução de Áreas na Fase de Exploração).

Os regulamentos citados disciplinam os procedimentos a serem adotados no abandono dos poços, de maneira a assegurar o perfeito isolamento das zonas de petróleo e/ou gás e também dos aquíferos existentes, prevenindo:

- I – a migração dos fluidos entre as formações, quer pelo poço, quer pelo espaço anular entre o poço e o revestimento; e
- II – a migração de fluidos até a superfície do terreno ou do fundo do mar.

No momento não é possível definir a posição e quantidade final de tampões de cimento que serão usados, a necessidade de usar perfilagem CBL (*Cement Bond Log*) ou a quantidade de revestimento a ser cortada e recuperada dos poços de forma a atender a Portaria da ANP, visto que a presença de zonas permeáveis e as pressões de poros reais são desconhecidas.

Desta forma, a **Figura II.3.1.9** apresenta a título de informação as possibilidades atuais de projeto de abandono para os poços.



**FIGURA II.3.1.9 – Possibilidades Atuais de Projetos de Abandono para os Poços.**

Fonte: BG, 2015.

## D. Identificação e Descrição Sucinta da Infraestrutura de Apoio

### • BASE DE APOIO

A base de apoio marítimo a ser utilizada nas atividades exploratórias da bacia de Barreirinhas será localizada dentro do complexo portuário de Itaqui, administrado pela Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP), situado na margem leste da Baía de São Marcos a 11 km do centro da cidade de São Luís no Estado do Maranhão.

A área do porto organizado de Itaqui é constituída por instalações portuárias terrestres: cais e píeres de atracação e de acostagem, além de armazéns, edificações em geral e vias internas de circulação rodoviária e ferroviária. A infraestrutura marítima é composta pelos acessos aquaviários, áreas de fundeio, bacia de evolução, e áreas adjacentes. O porto de Itaqui fica situado entre 125 e 170 milhas náuticas de distância dos blocos exploratórios. A Figura II.3.1.10 apresenta a vista aérea do porto de Itaqui-MA.



**FIGURA II.3.1.10 – Vista aérea do porto de Itaqui-MA.**

Fonte: <http://www.portodoitaqui.ma.gov.br>

O acesso marítimo se dá sem formação de barra e têm aproximadamente 55 milhas náuticas de extensão na direção sul-sudoeste, a largura do canal em quase toda a extensão é de 1.000 metros, exceto em alguns poucos trechos, nos quais mede 500 metros, profundidade natural mínima de 24 metros e largura aproximada de 1,8 km (PORTO DE ITAQUI, 2012).

Os procedimentos para entrada na área 1 (Baía de São Marcos), utilização da praticagem, utilização de rebocadores, tráfego pelo canal, aviso de chegada, permanência no porto, permanência no fundeio e dados tais como velocidade de corrente e restrições de navegação estão definidos nas Normas e Procedimentos para a Capitania dos portos do Estado do Maranhão (NPCP-MA).

O acesso rodoviário se dá pelas rodovias BR-135 e BR-222, que se conecta a outras rodovias federais (BR 316, BR 230, BR 226 e BR 010) e estaduais (MA 230) para todo o Norte e Sul do país. O acesso ferroviário é realizado por duas linhas, sendo elas a Estrada de Ferro Carajás – EFC e a TransNordestina Logística – TNL. A via ferroviária TNL percorre 526 quilômetros, já a EFC possui, em sua totalidade, 892 quilômetros de extensão e se conecta com a Ferrovia Norte Sul - FNS.

O complexo portuário de Itaqui possui uma área de aproximadamente de 5,1 milhões de metros quadrados, dos quais cerca de 40% desta área está sobre terra firme e 60% sobre a água. O porto conta com quatro pátios de armazenagem de carga geral descoberta perfazendo área total de 44.700 m<sup>2</sup>, 7.500 m<sup>2</sup> de área de armazenagem coberta, silos para armazenar 27.200 toneladas de grãos e também um pátio para 240 carretas com estrutura de lanchonetes, vestiário e controle de entrada e saída. Além dos armazéns já citados existem ainda duas esferas de armazenagem de GLP com capacidade de 8.680 m<sup>3</sup>. A Transpetro e demais empresas operam em conjunto cinquenta tanques com capacidade para armazenagem de 210.000 m<sup>3</sup> de graneis líquidos (PORTO DO ITAQUI, 2015).

