

PROJETO DE MONITORAMENTO DE FLUIDOS E CASCALHO

1. INTRODUÇÃO

O Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalho (PMFC) é um subprojeto do Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA) e, juntamente com o Processo Administrativo de Fluidos de Perfuração e Complementares da Statoil (Processo nº 02022.000710/2011-78), rege o uso e descarte de fluidos de perfuração e cascalhos durante a atividade de perfuração.

Este Subprojeto aborda o gerenciamento dos fluidos empregados nas atividades de perfuração marítima, desde o seu preparo até o destino final (descarte controlado ao mar, tratamento e/ou disposição final em terra), bem como dos cascalhos gerados e dos resíduos de cimentação utilizados durante a atividade de perfuração.

Cabe ressaltar que além das atividades de perfuração de cunho exploratório, a Statoil realiza desde 2010 atividades de perfuração de desenvolvimento (poços produtores e injetores), no Campo de Peregrino, Bacia de Campos. Ao longo dos anos de perfuração em Peregrino, a Statoil vem obtendo informações acuradas sobre o reservatório presente no referido campo produtor.

2. JUSTIFICATIVA

A realização do PMFC é justificada pela necessidade de controle e monitoramento do uso e descarte (desde a aquisição de produtos químicos até a disposição final) de fluidos de perfuração e complementares e cascalhos gerados durante a atividade de perfuração marítima, de forma a acompanhar e avaliar os resultados reais da atividade e minimizar, o quanto possível, os impactos ambientais gerados devido à atividade em questão.

3. OBJETIVOS, METAS E INDICADORES

O PMFC visa atender aos conceitos gerais e às premissas das diretrizes do uso e descarte de fluidos e cascalhos gerados durante a atividade de perfuração marítima de poços de exploração e de desenvolvimento (poços produtores e injetores), as quais estão estabelecidas no documento “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”, conforme estabelecido no PAR. 02022.000365/2015-04 COEXP/IBAMA e no Termo de Referência 009/2014.

O PMFC tem como objetivo a gestão responsável do uso e descarte ao mar de fluidos usados e cascalhos gerados e do tratamento final de efluentes e resíduos correlatos gerados nas atividades de perfuração, cimentação e complementação de poços.

A Tabela 3.1 a seguir apresenta as metas e indicadores propostos para o PMFC.

TABELA 3.1 – Metas e indicadores propostos para o PMFC.

Meta	Indicador
Analisar os teores de metais (Al, As, Cd, Pb, Cu, Cr, Fe, Mn, Hg, Mo, Ni, Si, V, Zr) na baritina a ser utilizado nas formulações dos fluidos e pastas de cimento. ⁽¹⁾	Toda baritina utilizada nas formulações de fluidos e pastas de cimento deve atender aos limites máximos de 3mg/kg e 1mg/kg de Cádmi (Cd) e Mercúrio (Hg), respectivamente.
Analisar o teor de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs), potencial de bioacumulação, potencial de biodegradabilidade e ecotoxicidade em sedimento marinho (10 dias) na base orgânica a ser utilizada em fluidos de perfuração e complementares de base não aquosa. ⁽¹⁾	Todas as bases orgânicas utilizadas nas formulações de fluidos não aquosos devem apresentar concentração de HPAs inferior a 10 ppm, toxicidade inferior ou igual ao padrão C16-C18 para Olefina Interna ou C12-C14/C8 para Éster e biodegradabilidade com razão de TGP ≤ 1 . ⁽¹⁾
Avaliar a ecotoxicidade aguda dos fluidos de perfuração e complementares em momento prévio ⁽²⁾ ao uso, nas fases sem e com retorno e em momento pré-descarte nas fases com retorno e na água de lavagem de tanques de FBA em momento pré-descarte.	Todos os fluidos de perfuração e complementares descartados ao mar na atividade devem atender ao limite de $CL_{50(96h)} \geq 30.000$ ppm da FPS nos ensaios de toxicidade aguda.
Determinar através de análises físico-químicas (densidade, salinidade, pH e temperatura) os fluidos de perfuração e complementares ao final de sua utilização em cada fase e na água de lavagem de tanques de FBA em momento pré-descarte.	Todos os descartes de fluidos de perfuração e complementares de base aquosa durante a atividade deverão ter seus parâmetros medidos de forma adequada.
Avaliar a presença de óleo livre nos fluidos de perfuração e complementares de base aquosa e cascalhos impregnados com fluidos de base aquosa e não aquosa diariamente quando se atingir a fase do reservatório e uma vez em momento pré-descarte de fluido excedente através do Teste de Iridescência Estática – <i>Static Sheen Test</i> .	Todos os fluidos de perfuração e complementares de base aquosa e/ou cascalhos impregnados com fluidos de base aquosa e não aquosa devem atender ao padrão de descarte ao mar de ausência de iridescência (brilho) no Teste de Iridescência Estática - <i>Static Sheen Test</i> .
Avaliar a presença de eventual contaminação de óleo através do Teste de Detecção de Hidrocarbonetos (<i>Reverse Phase Extraction</i> – RPE) no fluido de base não aquosa.	Para descarte do cascalho impregnado com fluidos de perfuração de base não aquosa, o fluido de base não aquosa deve atender ao padrão de resultado negativo no Teste RPE realizado com amostra coletada após o retorno. O ensaio RPE também deverá ser realizado durante a operação de transferência do fluido da embarcação de apoio (“fluideira”) para a unidade de perfuração
Monitorar o teor de base orgânica aderido aos cascalhos a serem descartados realizando diariamente o Teste de Retorta, quando ocorrer perfuração com fluido de base não aquosa.	O teor de base orgânica aderida ao cascalho não deve ultrapassar o limite de 6,9% ou 9,4% ⁽³⁾ , em peso de cascalho úmido, para a média acumulada ponderada para cada poço.
Avaliar o teor de metais (Al, As, Ba, Cd, Pb, Cu, Cr, Fe, Mo, Mn, Hg, Mb, Ni, Si, V, Zr) nos fluidos de perfuração e complementares de base aquosa, água de lavagem de tanques de FBA e cascalhos impregnados com fluidos de base aquosa e não aquosa no fim de cada fase perfurada, em momento pré-descarte.	Registrar os teores de metais em todos os fluidos de perfuração e complementares e cascalhos impregnados com fluidos de base aquosa e não aquosa descartados ao mar.
Avaliar a concentração de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) nos fluidos complementares de base aquosa e cascalhos impregnados com fluidos de base aquosa e não aquosa, no fim de cada fase em momento pré-descarte.	Todos os descartes ao mar de fluidos complementares de base aquosa e cascalhos impregnados com fluidos de perfuração de base aquosa e não aquosa devem atender ao limite de HPAs < 10 ppm. ⁽⁴⁾

Meta	Indicador
Avaliar a ecotoxicidade em sedimento (96h) dos fluidos de base não aquosa ao final de sua utilização em cada fase. ⁽¹⁾	Todos os descartes ao mar de cascalhos impregnados com fluidos de base não aquosa devem atender ao padrão ≤ 1 – para C16-C18 Olefina Interna, mistura 65/35, proporcional à massa de hexadeceno e octadeceno, respectivamente.
Monitorar os volumes descartados ao mar através do registro em planilha específica dos volumes de fluidos de perfuração, complementares e cascalhos.	Registrar todos os volumes de descarte de fluidos de perfuração, complementares, pastas de cimento e cascalhos.
Monitorar a vazão e duração dos descartes de fluidos de perfuração e complementares de base aquosa e os cascalhos impregnados com fluido de perfuração de base aquosa.	Todos os descartes ao mar de fluidos de perfuração de base aquosa e cascalhos impregnados com estes fluidos devem atender ao limite de vazão de $159 \text{ m}^3/\text{h}$. Todos os descartes ao mar de fluidos complementares de base aquosa que tenham sido testados quanto à toxicidade aguda após a retirada de sais devem atender ao limite de vazão de $31,8 \text{ m}^3/\text{h}$
Monitorar a disposição final em terra de cascalhos e fluidos de perfuração, complementares e eventuais resíduos de cimentação.	Registrar todas as informações sobre o tratamento/destinação final em terra de cascalhos e fluidos de perfuração, complementares e eventuais resíduos de cimentação.

- ⁽¹⁾ Os laudos deverão ser apresentados anualmente no âmbito do Processo Administrativo de Fluidos de Perfuração e Complementares (Processo nº 02022.000710/2011-78). As análises de biodegradabilidade na base orgânica e ecotoxicidade em sedimento marinho na base orgânica e no fluido de perfuração de base não aquosa serão exigidas a partir de setembro de 2016 e a metodologia proposta pela CGPEG/IBAMA para a ecotoxicidade ainda está em desenvolvimento no Brasil.
- ⁽²⁾ A partir de setembro de 2016 deverá ser realizado ensaios de toxicidade aguda com amostra retirada em momento prévio ao uso nas fases sem e com retorno. No período de transição até setembro de 2016, na ocorrência de algum incidente com derramamento de fluido no mar deverá ser coletada amostra para análise de toxicidade aguda.
- ⁽³⁾ No resultado final, o teor de base orgânica aderido ao cascalho não deverá exceder o limite de 6,9% no caso de n-parafinas, olefinas internas (IO's), olefinas akfa lineares (LAO), polialfa olefinas (PAO) e fluidos a base de óleo mineral tratados ou de 9,4% de base orgânica no caso de ésteres, éteres e acetais. Caso tenha sido empregado num mesmo fluido mais de um tipo de base orgânica, deve-se empregar como valor de referência o valor mais restritivo: 6,9% m/m.
- ⁽⁴⁾ A partir de setembro de 2016, não será permitido o descarte em águas marinhas de cascalhos e FPBA cujo resultado da concentração de HPAs em amostra de fluido e cascalho coletada em momento pré-descarte seja maior que 10 ppm.

4. PÚBLICO-ALVO

O público de interesse deste Subprojeto é a própria Statoil, as empresas prestadoras de serviço e o órgão ambiental licenciador, interessados na obtenção dos resultados e discussões.

5. METODOLOGIA E DESCRIÇÃO DO PROJETO

5.1 OPERAÇÕES COM FLUIDOS DE PERFURAÇÃO, COMPLEMENTARES E PASTAS DE CIMENTO

São descritos a seguir os principais aspectos relacionados às operações com fluidos de perfuração, complementares e pastas de cimento, desde os procedimentos de preparo, manutenção das propriedades dos fluidos, os fluxogramas individuais com a descrição das etapas dos processos, bem como os pontos de coleta para as amostragens previstas no monitoramento, as operações de cimentação e a limpeza de tanques.

5.1.1 FLUIDOS DE PERFURAÇÃO

5.1.1.1 PREPARO E MANUTENÇÃO

Previamente à fabricação de fluidos de perfuração, são adotados estudos técnicos para definição do tipo de fluido de perfuração a ser empregado em cada operação e suas propriedades físico-químicas. A partir da definição destas propriedades é estabelecida a formulação do fluido, se preciso com a ajuda de estudos de laboratório.

Na maioria das vezes, a fabricação de fluidos de perfuração de base aquosa será realizada a bordo da unidade de perfuração, enquanto a fabricação de fluidos de perfuração de base não aquosa será realizada em terra, em uma planta de fluidos.

Fluido de Perfuração de Base Aquosa (FPBA)

A fabricação de fluidos de perfuração de base aquosa (FBA) ocorre na planta de fluidos *onshore* ou a bordo da própria unidade de perfuração e segue as concentrações de cada produto prevista nas formulações avaliadas. Os produtos são adicionados ao tanque juntamente com a água do mar ou industrial a ser utilizada em seu preparo, sendo realizada a mistura de todos os componentes até que a mistura se torne homogênea. O fluido recém-preparado é então testado quanto às suas propriedades, e caso atenda aos critérios operacionais estabelecidos, é considerado pronto para utilização.