As instalações para atracação compreendem seis berços (100, 101, 102, 103, 104 e 105), um píer petroleiro (106) e encontra-se em construção um novo píer petroleiro (108), perfazendo um total de 1.936 m de cais acostável com profundidade variando entre 10 e 19 metros. O cais pode atracar pelo menos oito (08) embarcações de grande porte simultaneamente. Todos os berços, exceto o 106, são multiuso e movimentam graneis sólidos agrícolas e minerais, carga geral, carga de projeto e containers.

Todos os berços exceto o 100 e 105 possuem tubulações permanentes para transbordo de graneis líquidos. O berço 106 movimenta exclusivamente derivados de petróleo.

Faz parte do complexo portuário de Itaqui administrado pela EMAP o terminal de Porto Grande, que conta com 100 m de cais acostável para embarcações de menor porte e calado até 7 m, balsas de fornecimento de água e rebocadores. Porto Grande conta com uma retro área, armazém coberto e fica localizado no estreito dos Coqueiros, a cinco milhas marítimas ao Sul das instalações de acostagem citadas anteriormente. Este terminal poderá ser utilizado como base de apoio caso esteja devidamente regularizado perante a Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Maranhão.

Toda a movimentação de cargas dentro do porto organizado é feita através de empresas privadas credenciadas como Operadores Portuários, devidamente autorizados pela EMAP e em conformidade com a NR-29.

Na base de apoio marítimo haverá o recebimento, estocagem e embarque de todos os equipamentos e suprimentos necessários à atividade, inclusive fluidos de perfuração, cimento e baritina. A base de apoio marítimo será também utilizada para transferência de todos os resíduos gerados durante a perfuração, que serão transportados pelos barcos de apoio, e receberão disposição final por empresas terceirizadas aprovadas conforme o plano de controle de poluição e as autoridades competentes. O armazenamento e a manutenção dos equipamentos de resposta à emergência também serão realizados na base de apoio marítimo localizada no complexo portuário de Itaqui.

O Porto de Itaqui possui a seguinte infraestrutura disponível para movimentação de cargas (ANTAQ, 2012):

- 05 Guindastes sobre rodas com capacidades de 12 t até 104 t;
- 01 Ship Loader com capacidade 1.000 t/h para embarque de manganês e ferro gusa;
- 01 Sugador de Grãos com capacidade para 180 t/h;
- 02 Empilhadeiras tipo reach stackers para movimentação de contêineres;
- 01 Empilhadeira Hyster H 80 J com capacidade de 4 t;
- 01 Empilhadeira Hyster 150 J com capacidade de 6 t;
- 02 balanças rodoviárias capacidade de 80 t;

A movimentação anual de carga do porto de Itaqui foi de mais de 18 milhões de toneladas em 2014 (PORTO DO ITAQUI, 2015).

- **BASE AÉREA**

O transporte de passageiros para as unidades de perfuração ocorrerá a partir de voos de helicópteros de médio porte saindo do Aeroporto Internacional Marechal Cunha Machado (IATA: SLZ, ICAO: SBSL), situado na cidade de São Luis, Estado do Maranhão. São previstos um total de até dez (10) voos semanais para cada unidade.

O aeroporto possui um terminal de passageiros com área coberta de 10.700 m<sup>2</sup> e duas pistas de pouso e decolagem. A pista maior, medindo 2.385 m x 45 m, é dotada de sistema de auxílio de aproximação por instrumentos (ILS Cat 1), que permite atender as mais diversas situações de pouso e decolagem com relevante segurança operacional. A **Figura II.3.1.11** apresenta vista aéreo do Aeroporto Internacional Marechal Cunha Machado.