Momentos antes do início do bombeio para o poço, uma amostra é coletada, para ser submetida ao ensaio de ecotoxicidade aguda no momento prévio ao uso – o fluido deverá atender ao limite de $CL_{50;96h} \geq 30.000$ ppm da FPS¹.

Com o início da perfuração, o fluido começa o seu processo de interação com as rochas trituradas pela broca (cascalhos) e com a parede do poço. Esta interação acarreta tanto no consumo de alguns produtos químicos que fazem parte da composição do fluido, como também na incorporação de sólidos ao fluido. Este conjunto de interações poderá produzir uma variação nas propriedades do fluido, alterações estas que dependem de diversos fatores, dentre eles: tipo de fluido, composição mineralógica das rochas cortadas, tempo de contato entre o fluido e o cascalho, taxa de penetração da broca, entre outros.

Ao chegar à superfície, e de modo contínuo durante todo o tempo de circulação, o fluido de perfuração recebe o seu primeiro tratamento, a remoção dos cascalhos através dos sistemas extratores de sólidos (peneiras). Durante o processo de perfuração o fluido é monitorado constantemente e, amostras são coletadas e suas propriedades verificadas. Caso os resultados indiquem alterações nas propriedades desejadas que justifiquem a necessidade de ajustes, um tratamento químico é providenciado.

¹ Deverão ser realizadas amostragens em momento prévio ao uso nas fases sem retorno. No entanto, a partir de setembro de 2016, deverão ser realizadas amostragens em momento prévio ao uso nas fases sem e com retorno. No período de transição até setembro de 2016, na ocorrência de algum incidente com derramamento de fluido no mar deverá ser coletada amostra para análise de toxicidade aguda.

Este ciclo de procedimentos (testes e tratamento) é contínuo durante toda a operação de perfuração e requer o monitoramento constante do engenheiro de fluidos, de forma a manter a composição do fluido desejada para a atividade em questão.

Fluido de Perfuração de Base Não Aquosa (FPBNA)

Conforme previamente informado, o FPBNA é geralmente fabricado em uma planta de fluidos em terra, ou eventualmente fabricado a bordo, a partir de volume de base orgânica recebida de terra. O processo de fabricação de FPBNA é idêntico ao descrito para o FPBA na unidade de perfuração, tomando-se os mesmos cuidados quanto à verificação das propriedades do fluido.

Uma vez com as propriedades enquadradas, o fluido é bombeado para as embarcações de apoio encarregadas do seu transporte e da entrega nas unidades marítimas de perfuração.

De forma a minimizar a disposição final em terra de FPBNA, face à impossibilidade do seu descarte no mar, e levando-se em consideração as boas práticas da indústria para o uso de produtos químicos, os FPBNA podem ser reutilizados de um poço para o outro ou de um projeto para o outro. Assim, ao longo da execução da atividade poderão ser recebidos volumes de fluidos procedentes de outros poços ou projetos. Nos casos de contaminação de FPBNA que impeçam a continuidade do seu uso, o volume contaminado será segregado e destinado em instalações apropriadas e licenciadas em terra.

No caso da reutilização de FPBNA, antes do uso do referido fluido, este será recondicionado – realiza-se a medição das propriedades físico-químicas de interesse e a partir dos resultados, é devidamente tratado para obtenção das especificações para o projeto do novo poço. Este condicionamento ocorre pela adição de base orgânica, tratamento com os aditivos químicos adequados, e, quando aplicável, tratamentos físicos para redução do peso do fluido e do teor de sólidos. Os cuidados relativos às propriedades físico-químicas de FPBNA usados são os mesmos adotados quando do recebimento dos fluidos novos.

Independentemente de ser um fluido novo ou usado, após o ajuste das propriedades, antes do início da perfuração, uma amostra do fluido será coletada do tanque ativo para ser submetida ao ensaio de ecotoxicidade aguda, no momento prévio ao uso, devendo atender ao limite de $CL_{50;96h} \geq 30.000$ ppm da FPS².

Serão adotados procedimentos para evitar que fluidos contaminados com óleo da formação venham a contaminar fluidos isentos de óleo da formação, bem como os cascalhos gerados com a utilização de FPBNA. Um rígido controle será implementado, com a realização dos ensaios de Extração em Fase Reversa (RPE), o qual será detalhado no **Item 6** do presente Subprojeto. Reitera-se que, caso seja detectada a contaminação de fluidos com óleo da formação, estes deverão ser destinados para tratamento e/ou disposição final adequada em terra.

²Deverão ser realizadas amostragens em momento prévio ao uso nas fases sem retorno. No entanto, a partir de setembro de 2016, deverão ser realizadas amostragens em momento prévio ao uso com amostras retiradas em momento prévio ao uso nas fases sem e com retorno. No período de transição até setembro de 2016, na ocorrência de algum incidente com derramamento de fluido no mar deverá ser coletada amostra para análise de toxicidade aguda.

5.1.1.2 TRANSFERÊNCIA DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO DE BASE NÃO AQUOSA (FPBNA)

O transporte de FPBNA e sua base orgânica ocorrem por via marítima através de embarcações de apoio que atuam dando suporte logístico durante a atividade. Nestas embarcações, os fluidos novos, reconicionados ou já utilizados, provenientes das plantas de fluidos ou de uma unidade marítima, são bombeados para os tanques destas embarcações, de modo segregado.

A operação de transferência é executada por profissionais portando rádios de comunicação em canal exclusivo, posicionados estrategicamente de tal forma que os tanques, linhas e mangotes, tanto na unidade de perfuração ou na planta de fluidos, quanto nas embarcações de apoio, sejam monitorados visualmente, garantindo a pronta interrupção da operação no caso de qualquer anormalidade.

Caso haja estocagem de FPBNA em embarcações destinadas exclusivamente para o transporte de fluidos (“embarcações fluideiras”), antes da transferência do fluido para a planta de fluidos em terra será realizado o Ensaio de Extração em Fase Reversa (RPE) previamente à transferência, em uma amostra representativa do fluido a ser transferido. Adicionalmente, o teste RPE será realizado durante a operação de transferência de FPBNA da embarcação de apoio (“fluideira”) para a unidade de perfuração, caso o fluido em questão tenha sido reaproveitado de um poço para outro ou de um projeto para o outro.

Em situações em que for evidenciada a presença de óleo da formação no fluido, o transporte de FPBNA contaminado será realizado em tanques específicos de uma embarcação de apoio, garantindo que o mesmo não seja misturado com outros fluidos transportados.

5.1.1.3 SISTEMA DE CIRCULAÇÃO

O sistema de circulação de fluidos refere-se ao conjunto de equipamentos pelos quais o fluido de perfuração, de base aquosa e não aquosa, é processado na superfície. Este sistema apresenta certa variabilidade em sua composição, sendo normalmente constituído dos tanques de decantação (*sand traps*), bombas centrífugas, bombas de lama, funil de mistura, desgaseificador, sistema extrator de sólidos e sistema secador de cascalhos (SSC). Este último sistema só é instalado a bordo da unidade de perfuração quando há intenção de utilização de FPBNA.

Nas fases sem retorno de fluido à superfície, este sistema é utilizado apenas para o preparo de fluidos. Já nas fases com retorno a superfície, é este sistema que garante não só a fabricação, como também o reconicionamento do fluido, garantindo o seu reuso.

Os sistemas de circulação para FPBA e FPBNA diferem entre si pela necessidade do sistema secador de cascalhos e centrífuga em operações de perfuração com FPBNA.

Iniciada a perfuração, fase com retorno à superfície, o fluido de perfuração, seja FPBA ou FPBNA, é bombeado para o poço através das bombas de lama. O fluido circula pelo interior da coluna de perfuração,

saindo pela broca, promovendo a retirada dos cascalhos cortados do fundo do poço e transportando-os para a superfície pelo espaço anular, espaço entre a coluna de perfuração e a parede do poço ou revestimento.

Ao retornar à superfície, o fluido e cascalhos são processados no sistema extrator de sólidos, o qual é formado por dois subsistemas, o primário e o secundário. O sistema primário é constituído por um conjunto de peneiras vibratórias, nas quais são separados os cascalhos (sólidos grosseiros). O tipo e o número de peneiras irão variar de acordo com cada unidade de perfuração. O sistema secundário é constituído por: hidrociclones (desareador, dessiltador e *mud cleaner*), centrífuga decantadora horizontal e suas bombas de alimentação. A capacidade de processamento e arranjo destes equipamentos irá variar de acordo com cada unidade de perfuração, podendo também sofrer modificações em seu formato. No caso das unidades de perfuração do Campo de Peregrino (Plataformas Fixas Peregrino A e Peregrino B), o sistema de circulação de fluidos, por exemplo, não apresenta hidrociclones.

Conceitualmente estes equipamentos são projetados para a retirada dos sólidos mais finos não removidos pelas peneiras. Contudo, a evolução das peneiras vibratórias tende a dispensar a necessidade de alguns equipamentos. O desareador remove a fração com granulometria arenosa; o dessiltador a granulometria siltica; e a centrífuga as partículas mais finas. O *mud cleaner* é um dessiltador com um sistema vibratório abaixo dos cones, desenhado para a recuperação de parte do fluido removido juntamente com os sólidos.

O processo operacional de controle de sólidos empregado para fluidos de base aquosa e fluidos de base não aquosa, respectivamente, é detalhado nas **Figuras 5.1 e 5.2**. Nestas, são apresentados pontos de coleta de fluido e cascalho nos momento prévio ao uso (fluidos) e pré-descarte (fluidos e cascalhos). A seguir, também serão apresentadas as operações com os diferentes tipos de fluidos.

Fluidos de Perfuração de Base Aquosa (FPBA)

Conforme descrito no **Item 5.1.1.1**, amostras de fluidos de perfuração de base aquosa em momento prévio ao uso, em todas as fases da atividade, deverão ser coletadas para verificação do atendimento ao limite da ecotoxicidade aguda ($CL_{50,96h} \geq 30.000$ ppm da FPS)³. A amostragem de fluidos de perfuração de base aquosa em momento prévio ao uso ocorre no tanque ativo de **F** fluidos ().

Após a separação do FPBA nas peneiras vibratórias, o cascalho (sólidos grosseiros) é descartado ao mar, mediante resultado negativo para a presença de óleo livre através do Teste de Iridescência Estática.

Para as análises no cascalho são coletados **C** cerca de 100g de cascalho no total. Dependendo dos equipamentos de controle de sólidos utilizados na perfuração, a amostra de 100g será fracionada igualmente pelos equipamentos utilizados. Como exemplo, no caso de Peregrino, onde o sistema não conta com hidrociclones, são coletados 50g de cascalho nas peneiras e 50g de cascalho na centrífuga, utilizando o mesmo recipiente, totalizando 100g de amostra.

³Deverão ser realizadas amostragens em momento prévio ao uso nas fases sem retorno. No entanto, a partir de setembro de 2016, deverão ser realizadas amostragens em momento prévio ao uso nas fases sem e com retorno. No período de transição até setembro de 2016, na ocorrência de algum incidente com derramamento de fluido no mar deverá ser coletada amostra para análise de toxicidade aguda.

A amostragem para realização do teste de iridescência estática no cascalho se dá de forma semelhante, com o fracionamento da amostra igualmente entre os equipamentos de controle de sólidos utilizados. A amostragem segue o estabelecido no Protocolo EPA, que preconiza a coleta de 200-500g de cascalho em béquer de vidro. Deste total, são retirados 15g de cascalho que serão utilizados na realização do ensaio.

Com relação à frequência de amostragem, para as análises de metais e HPAs as amostras são coletadas no final de cada fase perfurada. As amostras são então encaminhadas para análise em laboratório especializado em terra.

Conforme previsto no PMFC, durante a perfuração das fases de reservatório, caso haja a intenção de descarte ao mar do cascalho gerado⁴, as amostragens para realização do teste de iridescência estática (*sheen test*) serão realizadas diariamente. Nas demais fases, as amostras são coletadas ao final de cada fase perfurada. As análises de iridescência estática são imediatamente realizadas a bordo da unidade de perfuração, pelo próprio engenheiro de fluidos. Caso seja detectada a presença de óleo livre conforme as diretrizes do método, o descarte de cascalho será interrompido até que uma nova análise demonstre a ausência de óleo livre.

Todas as amostras são devidamente identificadas com informações sobre o tipo de análise a ser realizada, data de coleta, seção, nome do poço perfurado e campo ou bloco.

() .

Após a passagem pelas peneiras, o fluido é direcionado para os tanques de decantação (*sand traps*). Nestes tanques ocorre sedimentação de sólidos que por ventura não sejam retidos nas peneiras. E, apresentam conectados a eles, os seguintes equipamentos: degaseificador e sistema secundário de extração de sólidos. Após a passagem pelo sistema secundário, os sólidos finos (areia e silte) são descartados ao mar, mediante resultado negativo para a presença de óleo livre através do Teste de Iridescência Estática. São coletadas as amostras de areia e silte e sólidos finos após a saída dos hidrociclones e centrífuga para os ensaios de monitoramento em momento pré-descarte (C).

O degaseificador é acionado caso seja detectado que o fluido retornado do poço esteja impregnado com gás. O fluido segue o seu fluxo natural pelos *sand traps* e, quando necessário, a depender das rochas perfuradas e das telas utilizadas nas peneiras, o sistema secundário de extração de sólidos é acionado. Estes mesmos fatores irão influenciar na escolha de qual equipamento usar e por quanto tempo. Os sólidos removidos por estes equipamentos são direcionados para descarte ao mar.

Após a passagem pelos *sand traps*, o fluido livre dos sólidos retidos nos sistemas anteriores segue para o tanque ativo, onde é realizada amostragem de fluidos de perfuração de base aquosa em momento pré-descarte para o teste de iridescência estática e para o monitoramento – realização dos ensaios de ecotoxicidade aguda e metais (F). No tanque ativo, o FPBA também é coletado, quando necessário, para a avaliação de suas propriedades físico-químicas e pode ser tratado quimicamente, recondicionado e bombeado de volta ao poço.

Os tratamentos químicos, quando necessários, são realizados com a adição dos aditivos químicos através dos funis e bombas centrífugas de mistura.

⁴ No Campo de Peregrino, não há descarte ao mar de cascalho gerado na seção do reservatório (8 ½”).

A **Figura 5.1** apresenta o sistema de circulação de FPBA, indicando os pontos de coleta de amostras de fluidos de perfuração e cascalhos para monitoramento dos parâmetros previstos neste PMFC. Cabe ressaltar que o sistema ora apresentado pode sofrer alterações devido à configuração específica de cada unidade de perfuração.

Fluidos de Perfuração de Base Não Aquosa (FPBNA)

Assim como ocorre para os fluidos aquosos, devem ser coletadas amostras de fluidos de perfuração de base não aquosa em momento prévio ao uso para verificação do atendimento ao limite da ecotoxicidade aguda⁵. Esta amostragem em momento prévio ao uso também se dá no tanque ativo de fluidos (F).

Conforme anteriormente mencionado, para as operações de perfuração com FPBNA, além dos equipamentos separadores de sólidos já mencionados para o tratamento de FPBA, é obrigatória instalação de um sistema de equipamentos específicos para a diminuição do teor de base orgânica aderida ao cascalho, denominado sistema secador de cascalhos (SSC).

O sistema secador de cascalhos é constituído por um sistema de coleta e transporte de cascalhos, o secador de cascalhos propriamente dito, bombas e uma centrífuga decantadora horizontal (responsável pela remoção dos sólidos finos do fluido recuperado). É este sistema que garante o atendimento ao limite de base orgânica aderido ao cascalho estabelecido pelo órgão ambiental para o descarte de cascalhos associados ao FPBNA.

Todo o volume de sólidos removidos pelas peneiras e hidrociclones são direcionados para o secador de cascalhos, assim não haverá coleta de cascalhos para ensaios pré-descarte na saída destes equipamentos. Na passagem dos cascalhos pelo secador de cascalhos, ocorre a recuperação de parte do fluido aderido ao cascalho, o qual é enviado para o tanque de coleta de fluido recuperado e, os sólidos secos são encaminhados para descarte ao mar.

O maior volume de cascalho descartado no mar durante a perfuração com FPBNA se dá após a passagem pelo secador. No entanto, de forma semelhante ao aplicável ao cascalho gerado com FPBA, para as análises de metais e HPAs são coletados no total 100g de cascalho gerado durante a perfuração com FPBNA. Dependendo dos equipamentos de controle de sólidos utilizados na perfuração, geralmente secador de cascalho e centrífuga, a amostra de 100g será igualmente fracionada pelos equipamentos utilizados. Para as análises de HPAs e iridescência estática são utilizados frascos de vidro de 100g e para as análises de metais os frascos são de plástico também de 100g.

A amostragem para realização do teste de iridescência estática se dá de forma semelhante, com o fracionamento da amostra igualmente entre os equipamentos de controle de sólidos utilizados, que tenham ponto de lançamento ao mar. A amostragem segue o estabelecido no Protocolo EPA, que preconiza a coleta de 200-500g de cascalho em bequer de vidro. Deste total, são retirados 15g de cascalho que serão utilizados na realização do ensaio.

Com relação à frequência de amostragem, para as análises de metais e HPAs as amostras são coletadas no final de cada fase perfurada, sendo então encaminhadas para análise em laboratório especializado em terra.

Conforme previsto no PMFC, durante a perfuração das fases de reservatório, caso haja a intenção de descarte ao mar do cascalho gerado⁶, as amostragens para realização do teste de iridescência estática (*sheen test*)

⁵A partir de setembro de 2016, deverão ser realizadas amostragens em momento prévio ao uso com amostras retiradas em momento prévio ao uso nas fases sem e com retorno. No período de transição até setembro de 2016, na ocorrência de algum incidente com derramamento de fluido no mar deverá ser coletada amostra para análise de toxicidade aguda.

⁶No campo de Peregrino, não há descarte ao mar de cascalho gerado na seção do reservatório (8 ½”).

serão realizadas diariamente. Nas demais fases, as amostras são coletadas ao final de cada fase perfurada. As análises de iridiscência estática são imediatamente realizadas a bordo da unidade de perfuração, pelo próprio engenheiro de fluidos. Caso seja detectada a presença de óleo livre conforme as diretrizes do método, o descarte de cascalho será interrompido até que uma nova análise demonstre a ausência de óleo livre.

Todas as amostras são devidamente identificadas com informações sobre o tipo de análise a ser realizada, data de coleta, seção, nome do poço perfurado e campo ou bloco.

Já as análises de retorta, realizadas no cascalho para quantificar o teor de base orgânica do FPBNA presente no cascalho a ser descartado ao mar, serão seguidas as diretrizes estabelecidas pela EPA no protocolo EPA-821-R-11-004 (2011). Para tal, as amostras compostas serão coletadas diariamente, sendo igualmente fracionada entre os equipamentos de controle de sólidos utilizados (secador de cascalho e centrífuga).

Como os sólidos provenientes das centrífugas decantadoras horizontais são mais finos que a abertura da tela do secador de cascalhos, os sólidos provenientes destes equipamentos não podem ter o seu teor de base orgânica reduzido. Dessa forma, para o Teste da Retorta são coletadas amostras de sólidos provenientes de todos os pontos de lançamento de cascalhos (secador, centrífuga do sistema secador e centrífuga do sistema extrator), de forma que a contribuição de cada um destes seja ponderada para emissão do resultado final do parâmetro: percentual em massa máximo de base orgânica por massa de cascalho acumulado por poço (6,9% - para n-parafinas, olefinas internas - IO, olefinas alfa lineares - LAO, polialfa olefinas - PAO e fluidos a base de óleo mineral tratados; ou 9,4% - para ésteres, éteres e acetais; e 6,9% para situações onde ocorra o *blend* de base orgânicas).

O fluido recuperado no secador, mais denso e concentrado em sólidos finos, geralmente é tratado numa centrífuga decantadora horizontal antes de ser reincorporado ao fluido em circulação. Por vezes ele pode ser incorporado diretamente ao sistema ou ficar em reserva para uso posterior.

A coleta de fluido de perfuração de base não aquosa após o retorno do fluido para os Ensaio de RPE, ecotoxicidade aguda e ecotoxicidade em sedimento é feita no tanque ativo de fluidos ().

Como subproduto do processamento da centrífuga do SSC, é originada uma pasta de sólidos finos, cujo tratamento pode seguir os seguintes destinos:

- (i) Descarte direto para o mar ou armazenamento temporário para posterior descarte ao mar. Neste caso, os sólidos finos gerados têm valor de base orgânica aderido ao cascalho tal que, quando ponderado com cascalho gerado por outras fontes geradoras, não compromete o valor máximo final acumulado por poço. Na saída da centrífuga do SSC é coletada a amostra de cascalho para o ensaio de determinação do teor de base orgânica aderida ().
- (ii) Disposição final em terra. Esta opção é adotada quando a pasta de sólidos finos gerados apresenta um teor de base orgânica aderida que comprometa o valor máximo final ponderado acumulado por poço.

Reitera-se que as coletas das amostras dos sólidos oriundos do secador de cascalhos e das centrífugas irão compor uma amostra única e representativa, a qual será submetida aos Ensaio de Iridescência Estática, Retorta, HPA e metais antes de seu descarte ao mar.

A **Figura 5.2** apresenta o sistema de circulação de FPBNA, indicando os pontos de coleta de amostras de fluidos de perfuração e cascalhos para monitoramento dos parâmetros previstos neste PMFC.

5.1.1.4 LIMPEZA DE TANQUES

Os tanques, linhas e válvulas das unidades de perfuração e embarcações de apoio nos quais foram utilizados fluidos de base aquosa são lavados com a utilização de água do mar, sob vigorosa agitação.

A água utilizada na lavagem dos tanques somente poderá ser descartada ao mar caso seja constatada a ausência de óleo livre, com a aplicação do ensaio de iridescência estática em amostra coletada no momento pré-descarte, conforme **Item 6** do presente Subprojeto.

Para a limpeza dos tanques de FPBNA é necessário primeiramente a remoção dos sólidos sedimentados com o uso de um sistema de vácuo. Estes sólidos são direcionados para o sistema secador de cascalhos e seguem o mesmo procedimento empregado para os cascalhos provenientes do poço. Após a remoção dos sólidos os tanques, linhas e válvulas são lavados com água do mar, seguindo os cuidados para a minimização da geração de resíduos. O efluente resultante desta lavagem irá conter a base orgânica do fluido não aquoso, não podendo ser descartado ao mar.

Desse modo, o efluente contaminado poderá ser deixado em repouso para que o óleo migre para a superfície do tanque. Com o uso de bombas pneumáticas, parte da água livre de óleo do fundo do tanque poderá ser transferida para outro tanque no qual é realizada uma amostragem para a determinação da presença de óleo livre. Caso o teste seja negativo, a água de lavagem poderá ser descartada. Caso contrário, este volume será deixado em repouso, para que ocorra novamente o processo de separação entre a água e o óleo e, posteriormente, seja repetido o ensaio de iridescência estática. Este processo é realizado até que o efluente não esteja contaminado por óleo livre, conforme **Item 6** do presente Subprojeto.

Com esta prática, o volume de efluente contaminado com óleo livre é reduzido e o impacto da sua disposição final em terra minimizado. O efluente contaminado é transportado para terra via tanque de uma embarcação de apoio ou através de tanques específicos para este fim.