**FIGURA II.3.1.11 – Base Aérea - Aeroporto Internacional Marechal Cunha Machado.**

Fonte: <http://www.infraero.gov.br>



## E. Descrição Sucinta da Operação dos Barcos de Apoio

A exploração marítima de petróleo requer o uso de embarcações de apoio marítimas especialmente construídas para transportar com segurança e eficiência os equipamentos para manutenção da atividade da sonda na locação *offshore*, materiais de consumo unitizados e a granel necessários para construção dos poços. As operações nos blocos deste estudo preveem o uso de três embarcações que ficarão em tempo integral atendendo o navio-sonda no transporte de insumos (tubos de revestimento, tubos de perfuração, cimento, baritina, ferramentas, alimentos, combustível, água, fluidos de perfuração, etc.) utilizados nas atividades, retorno para o porto de resíduos gerados no navio-sonda e auxílio no combate a emergências (situações envolvendo vazamento de óleo estão previstas no Plano de Emergência Individual – PEI).

As embarcações de apoio em acordo com a NORMAM-01/DPC e demais regulamentos vigentes para o tráfego marítimo, realizarão três viagens semanais transportando os materiais e equipamentos da base de apoio para cada navio-sonda e vice-versa.

Na **Tabela II.3.1.1** apresentamos as características principais mínimas das embarcações que serão empregadas durante as atividades de perfuração na Bacia de Barreirinhas.

**TABELA II.3.1.1 – Características das embarcações.**

<b>Tipo de embarcação e registro</b>	Embarcação supridora de plataformas de bandeira Brasileira ou Estrangeira autorizada a operar em águas Jurisdicionais Brasileiras.
<b>Dimensões principais</b>	Comprimento mínimo de 70 metros, Boca mínima de 15 metros, Calado máximo de 7 metros.
<b>Capacidades de carga</b>	Convés com área mínima de 750m <sup>2</sup> e 1500 t para carga geral, tanques de 1000m <sup>3</sup> de água, 1000m <sup>3</sup> de diesel, 5000bbl de fluidos de perfuração e 200 t de granel sólido. Acomodação climatizada para 20 pessoas.
<b>Desempenho</b>	Velocidade de serviço de 10 nós, sistema de posicionamento dinâmico com redundância testada por análise de modo de falha e efeito. Capacidade submétrica de manutenção de posição em condição adversa de onda, corrente, vento e em caso de uma falha de componente ativo ou passivo.
<b>Propulsão</b>	Dois propulsores principais a ré acionados por conjunto de moto-geradores ou motores a combustão independentes, dois sistemas de governo da propulsão independentes, dois propulsores laterais de proa com passo/rotação controlável e sistema de acionamento independente.
<b>Geração de energia</b>	Motores diesel geradores e quadros de distribuição com partições, sincronismo e gerenciamento da carga.

<b>Tipo de embarcação e registro</b>	Embarcação supridora de plataformas de bandeira Brasileira ou Estrangeira autorizada a operar em águas Jurisdicionais Brasileiras.
<b>Certificações</b>	Normas de Sociedade Classificadora reconhecida pela Autoridade Marítima Brasileira, Regras Internacionais da Organização Marítima Internacional Solas e Marpol, Anexos I, II, III, IV, V e VI.
<b>Equipamentos de Navegação e Comunicação</b>	Piloto automático, luzes, radares com marcação de alvos, agulha magnética, agulha giroscópica, instrumentos de medição meteorológica e publicações náuticas em conformidade com Solas, Regra Internacional Para Evitar Abalroamento no Mar e Normam. Sistema de rádios VHF/MF e comunicação via satélite em conformidade para operar em área A3 e conforme o Sistema Global de Socorro e Segurança Marítima (GMDSS).
<b>Equipamentos de Segurança</b>	Bote de resgate, coletes Classe I, boias, balsa salva vidas e demais itens de salvatagem, prevenção e combate a incêndio em acordo com o plano de segurança aprovado pela Autoridade Marítima e Sociedade Classificadora.
<b>Equipamentos de Proteção Ambiental</b>	Sistema de coleta seletiva, controle de emissões nos motores a combustão, triturador de resíduos orgânicos, sistema de tratamento de efluentes sanitários, tanques de recolhimento de efluentes, separador de água e óleo e tanque de resíduo oleoso aprovados conforme a Marpol e Autoridade Marítima Brasileira.
<b>Sistemas de resposta à emergência</b>	Sistema de monitores de água para combate à incêndio com controle remoto, alcance e vazão tipo Classe I Sistema de recolhimento de emulsão água-óleo do tipo vertedouro auto-propelido Sistema de barreiras infláveis de contenção de emulsão água-óleo.