O emprego de tensoativos para a remoção do FPBNA aderido à parede dos tanques e para a limpeza de linhas e válvulas poderá ser uma alternativa para a redução dos volumes de água utilizados na lavagem destes equipamentos. Neste caso, todo o efluente gerado (tensoativo + FPBNA) deve ser coletado para a disposição final em terra.

Como a filosofia do presente Subprojeto preconiza o uso de fluidos enquadrados em todos os requisitos especificados pelo IBAMA, reitera-se que todo fluido de perfuração/complementar de base aquosa usado deverá atender as condições de pré-descarte. Como a lavagem dos tanques promoverá uma significativa diluição do fluido residual nele contido, fluido este já submetido a todos os ensaios requeridos para o momento pré-descarte, entende-se que todas as concentrações de produtos serão reduzidas no processo de lavagem dos tanques.

Cabe ressaltar que o procedimento de limpeza dos tanques de fluidos de perfuração e complementares de base aquosa é feito exclusivamente com água, sem a adição de nenhum produto químico e sem a possibilidade de contaminação por outras fontes. Desta forma, garante-se que o efluente gerado no procedimento de limpeza de tanques é efetivamente o fluido de base aquosa, que já teve todos os requisitos ambientais avaliados, altamente diluído.

No entanto, de forma a atender as diretrizes dessa CGPEG, o descarte dos efluentes gerados a partir da limpeza dos tanques seguirão as mesmas diretrizes previstas para o descarte de fluidos de perfuração de base aquosa, sendo analisadas análises de ecotoxicidade e metais pesados em momento prévio ao descarte.

5.1.2 FLUIDOS COMPLEMENTARES

5.1.2.1 PREPARO E MANUTENÇÃO

Os fluidos complementares – fluidos de completação, colchões (ou tampões) e *packer fluids* - de base aquosa ou base não aquosa, têm sua fabricação na própria unidade marítima. Estes fluidos são preparados a partir da adição dos aditivos químicos necessários no veículo apropriado para sua fabricação. Na maioria dos casos, é comum o preparo de fluidos de completação de base aquosa a partir de solução salina (salmoura) já preparada em planta de fluidos em terra.

Após a fabricação do fluido, este é testado e, se suas propriedades estiverem dentro do programado, dá-se o início às atividades. Uma amostra do fluido complementar será coletada em momento prévio ao uso⁷ para realização do ensaio de ecotoxicidade aguda – o fluido deverá atender ao limite de $CL_{50,96h} \geq 30.000$ ppm da FPS para seu uso. Os fluidos complementares que não atendam o limite de toxicidade aguda ($CL_{50,96h} \leq 30.000$ ppm da FPS) somente serão utilizados em fases com retorno à plataforma (sem descarte ao mar) e desde que não existam alternativas menos tóxicas disponíveis no mercado para a operação em questão, desde que estes permaneçam no poço ou ainda destinados em terra, não podendo ser descartados ao mar.

O fluido de completação normalmente tem pouca interação com a formação rochosa, tendo em vista que a maioria das operações de completação é realizada com o poço revestido. Desta forma, a possibilidade de alterações na composição - e conseqüentemente nas propriedades - do fluido de completação é menor. Entretanto, sendo identificadas alterações nas propriedades, segue-se o mesmo processo de manutenção descrito para os fluidos de perfuração.

Os colchões (lavadores, viscosos, espaçadores ou traçadores) são sistemas de fluido com propriedades bastante específicas e definidas para determinada aplicação. Estes colchões podem ser usados para o combate à perda de circulação, limpeza do poço, identificar o retorno à superfície ou ao fundo do mar, separar fluidos diferentes, remover o filme de fluido da parede do poço na operação de cimentação e etc. São utilizados em volumes pequenos, aplicados por curto intervalo de tempo, circulados ou posicionados em um trecho específico no poço. É comum que sejam preparados a partir do próprio fluido empregado na operação vigente com a adição de produto específico para a obtenção de determinada característica ou propriedade.

Os colchões espaçadores são fluidos fabricados a partir de água (industrial ou do mar) com a adição de produtos químicos (viscosificantes, tensoativos, adensantes, etc). Como o próprio nome indica, estes espaçam o fluido de perfuração da pasta de cimento, evitando a contaminação da pasta pelo fluido de perfuração.

⁷Deverão ser realizadas amostragens em momento prévio ao uso nas fases sem retorno. No entanto, a partir de setembro de 2016, deverão ser realizadas amostragens em momento prévio ao uso com amostras retiradas em momento prévio ao uso nas fases sem e com retorno. No período de transição até setembro de 2016, na ocorrência de algum incidente com derramamento de fluido no mar deverá ser coletada amostra para análise de toxicidade aguda.

Os colchões traçadores são fluidos preparados à base de água (industrial ou do mar) com a adição de materiais de fácil visibilidade (usualmente corantes), cuja finalidade é facilitar a detecção da iminente chegada de pasta de cimento a um determinado local com monitoração visual. Tipicamente são bombeados imediatamente à frente de pastas de cimento em cimentações superficiais, a fim de indicar o retorno iminente de cimento ao fundo do mar. Também podem ser usados na identificação de vazamentos em tubulações.

Como os colchões não circulam continuamente pelo poço, não é comum a alteração de suas propriedades, não sendo usual procedimentos de manutenção de suas propriedades. De um modo geral, o colchão fabricado tem sua composição ajustada e é totalmente bombeado para o poço. Após seu uso, pode ser incorporado ao fluido em circulação, permanecer retido no poço ou ser removido deste para o descarte ou disposição final adequada.

5.1.2.2 SISTEMA DE CIRCULAÇÃO

O sistema de circulação para os fluidos complementares é bastante simplificado no caso dos colchões que não retornam à superfície, ficando restrito ao seu preparo. No caso dos fluidos complementares que circulam no poço, ao término da operação, este retorna à unidade marítima passando pelo sistema de controle de sólidos existente para destino ao tanque ativo. Por se tratar de uma operação realizada após o término da perfuração e, na maioria das vezes, com o poço revestido, não são esperados cascalhos aderidos a estes fluidos. Ao retornar à unidade marítima, os fluidos complementares podem ser descartados direto ao mar, quando evidenciadas as condições determinadas para o mesmo, ou destinados para terra.

Para a utilização dos fluidos complementares também é necessária a realização de coleta de amostras destes fluidos em momento prévio ao uso no tanque de fluidos⁵ (F).

Fluidos complementares que apresentem resultados de ecotoxicidade aguda superior ao limite ($CL_{50,96h} \leq 30.000$ ppm da FPS), somente serão utilizados em casos onde não haja alternativa técnica em fases com retorno à superfície, não sendo descartados ao mar conforme será apresentado no **Item 6.2**.

No caso de fluidos complementares de base aquosa que utilizem em suas formulações os sais KCl NaCl, CaCl₂, NaBr, KBr, CaBr₂, KHCOO e NaHCOO, a avaliação da toxicidade prévia ao uso será feita em amostra elaborada em terra, tendo em vista a impossibilidade de coleta de amostra em momento prévio ao uso na unidade de perfuração sem a presença dos sais, uma vez que em sua maioria, os fluidos complementares são preparados a partir de salmouras recebidas das estações de fluido. Desta forma, não há necessidade de amostragem do fluido pré-descarte, que no entanto poderá ser feita de forma complementar.

Assim como ocorre para os fluidos de completação, caso os colchões/tampões retornem à superfície, estes serão testados quanto à contaminação de óleo livre através do Teste de Iridescência Estática, e serão descartados ao mar em caso de ausência de contaminação. No entanto, caso não exista possibilidade de descarte, estes fluidos serão devidamente encaminhados para destinação em terra.

É necessária a realização de coleta de amostras de fluidos complementares após a utilização dos mesmos, quando houver retorno a superfície, no final de cada fase, em momento pré-descarte (F). Em casos de não haver retorno à superfície, a coleta em momento pré-descarte não é aplicável.

Não será permitido o descarte ao mar de fluidos complementares que apresentem resultados de toxicidade abaixo do limite preconizado ($CL_{50,96h} \leq 30.000$ ppm da FPS).

O descarte de fluidos complementares de base aquosa que utilizem em suas formulações os sais KCl, NaCl, $CaCl_2$, NaBr, KBr, $CaBr_2$, KHCOO e NaHCOO e que atendam ao critério de avaliação de ecotoxicidade aguda prévia ao uso, deverá atender a condições específicas, descritas no **Item 6.2**. Para estes fluidos, o ensaio de toxicidade deverá ser realizado antes de sua utilização com amostra preparada sem a presença dos referidos sais. Neste caso, não será necessária a avaliação da toxicidade do fluido antes do descarte ao mar, o que, no entanto, poderá ser feito de forma complementar.

A **Figura 5.3** apresenta o sistema de circulação de fluidos complementares, indicando os pontos de coleta de amostras de fluidos complementares para monitoramento dos parâmetros previstos neste PMFC.

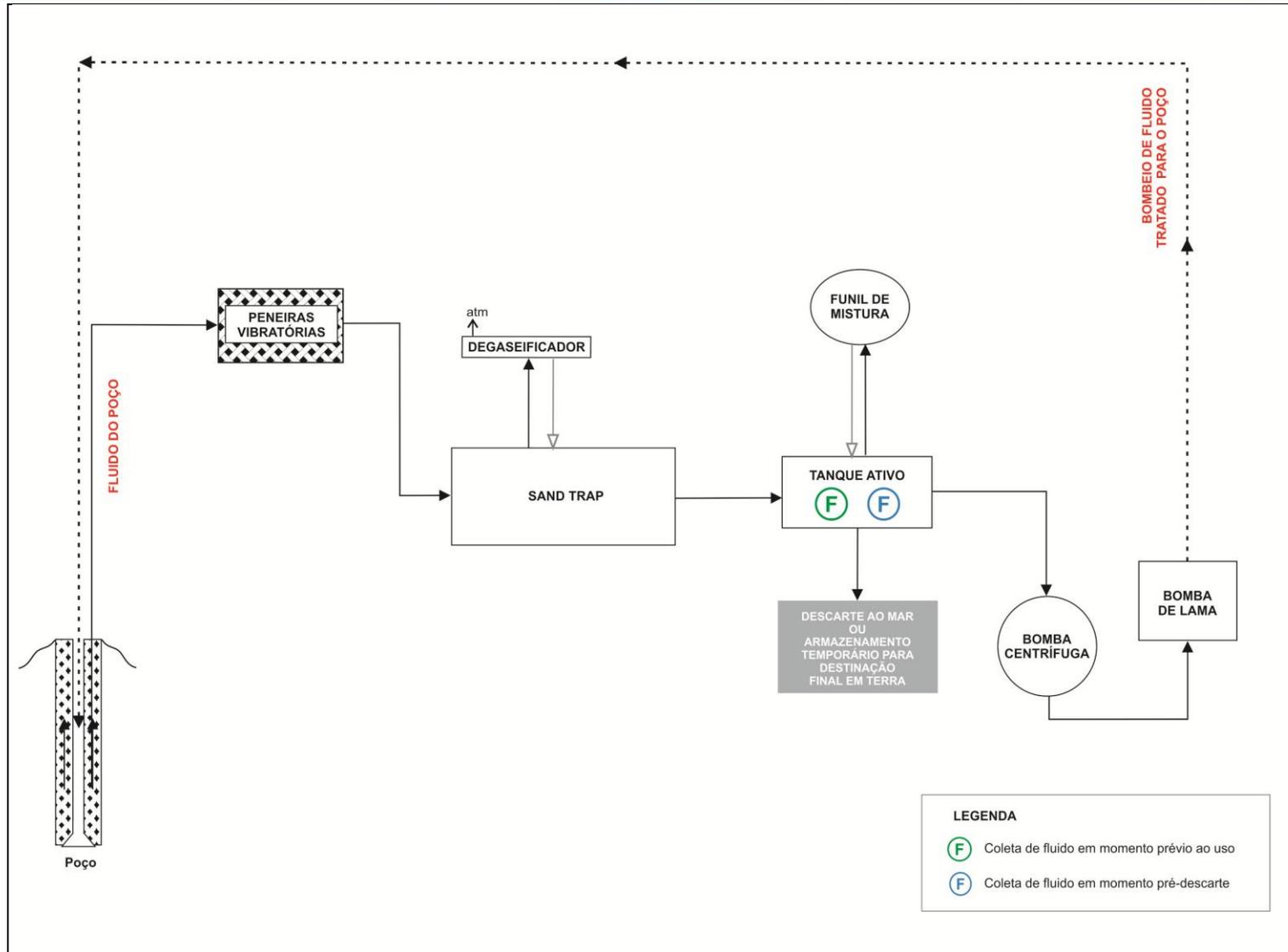


FIGURA 5.3 - Fluxograma do sistema de circulação de fluidos complementares, indicando os pontos de coleta de amostras de fluidos complementares para monitoramento dos parâmetros previstos neste PMFC.