## II.3.2. INFORMAÇÕES ACERCA DAS CONDIÇÕES PARA USO E DESCARTE DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO, FLUIDOS COMPLEMENTARES E PASTAS DE CIMENTO PREVISTOS NA ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO

### A. TIPOS DE FLUIDOS PASSÍVEIS DE SEREM UTILIZADOS NO DECORRER DA ATIVIDADE

Conforme apresentado no Capítulo II.2 e na seção II.3.1, para as atividades de perfuração nos Blocos BAR-M-215, BAR-M-217, BAR-M-252, BAR-M-254, BAR-M-298, BAR-M-300, BAR-M-340 e BAR-M-342 o projeto de poço previsto possui sete (07) fases, sendo duas (02) contingenciais.

Nas duas primeiras fases será utilizado fluido de perfuração de base aquosa de composição simplificada, juntamente com água do mar (Bentonita pré-hidratada ou *Bentonite Sweeps*), além de Pad Mud para limpeza do poço antes da instalação do *riser*.

Nas demais fases dos poços, a BG planeja utilizar fluidos de base aquosa. No entanto, em caso de necessidade técnica (como predição de instabilidade geo-mecânica, pressões ou temperaturas elevadas, margens de perfuração reduzidas, etc.) será usado um fluido de contingência de base não aquosa. A decisão de uso de fluido de base não aquoso somente será possível após a análise dos resultados da sísmica 3D ou mesmo durante as operações de perfuração.

### B. PROCEDIMENTOS DE CONTROLE DE USO, DESCARTE E MONITORAMENTO DOS FLUIDOS E EFLUENTES

Os procedimentos adotados para o controle de uso, descarte e monitoramento tratamento dos fluidos e efluentes utilizados durante a atividade de perfuração marítima na Bacia do Barreirinhas estão detalhados no Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos (PMFC), apresentado no Capítulo II.10.1.1 do presente EIA, elaborado em consonância com o documento “Novas diretrizes para uso e descarte de fluidos de perfuração e cascalhos, fluidos complementares e pastas de cimento nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás natural”, disponível no site do IBAMA ([www.ibama.gov.br/licenciamento](http://www.ibama.gov.br/licenciamento)).

### C. VOLUMETRIA ESTIMADA DE FLUIDOS UTILIZADOS E DE CASCALHO GERADO

As estimativas de volumetrias de descarte de cascalhos, fluidos de perfuração, fluidos complementares e pastas de cimento previstas durante a perfuração nos Blocos BAR-M-215, BAR-M-217, BAR-M-252, BAR-M-254, BAR-M-298, BAR-M-300, BAR-M-340 e BAR-M-342, na Bacia de Barreirinhas são apresentadas nas **Tabelas II.3.2.1 a II.3.2.6**.

TABELA II.3.2.1 – Planilha de Volumetria de Cascalhos (m<sup>3</sup>) – OPÇÃO 1: FBA.

Fase	Diâmetro da broca (pol)	Diâmetro do poço com fator de alargamento (pol)	Intervalo (m)	Inclinação (°)	Volume de cascalho gerado (m <sup>3</sup> )	Volume de cascalho descartado ao mar (m <sup>3</sup> )
I	42	52,5	2.140 – 2.210	0	120,36	120,36
II	26	31,2	2.210 – 3.200	0	582,62	582,62
III	20	23	3.200 – 3.800	0	244,19	244,19
IV	17 ½	19,25	3.800 – 4.400	0	219,95	219,95
V	14 ¾	16,225	4.400 – 5.000	0	156,26	156,26
VI	12 ¼	12,8625	5.000 – 5.600	0	107,78	107,78
VII	8 ½	8,925	5.600 – 6.300	0	51,89	51,89

TABELA II.3.2.2 – Planilha de Volumetria de Cascalhos (m<sup>3</sup>) – OPÇÃO 1: FBNA.