5.1.2.3 LIMPEZA DE TANQUES

Os procedimentos de limpeza de tanques com fluidos complementares são os mesmos adotados para a limpeza dos tanques de fluidos de perfuração descritos no **Item 5.1.1.4**. Os parâmetros de monitoramento antes do descarte ao mar da água de lavagem dos tanques de FCBA seguirão os mesmos requisitos exigidos para o descarte de FCBA.

5.1.3 PASTAS DE CIMENTO

5.1.3.1 PREPARO E SISTEMA DE CIRCULAÇÃO

A operação de cimentação consiste no bombeio para o poço de uma pasta de cimento, a qual, após atingir o estado sólido adquire resistência à compressão e impermeabilidade, com poder de resistir a esforços, sustentar o peso das colunas de revestimento, bem como propiciar suporte mecânico ao revestimento e protegê-lo de possíveis danos causados por ambientes corrosivos.

De modo geral, a operação de cimentação é realizada com o bombeamento para o poço da pasta de cimento precedida de um colchão espaçador, o qual tem como principal função a separação de fluidos incompatíveis entre si. A operação de cimentação depende das características das formações perfuradas e do projeto do poço, por isso, os químicos utilizados e o volume de colchões espaçadores podem variar.

O preparo de uma pasta de cimento se dá pela adição de cimento a granel em água doce ou do mar ou a uma água de mistura. A água de mistura é composta de aditivos químicos líquidos ou sólidos dissolvidos ou suspensos em água doce/industrial ou em água do mar.

O preparo da água de mistura pode ser realizado sem o uso dos tanques, utilizando-se os sistemas: misturador *batch mixer* ou Sistema Dosador de Aditivo Líquido (LAS – *Liquid Additives System*), ou ainda outros sistemas, a depender da disponibilidade destes sistemas na unidade de perfuração. No entanto, os procedimentos de cimentação utilizados pela Statoil (“on the fly”), visam a adição do cimento à água de mistura no momento imediato ao bombeio para o poço, de forma a evitar a geração de volumes residuais não utilizados.

O *batch mixer* consiste em um equipamento portátil, utilizado para o preparo da água de mistura ou da própria pasta de cimento. Cabe destacar que o uso do *batch mixer* não gera volume residual, isto é, todo volume preparado é bombeado para o poço, sem a geração de volume morto.

O LAS é um sistema que dosa automaticamente os aditivos de cimentação na concentração pré-determinada para o preparo de água de mistura, não gerando volume morto, uma vez que a água de mistura é preparada diretamente na linha que segue do LAS para a unidade de cimentação.

Operações de Cimentação de Revestimento Condutor e de Superfície (Fases sem retorno à unidade de perfuração)

As operações de cimentação das fases iniciais do poço, perfuradas sem *riser*, são todas aquelas nas quais o bombeio de pastas de cimento e colchões traçadores não incorre em qualquer retorno até a unidade de perfuração marítima. Nestas operações, parte dos fluidos bombeados (pastas de cimento e colchões) atingem o fundo do mar, no entorno imediato do poço e outra parcela fica contida no interior do poço, aonde as pastas de cimento vão se solidificar e cumprir suas funções de sustentação do revestimento e isolamento das formações rochosas mais superficiais.

Os colchões traçadores são preparados nos tanques de lama da unidade marítima de perfuração, de onde são bombeados diretamente para o poço com o emprego das bombas de lama da unidade de perfuração.

Dado que este tipo de operação requer grandes volumes de pastas de cimento, normalmente, a água de mistura é previamente preparada nos tanques de lama da própria unidade marítima. Destes tanques a água de mistura é bombeada para a unidade cimentadora, onde se dará a adição de cimento. O cimento, armazenado em silos de granel, hermeticamente fechados (para evitar a sua hidratação prematura), por ocasião do preparo das pastas é transportado pneumaticamente até a unidade cimentadora.

Este tipo de operação é feita pelo método de mistura por bombeio contínuo (“*on the fly*”), empregando-se a unidade cimentadora. Este equipamento promove a mistura do cimento com a água de mistura e a bombeia para o poço. Quando o processo de mistura é encerrado, a unidade cimentadora bombeia água do mar para empurrar o cimento até que o mesmo ocupe a posição planejada no poço (“deslocamento”).

As operações poderão gerar resíduo remanescente (volumes mortos) de água de mistura – **Figura 5.4**. Este resíduo pode ser utilizado como insumo para o preparo de fluidos de perfuração de base aquosa para a perfuração das demais seções do poço. Em caso de impossibilidade de uso em fluidos de perfuração de base aquosa, este volume será armazenado em um tanque provisório e em seguida desembarcado para destinação final adequada em terra.

O processo de limpeza da unidade de cimentação gera um volume residual denominado água de lavagem, conforme indicado na **Figura 5.4**. Este volume é bombeado para o poço logo em seguida à pasta de cimento, sendo ambas deslocadas por água do mar. Na impossibilidade desta alternativa, este volume será armazenado em um tanque provisório e em seguida desembarcado para disposição final adequada em terra.

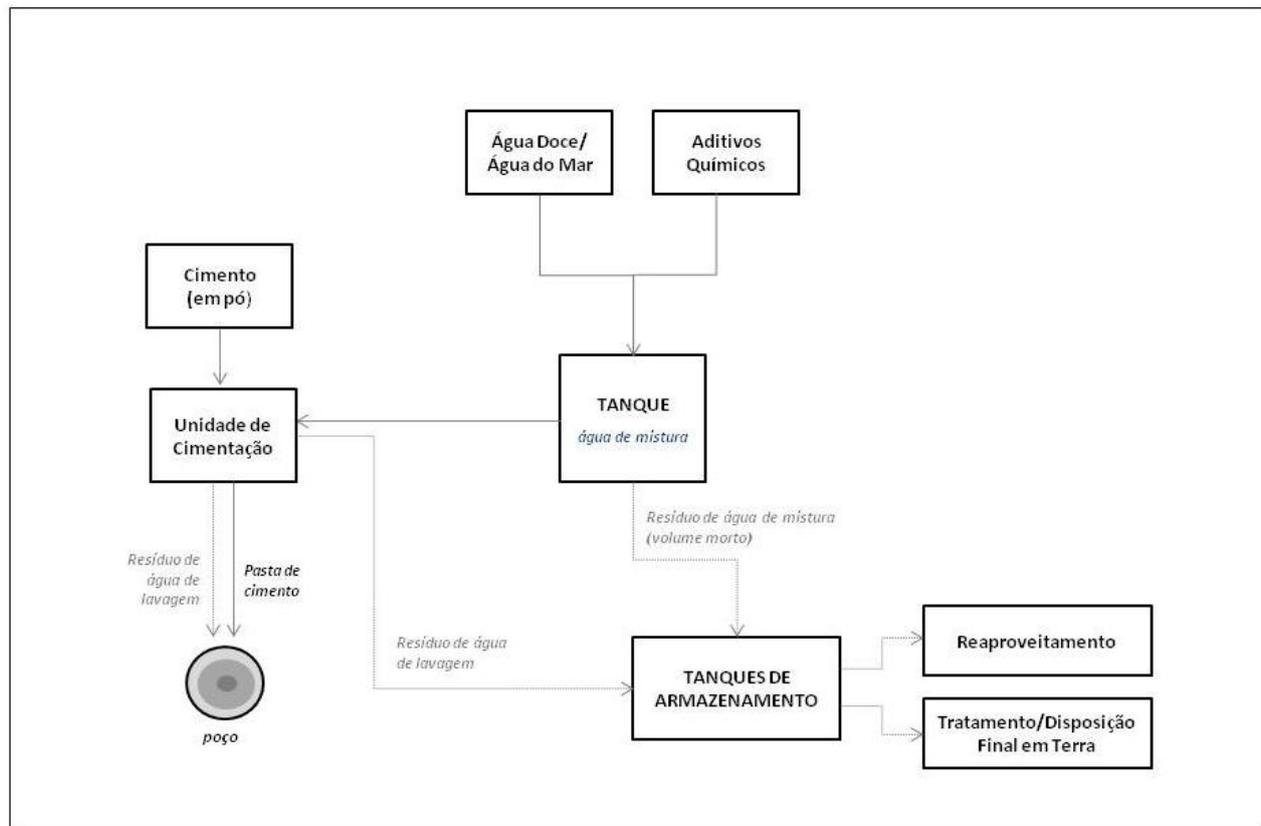


FIGURA 5.4 - Fluxograma do sistema de cimentação, indicando o procedimento de limpeza dos tanques.

Dada a necessidade de se garantir o preenchimento total do anular do revestimento que está sendo cimentado e da imprecisão do conhecimento do diâmetro real do poço nas fases sem retorno à plataforma, os volumes de pasta de cimento são calculados de forma a garantir a total cimentação da seção. Como consequência, ocorre o extravasamento de pasta de cimento de baixa densidade no leito marinho nas imediações do poço. A **Figura 5.5**, a seguir, ilustra esta situação.

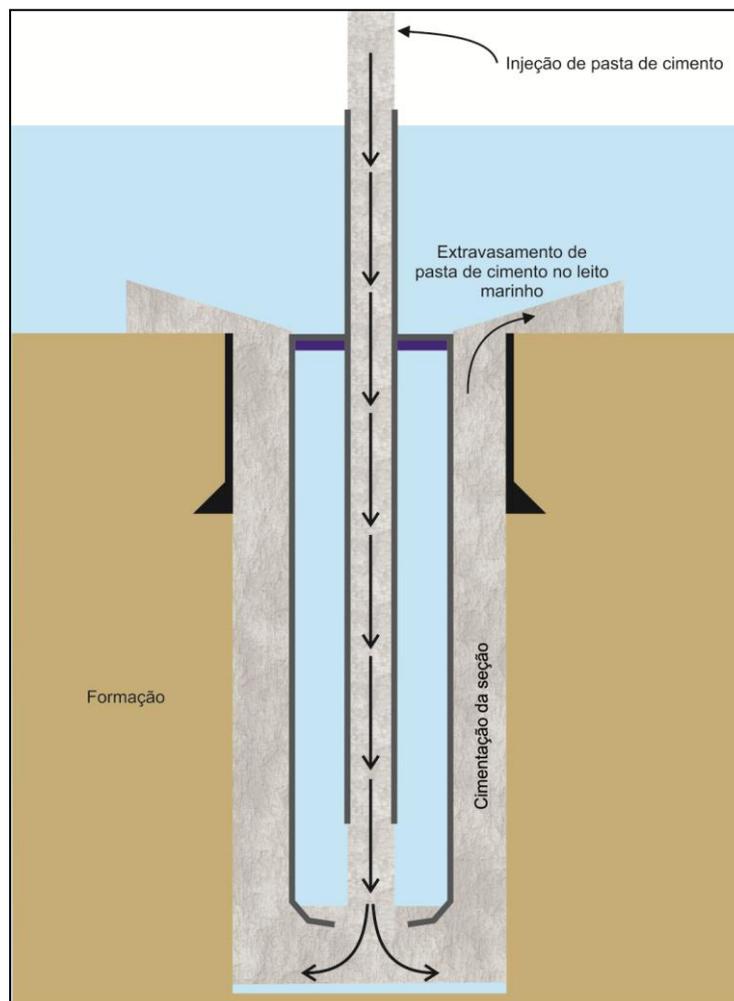


FIGURA 5.5 – Ilustração do extravasamento de pasta de cimento nas fases de início de poço.