Fase	Diâmetro da broca (pol)	Diâmetro do poço com fator de alargamento (pol)	Intervalo (m)	Inclinação (°)	Volume de cascalho gerado (m <sup>3</sup> )	Volume de cascalho descartado ao mar (m <sup>3</sup> )
I	42	52,5	2.140 – 2.210	0	120,36*	120,36
II	26	31,2	2.210 – 3.200	0	582,62*	582,62
III	20	20,6	3.200 – 3.800	0	181,45	181,45
IV	17 ½	18,025	3.800 – 4.400	0	163,44	163,44
V	14 ¾	15,2	4.400 – 5.000	0	116,11	116,11
VI	12 ¼	12,62	5.000 – 5.600	0	80,1	80,1
VII	8 ½	8,75	5.600 – 6.300	0	38,56	38,56

\*As fases I e II são necessariamente perfuradas com água do mar e tampões de limpeza. Ao final das fases o poço é preenchido com fluido viscoso para conter as paredes até a descida do revestimento e cimentação.

TABELA II.3.2.3 – Planilha de Volumetria de Fluidos de Perfuração (m<sup>3</sup>) – OPÇÃO 1: FBA.

Fase	Diâmetro do poço com fator de alargamento (pol)	Volume de Fluido descartado ao mar (Final da Fase) (m <sup>3</sup> )	Volume de Fluido descartado ao mar aderido ao cascalho (m <sup>3</sup> )
I	52,5	186,81	
II	31,2	2.180,83	
III	23	309,90	27,40
IV	19,25	289,80	22,60
V	16,225	131,30	16,00
VI	12,8625	79,30	10,10
VII	8,925	1.592,4	4,80

TABELA II.3.2.4 – Planilha de Volumetria de Fluidos de Perfuração (m<sup>3</sup>) – OPÇÃO 2: FBNA.

Fase	Diâmetro do poço com fator de alargamento (pol)	Volume de Fluido descartado ao mar (Final da Fase) (m <sup>3</sup> )	Volume de Fluido descartado ao mar aderido ao cascalho (m <sup>3</sup> )
I	52,5	186,81	
II	31,2	1.525,50	
III	23	0,00	12,80
IV	19,25	0,00	11,60
V	16,225	0,00	8,20
VI	12,8625	0,00	5,20
VII	8,925	0,00	2,50

TABELA II.3.2.5 – Planilha de Volumetria (m<sup>3</sup>), Função e Destinação e Fluidos Complementares.

Fluido	Função	Fase em que será utilizado	Volume estimado por poço (m <sup>3</sup> )	Forma de destinação
Traçador 1.1	Colchão Traçador	I e II	31,79	Poço/Mar
Lavador 3.15	Colchão Lavador	III, IV e V	31,79	Poço
Lavador 3.16	Colchão Lavador	III, IV, V, VI e VII	31,79	Poço
Colchão 3	Colchão Espaçador	III, IV e V	63,59	Poço
Colchão 3.14	Colchão Espaçador	III, IV, V, VI e VII	95,39	Poço
Loseal W	Controle de Perdas	III, IV, V, VI e VII	31,79	Poço
	Controle de Perdas	II, IV, V, VI e VII	31,79	Poço
Salmoura CaCl <sub>2</sub>	Fluido Completação	V,VII	1.037,1	Mar
Fluido Packer (CaCl <sub>2</sub> )	Fluido contendo Anti-Corrosivo	V,VII	159,24	Mar
Olefina (Teste)	Estimulação	V,VII	95,54	Envio para destinação adequada em terra
Tampão Espaçador (Wash / Cleanup Solutions)	Evitar contato entre fluidos diferentes	V,VII	95,50	Envio para destinação adequada em terra