Operações de Cimentação com Retorno de Fluido à Superfície

Em operações de cimentação com retorno à superfície, isto é, com o *riser* instalado, pode ocorrer o retorno à superfície de volumes de pastas e colchões bombeados para o poço, sendo que geralmente as pastas e os colchões ficam contidos no interior do poço. As pastas de cimento irão se solidificar e cumprir suas funções de sustentação do revestimento e isolamento das formações rochosas.

Para estes tipos de cimentação é necessária a formulação de uma ou duas pastas de cimento e o colchão traçador é substituído pelo colchão espaçador. O preparo do colchão se dá em um tanque da unidade marítima, pois componentes sólidos fazem parte da sua composição. Após o preparo do colchão, um volume residual permanece no tanque, denominado volume morto. Este volume poderá ser descartado ao mar, desde que atenda os requisitos de descarte, descritos no **Item 6**. Caso contrário, ele deverá ser armazenado em tanques apropriados para disposição final em terra (**Figura 5.6**). Uma alternativa à impossibilidade de descarte ao mar é o seu aproveitamento no preparo de futuros fluidos de base não aquosa.

Uma amostra do colchão será coletada para o monitoramento em momento prévio ao uso e em situações onde há o retorno de colchões à superfície, será coletada uma amostra para o monitoramento em momento pré-descarte, conforme apresentado na **Figura 5.3**. No entanto, em casos em que não haja o descarte ao mar de colchões, a realização da coleta em momento pré-descarte não é aplicável.

Neste tipo de operação, as águas de mistura podem ser preparadas nos tanques de lama da unidade de perfuração. Caso a composição destas águas seja simples, o seu preparo pode ser realizado na própria unidade cimentadora, dotada de Sistema Dosador de Aditivo Líquido (LAS), situação na qual não há geração de volume morto.

A depender dos volumes envolvidos e arranjo da unidade de perfuração, poderá ser empregado um recirculador (*batch mixer*) para misturar a água de mistura ou a própria pasta de cimento. Para este processo, também não há geração de volume morto.

O cimento, armazenado em silos de granel, hermeticamente fechados (para evitar hidratação prematura), por ocasião do preparo das pastas é transportado pneumaticamente até a unidade cimentadora, a qual será usada para misturar e bombear a pasta de cimento (mistura contínua ou “*on the fly*”); ou, simplesmente para bombear para o poço uma pasta misturada em um “*batch mixer*”.

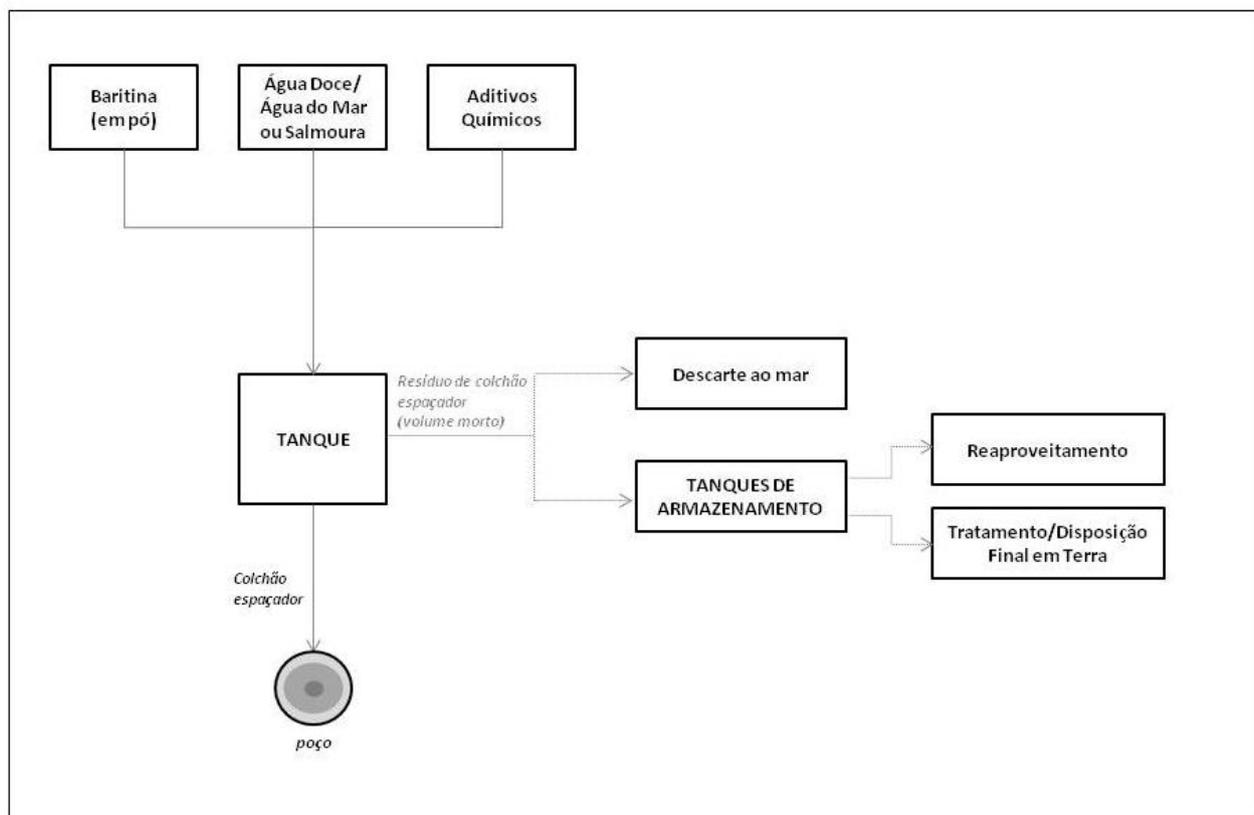


FIGURA 5.6 - Fluxograma do preparo de colchão, indicando os resíduos originados.

Para o preparo das pastas, pode-se utilizar o sistema *batch mixer* - quando o volume de pasta previsto for menor que o volume do *batch mixer*. Neste caso, a pasta preparada segue para unidade de cimentação e, por meio de suas bombas, é bombeada para o poço. Os volumes residuais deste processo são: a água de lavagem

do *batch mixer* e da unidade de cimentação, conforme apresentado na **Figura 5.7**. Estes resíduos deverão ser bombeados para o poço logo em seguida à pasta de cimento (usados como fluido de deslocamento). No impedimento técnico ou operacional deste procedimento, poderão ser armazenados em um tanque provisório e posteriormente desembarcados para disposição final adequada em terra.

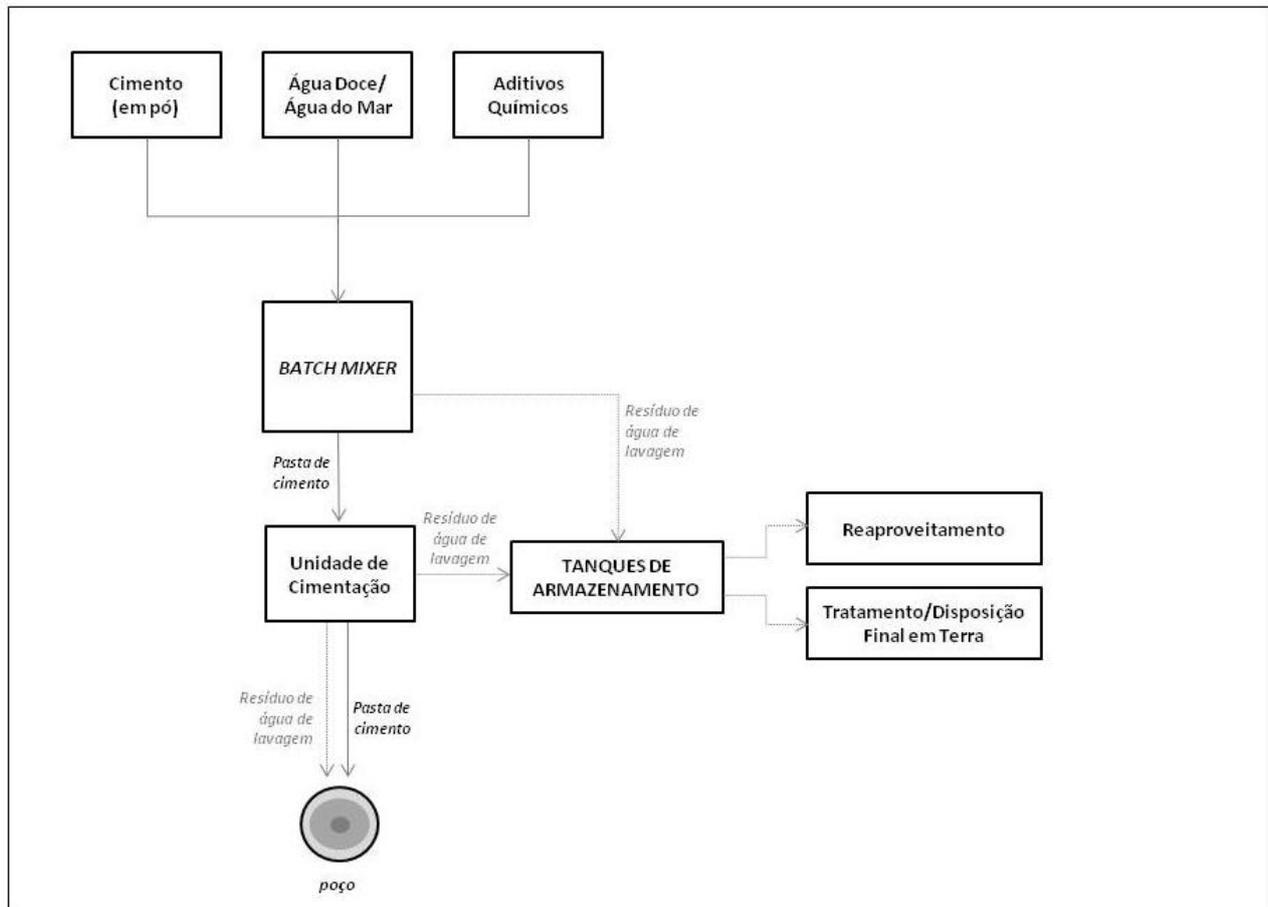


FIGURA 5.7 - Fluxograma do preparo de pasta de cimento em sistema *Batch Mixer*, indicando os resíduos originados.

Em situações em que o *batch mixer* é utilizado apenas para o preparo da água de mistura, esta segue para a unidade de cimentação, a qual recebe o cimento dos silos das unidades marítimas. Os produtos (cimento e água de mistura) são misturados na unidade de cimentação, na proporção correta e, quando pronta, a pasta de cimento é continuamente, bombeada para o poço. Neste processo, não ocorre a geração de resíduos de água de mistura, apenas resíduo oriundo de água de lavagem da unidade de cimentação. Este resíduo deverá ser bombeado para o poço logo em seguida à pasta de cimento (usado como fluido de deslocamento). No impedimento técnico ou operacional deste procedimento, a água de lavagem poderá alternativamente ser armazenada em um tanque provisório e, em seguida, desembarcada para destinação final adequada em terra (**Figura 5.8**). Alternativamente poderá se avaliar a utilização deste resíduo no preparo futuro de fluidos de perfuração de base não aquosa.

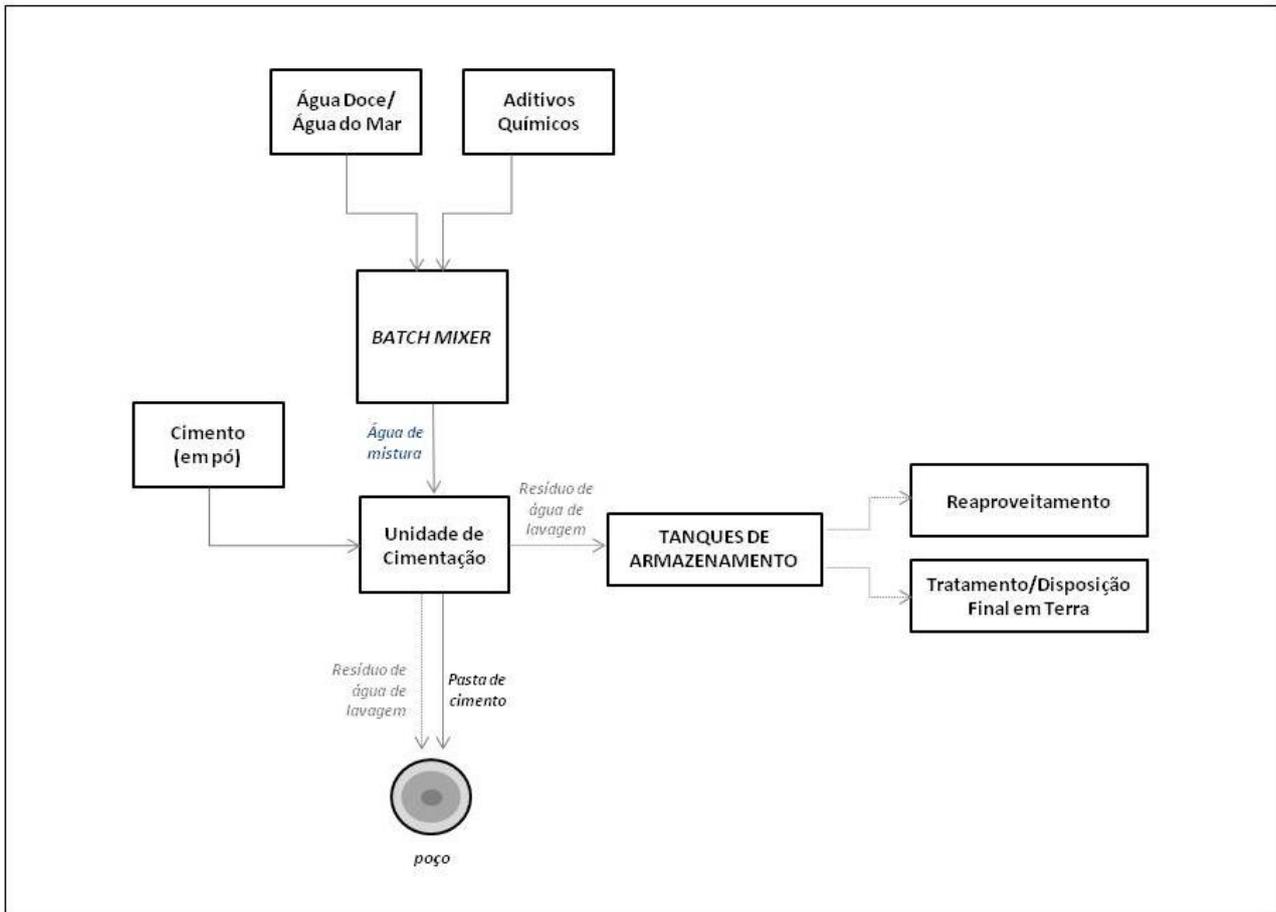


FIGURA 5.8 - Fluxograma do preparo de pasta de cimento em sistema *Batch Mixer* para produção de água de mistura, indicando os resíduos originados.

Em situações em que não seja possível a utilização de nenhum dos sistemas mencionados, a água de mistura é preparada, convencionalmente, em tanques da unidade marítima (**Figura II.11.1.1.4**). Desta forma, haverá geração de volumes residuais de água de lavagem da unidade de cimentação e de água de mistura do volume morto do tanque utilizado para o preparo. O efluente de lavagem da unidade de cimentação e a água de mistura serão armazenados em um tanque provisório e em seguida desembarcados para disposição final adequada em terra.

Ressalta-se que embora não seja esperada a sua geração, o volume eventual excedente de pastas de cimento nos tanques, não bombeadas para o poço, não serão descartadas ao mar.

5.1.3.2 LIMPEZA DE TANQUES

A unidade de cimentação será lavada com o menor volume possível de água. Este volume residual da lavagem da unidade de cimentação não poderá ser descartado ao mar, sendo assim bombeado para o poço. No impedimento técnico ou operacional deste bombeio, a água residual deverá ser coletada em tanques para ser disposta em terra. Após a remoção dos volumes mortos, os tanques usados para o preparo de água de

mistura serão lavados com o volume mínimo de água e o efluente enviado para destinação final adequada em terra.

6. MONITORAMENTO DE FLUIDOS E CASCALHOS

Para o uso e descarte de cada tipo de fluido utilizado (aquoso ou não aquoso) e cascalhos associados, deverá ser realizado o monitoramento prévio ao uso (a partir de setembro de 2016) e pré-descarte. Este monitoramento seguirá as diretrizes (parâmetros, frequências de monitoramento e métodos analíticos) determinadas no documento “PAR. 02022.000365/2015-04 COEXP/IBAMA”, resumidos no **Anexo A**.

Todas as análises realizadas deverão ser devidamente documentadas em laudos analíticos laboratoriais ou registros devidamente assinados pelos responsáveis. Adicionalmente, os resultados dos parâmetros avaliados deverão ser apresentados conforme apresentado no **Anexo B**.

Caso algum resultado obtido constate uma não conformidade com respeito aos limites estabelecidos, a Statoil comunicará imediatamente ao IBAMA, com manifestação junto ao Processo de Licenciamento, juntando cópia ao Processo Administrativo de Fluidos de Perfuração e Complementares da Statoil (Processo nº 02022.000710/2011-78).

6.1 MONITORAMENTO PRÉVIO AO USO DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO, COMPLEMENTARES

No âmbito geral, para fins de uso, os fluidos de perfuração e complementares deverão atender ao limite de $CL_{50,96h} \geq 30.000$ ppm da FPS em ensaio de ecotoxicidade aguda (Métodos NBR 15.308 e NBR 15.469) realizado em amostra retirada no momento prévio ao uso do fluido em todas as fases perfuradas (sem e com retorno à superfície)⁸.

Caso o FPBA ou FPBNA seja empregado em mais de uma fase consecutiva, o ensaio de ecotoxicidade aguda deve ser realizado antes do uso na primeira fase sequencial, não sendo necessária realização de outro ensaio prévio até a utilização de nova formulação.

Destaca-se que os fluidos complementares que apresentarem resultados de $CL_{50,96h} \leq 30.000$ ppm da FPS e que não tenham alternativas menos tóxicas somente serão utilizados em fases com retorno à plataforma, não sendo descartados ao mar como descrito no **Item 5.1.2.2**.

⁸Deverão ser realizadas amostragens em momento prévio ao uso nas fases sem retorno à plataforma. No entanto, a partir de setembro de 2016, deverão ser realizadas amostragens em momento prévio ao uso com amostras das fases sem e com retorno. No período de transição até setembro de 2016, na ocorrência de algum incidente com derramamento de fluido no mar deverá ser coletada amostra para análise de toxicidade aguda. Em caso da impossibilidade da coleta de fluido de base aquosa após um incidente com derramamento de fluido ao mar, a Statoil irá apresentar a devida justificativa técnica.

6.2 MONITORAMENTO PRÉ-DESCARTE DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO, COMPLEMENTARES, ÁGUA DE LAVAGEM E CASCALHOS

Para o descarte de cada tipo de fluido utilizado, aquoso ou não aquoso, e cascalhos associados, será realizado o monitoramento dos parâmetros nas frequências e com o emprego dos métodos de análise apresentados no **Anexo A**. A seguir são descritos separadamente, por tipo de fluidos e cascalhos associados, as exigências estabelecidas para o monitoramento exigido.

Fluidos de Perfuração de Base Aquosa (FPBA) e Cascalhos Associados

Os fluidos de perfuração de base aquosa (FPBA) podem ser utilizados tanto nas fases sem retorno à superfície, como nas fases posteriores à instalação do *riser*, nas quais os fluidos circulados retornam à superfície para tratamento e recirculação.

a) Fases sem retorno à superfície (sem *riser*)

Nas seções perfuradas sem *riser*, e conseqüentemente sem retorno à superfície, o fluido de perfuração de base aquosa e o cascalho associado são descartados diretamente no fundo do mar. Para garantir uma interferência ambiental mínima, os fluidos utilizados nestas seções serão formulações de composição simplificada com poucos aditivos, garantindo sua baixa toxicidade aguda ($CL_{50-96h} \geq 30.000$) aos organismos marinhos.

Tendo em vista o não retorno de fluido à superfície, os fluidos empregados nestas fases não são passíveis de coleta para monitoramento após o seu uso. O uso e descarte destes fluidos baseiam-se no conhecimento prévio da sua ecotoxicidade. Conforme descrito no **Item 6.1**, o atendimento ao critério de ecotoxicidade será comprovado pelo ensaio em amostra coletada no momento prévio ao uso dos fluidos⁶.

b) Fases com retorno à superfície (com *riser*)

O descarte de fluidos de perfuração de base aquosa, bem como do cascalho a este associado, durante as fases com retorno à plataforma pode ocorrer desde que o fluido, em momento pré-descarte, atenda aos critérios determinados no **Anexo A**.

Os parâmetros densidade, salinidade, pH e temperatura dos fluidos de base aquosa serão medidos ao final de cada fase em momento pré-descarte.

Além disso, para o descarte de fluidos de base aquosa e seu cascalho associado, deverá ser constatada a ausência de óleo livre, a partir do Ensaio de Iridescência Estática. Avaliação do fluido deverá ser realizado diariamente durante a perfuração de zonas que contenham hidrocarbonetos ou antes de descarte de fluido de base aquosa excedente. Já o cascalho deverá ser monitorado diariamente quando da perfuração de seções que contenham hidrocarbonetos e pelo menos uma vez ao final das demais fases.

No caso de presença de óleo livre, tanto o fluido quanto os cascalhos não poderão ser descartados ao mar e deverão ser armazenados para disposição final em terra.

Amostras de fluido ao final de cada fase perfurada com *riser* serão coletadas para a determinação de sua ecotoxicidade aguda, teor de HPAs e de metais e metaloides. Amostras de cascalhos coletadas ao final de cada fase deverão ser submetidas a estes dois últimos ensaios.

Ressalta-se que a partir de setembro de 2016, não será permitido o descarte em águas marinhas de cascalhos e FPBA cujo resultado da concentração de HPAs em amostra de fluido e cascalho coletada em momento pré-descarte seja maior que 10 ppm.

Destaca-se que caso o FPBA seja reutilizado continuamente em mais de uma fase consecutiva, as amostragens em momento pré-descarte deverão ser coletadas no fim da última fase consecutiva, ao final da utilização do referido fluido.