**TABELA II.3.2.6 – Planilha de Volumetria (m<sup>3</sup>) e Destinação de Pastas de Cimento.**

Fluido	Fase em que será utilizado	Volume estimado por poço (m <sup>3</sup> )	Forma de destinação
Pasta de Cimento 1	I	95,39	Poço e fundo do mar
Pasta de Cimento 15	II	206,68	Poço e fundo do mar
Pasta de Cimento 6	III	79,49	Poço
Pasta de Cimento 36	III	79,49	Poço
Pasta de Cimento 40	IV, V	158,98	Poço
Pasta de Cimento 24	VI	47,69	Poço
Pasta de Cimento 39	VIII	23,84	Poço

\*As Fases I e II referem-se ao início do poço quando ainda não há retorno de fluido à superfície. A destinação ao mar indicada para as Fases I e II significa o excesso de cimento que transborda no leito marinho na operação de cimentação do revestimento de superfície, o que garante a segurança e estabilidade da cabeça de poço.

#### D. Sistema de Filtros

De forma a evitar a descarga de material a granel, os navios-sondas OCEAN RIG MYLOS e ENSCO DS-4 a serem empregados na atividade de perfuração na Bacia de Barreirinhas contarão com sistemas de coletores e filtros (*dust collectors*) responsáveis por capturar as partículas que podem ser liberadas durante as operações de transferência desse material das embarcações de apoio para a unidade de perfuração e no preparo do cimento a ser utilizado na etapa de cimentação.

Na unidade de perfuração OCEAN RIG MYLOS existem três coletores no total responsáveis pela captura de partículas do material a granel, sendo um para o recolhimento de barita, um para bentonita e um para o recolhimento de cimento, localizados na unidade de preparo de fluidos e unidade de cimentação. Todos os coletores são equipados com uma válvula de alívio e um sensor, responsável por indicar o nível de preenchimento de material (indica quando o coletor está cheio, ou seja, próximo de atingir sua capacidade máxima de recolhimento). Quando atingem esse limite, os coletores podem ser esvaziados manualmente.

Já na unidade de perfuração ENSCO DS-4 existem quatro coletores no total com capacidade de recolhimento individual de 2,0 m<sup>3</sup>, que são responsáveis pela captura de partículas do material a granel, dos quais três estão localizados no sistema de recebimento e armazenamento de granéis (sendo um para o recolhimento de barita, um para bentonita e um para o recolhimento de cimento) e um está localizado na unidade de cimentação. Da mesma forma que no navio-sonda OCEAN RIG MYLOS, no navio-sonda ENSCO DS-4 todos os coletores são equipados com uma válvula de alívio e um sensor, responsável por indicar o nível de preenchimento de material (indica quando o coletor está cheio, ou seja, próximo de atingir sua capacidade máxima de recolhimento). Quando atingem esse limite, os coletores podem ser esvaziados manualmente.

#### E. Produtos Químicos

As informações sobre todos os produtos químicos previstos a serem utilizados nas formulações de fluidos de perfuração, fluidos complementares e pastas de cimento serão devidamente apresentadas no endereço eletrônico no sítio do IBAMA (<http://licenciamento.ibama.gov.br/Petroleo> - link: Processo de Fluidos de Perfuração e Complementares).

Reitera-se que as informações a serem apresentadas estarão em consonância com o determinado no documento “Novas diretrizes para uso e descarte de fluidos de perfuração e cascalhos, fluidos complementares e pastas de cimento nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás natural”, disponível no sítio do IBAMA ([www.ibama.gov.br/licenciamento](http://www.ibama.gov.br/licenciamento)).

O referido documento trata-se da Minuta de Nota Técnica a respeito das novas diretrizes para uso e descarte de fluidos de perfuração e cascalhos, fluidos complementares e pastas de cimento nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás natural, e encontra-se em processo de aprovação final por parte do IBAMA.