Para as análises de metais e HPAs são coletados cerca de 100g de cascalho no total. Dependendo dos equipamentos de controle de sólidos utilizados na perfuração, a amostra de 100g será fracionada igualmente pelos equipamentos utilizados. Como exemplo, no caso de Peregrino onde o sistema não conta com hidrociclones, são coletados 50g de cascalho nas peneiras e 50g de cascalho na centrífuga, utilizando o mesmo recipiente, totalizando 100g de amostra. Para as análises de HPAs e iridescência estática são utilizados frascos de vidro de 100g e para as análises de metais os frascos são de plástico também de 100g.

A amostragem para realização do teste de iridescência estática se dá de forma semelhante, com o fracionamento da amostra igualmente entre os equipamentos de controle de sólidos utilizados. A amostragem segue o estabelecido no Protocolo EPA, que preconiza a coleta de 200-500g de cascalho em béquer de vidro. Deste total, são retirados 15g de cascalho que serão utilizados na realização do ensaio.

Com relação à frequência de amostragem, para as análises de metais e HPAs as amostras são coletadas no final de cada fase perfurada. As amostras são então encaminhadas para análise em laboratório especializado em terra.

Conforme previsto no PMFC, durante a perfuração das fases de reservatório, caso haja a intenção de descarte ao mar do cascalho gerado⁹, as amostragens para realização do teste de iridescência estática (*sheen test*) serão realizadas diariamente. Nas demais fases, as amostras são coletadas ao final de cada fase perfurada. As análises de iridescência estática são imediatamente realizadas a bordo da unidade de perfuração, pelo próprio engenheiro de fluidos. Caso seja detectada a presença de óleo livre conforme as diretrizes do método, o descarte de cascalho será interrompido até que uma nova análise demonstre a ausência de óleo livre.

Todas as amostras são devidamente identificadas com informações sobre o tipo de análise a ser realizada, data de coleta, seção, nome do poço perfurado e campo ou bloco.

Para os descartes de FPBA+ cascalho ao mar, a vazão máxima será 159 m³/h (1.000 bbl/h).

Para o descarte da água de lavagem gerada nos procedimentos de limpeza dos tanques de FPBA, deverão ser seguidos os mesmos critérios de monitoramento exigidos para o descarte de FPBA.

⁹ No Campo de Peregrino, não há descarte ao mar de cascalho gerado na seção do reservatório (8 ½”).

Fluidos de Perfuração de Base Não Aquosa (FPBNA) e Cascalhos Associados

O descarte de fluidos de perfuração de base não aquosa em águas marinhas não é autorizado. Por isso, todo o FPBNA, ao final de sua utilização no poço, será recuperado para reutilização em outra operação. No entanto, caso o mesmo apresente contaminação por óleo da formação, o cascalho gerado com sua utilização deverá ser encaminhado para disposição final em terra como resíduo oleoso – Conforme indicado no **Item 6.4**.

O descarte no mar do cascalho associado ao FPBNA, por sua vez, somente será possível se a base orgânica empregada atender aos limites dos ensaios de biodegradabilidade e ecotoxicidade em sedimento marinho (10 dias) exigidos, conforme apresentado na **Tabela II.11.1.1.1** (exigência a partir de setembro de 2016). Além destes ensaios, deverá ser realizado o monitoramento de fluidos de perfuração de base não aquosa ao final de sua utilização em cada fase, cujos critérios, frequência e métodos de análise seguem determinados no **Anexo A**.

Deverão ser medidos os parâmetros densidade, salinidade e temperatura dos fluidos de base não aquosa, ao final de cada fase perfurada. Cabe ressaltar que devido às suas características químicas, não é possível determinar o pH de fluidos de base não aquosa.

Para o descarte do cascalho com FPBNA aderido deverá ser constatada a ausência de óleo livre, a partir do Ensaio de Iridescência Estática, em amostras de cascalhos quando da perfuração de zonas de hidrocarbonetos e em pelo menos uma amostra antes do descarte de cascalho ao mar ao final de cada seção. No caso de presença de óleo livre, os cascalhos não poderão ser descartados ao mar, devendo ser acondicionados em caçambas coletoras (*cutting boxes*) e encaminhados para destinação final adequada em terra.

O descarte de cascalho com FPBNA está condicionado ainda, ao teor de base orgânica nele aderido, obtido pelo Ensaio de Retorta. O resultado final (média ponderada acumulada para o poço) não deve exceder o limite de 6,9% (massa de base orgânica/massa de cascalho) para os casos de n-parafinas, olefinas internas, olefinas alfa lineares, polialfa olefinas e fluidos de base de óleo mineral tratados ou ainda em *blends* de base orgânicas; e 9,4% nos casos de ésteres, éteres e acetais.

Amostras de FPBNA serão coletadas ao final de cada fase para serem submetidas aos ensaios para a determinação de ecotoxicidade aguda, ecotoxicidade em sedimento (96h), teor de HPAs e de metais e metaloides. Amostras de cascalhos embebidos com este tipo de fluido deverão ser submetidas a estes dois últimos ensaios. Caso o FPBNA seja reutilizado continuamente em mais de uma fase consecutiva, as amostragens em momento pré-descarte deverão ser coletadas no fim da última fase consecutiva.

De forma semelhante ao aplicável ao cascalho gerado com FPBA, para as análises de metais e HPAs são coletados no total 100g de cascalho gerado durante a perfuração com FPBNA. Dependendo dos equipamentos de controle de sólidos utilizados na perfuração, a amostra de 100g será igualmente fracionada pelos equipamentos utilizados. Para as análises de HPAs e iridescência estática são utilizados frascos de vidro de 100g e para as análises de metais os frascos são de plástico também de 100g.

A amostragem para realização do teste de iridescência estática se dá de forma semelhante, com o fracionamento da amostra igualmente entre os equipamentos de controle de sólidos utilizados. A amostragem

segue o estabelecido no Protocolo EPA, que preconiza a coleta de 200-500g de cascalho em béquer de vidro. Deste total, são retirados 15g de cascalho que serão utilizados na realização do ensaio.

Com relação à frequência de amostragem, para as análises de metais e HPAs as amostras são coletadas no final de cada fase perfurada, sendo então encaminhadas para análise em laboratório especializado em terra.

Conforme previsto no PMFC, durante a perfuração das fases de reservatório, caso haja a intenção de descarte ao mar do cascalho gerado¹⁰, as amostragens para realização do teste de iridescência estática (*sheen test*) serão realizadas diariamente. Nas demais fases, as amostras são coletadas ao final de cada fase perfurada. As análises de iridescência estática são imediatamente realizadas a bordo da unidade de perfuração, pelo próprio engenheiro de fluidos. Caso seja detectada a presença de óleo livre conforme as diretrizes do método, o descarte de cascalho será interrompido até que uma nova análise demonstre a ausência de óleo livre.

Todas as amostras são devidamente identificadas com informações sobre o tipo de análise a ser realizada, data de coleta, seção, nome do poço perfurado e campo ou bloco.

Já as análises de retorta, realizadas no cascalho para quantificar o teor de base orgânica do FPBNA presente no cascalho a ser descartado ao mar, serão seguidas as diretrizes estabelecidas no protocolo EPA-821-R-11-004 (2011). Para tal, as amostras compostas serão coletadas diariamente, sendo até 3 amostras diárias dependendo da extensão diária perfurada, sendo igualmente fracionadas entre os equipamentos de controle de sólidos utilizados (secador de cascalho e centrífuga).

Em situações em que for evidenciada a presença de óleo da formação na remessa ou recebimento de FPBNA testado, este será segregado e enviado de volta para a planta de fluidos em terra para posterior condicionamento ou destinação final. O transporte de FPBNA contaminado será realizado em tanques específicos de uma embarcação de apoio, garantindo que o mesmo não seja misturado com outros fluidos transportados.

Adicionalmente, de forma a avaliar a possível contaminação do FPBNA, o teste RPE (Reverse Phase Extraction ou Teste de Extração Reversa) será realizado diariamente durante a perfuração com FPBNA da seção portadora de hidrocarbonetos (seção de reservatório), e pelo menos uma vez ao final das demais seções perfuradas. O teste RPE é utilizado para identificar a contaminação do FPBNA por óleo da formação. Caso o resultado do teste seja positivo, o que indicaria a contaminação do fluido por óleo da formação acima de 1%, o descarte de cascalho será imediatamente interrompido, e o fluido de perfuração considerado como resíduo, não sendo mais utilizado nas operações. A realização do ensaio seguirá as diretrizes estabelecidas pela EPA no protocolo EPA-821-R-11-004 (2011).

Fluidos Complementares de Base Aquosa (FCBA)

Os requisitos e critérios para o descarte de fluidos complementares de base aquosa (FCBA) são idênticos aos praticados para os fluidos de perfuração de base aquosa (FPBA). A vazão de descarte para todos os fluidos complementares a ser seguida será a determinada pela CGPEG (31,8 m³/h).

¹⁰ No campo de Peregrino, não há descarte ao mar de cascalho gerado na seção do reservatório (8 ½”).

Os testes de ecotoxicidade dos fluidos complementares a base dos sais KCl, NaCl, CaCl₂, NaBr, KBr, CaBr₂, KHCOO e NaHCOO (conhecidos como salmoura), serão realizados sem a presença desses sais, em momento pré-uso (a partir de setembro de 2016). Nesse caso, a avaliação da toxicidade prévia ao uso será feita em amostra elaborada em terra, tendo em vista a impossibilidade de coleta de amostra em momento prévio ao uso na unidade de perfuração sem a presença dos sais, uma vez que em sua maioria, os fluidos complementares são preparados a partir de salmouras recebidas das estações de fluido. Desta forma, não há necessidade de amostragem do fluido pré-descarte, que no entanto poderá ser feita de forma complementar.

Os detalhes dos requisitos do monitoramento de fluidos complementares de base aquosa (FCBA) são apresentados no **Anexo A**.

Para o descarte da água de lavagem gerada nos procedimentos de limpeza dos tanques de FCBA, deverão ser seguidos os mesmos critérios de monitoramento exigidos para o descarte de FCBA.

Fluidos Complementares de Base Não Aquosa (FCBNA)

Os FCBNA não são descartados no mar, incluindo os colchões/tampões de base não aquosa. Além disso, não há cascalho associado a estes fluidos. Por esta razão, os mesmos não fazem parte do monitoramento estabelecido para o descarte.

6.3 REGISTRO DAS VOLUMETRIAS DE DESCARTE DE FLUIDOS E CASCALHOS

O registro do volume de fluidos utilizados e cascalho gerado por fase tem o intuito de auxiliar na avaliação dos possíveis impactos gerados no ambiente durante e após a realização da atividade, bem como validar as estimativas volumétricas feitas durante o processo de licenciamento ambiental.

Os registros diários das informações relativas aos volumes e vazões de descarte dos fluidos de perfuração e cascalhos, incluindo as fases e respectivos fluidos utilizados serão realizados diariamente por profissional especializado, em fichas específicas durante toda a operação, conforme modelo “Planilha de Volumetria de Fluidos e Cascalhos”, apresentado no **Anexo C**.

6.4. MONITORAMENTO DA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E EFLUENTES LÍQUIDOS

Conforme previamente descrito, os fluidos de perfuração e complementares, cascalhos e demais resíduos oriundos das operações de limpeza de tanques e plantas que não atendam aos limites para descarte no mar, serão recolhidos, armazenados temporariamente de forma adequada e enviados para terra via embarcações de apoio para subsequente tratamento e/ou disposição final por empresa especializada e licenciada.

A seguir são descritas as condições de armazenamento, segregação, transporte, destinação e classificação dos resíduos sólidos e efluentes líquidos oriundos da atividade de perfuração.

6.4.1 Armazenamento

Os resíduos sólidos e efluentes líquidos gerenciados pelo presente Projeto de Monitoramento que não se enquadrem nos padrões de lançamento para descarte ao mar devem ser armazenados temporariamente em tanques, tambores ou caçambas fechadas (*cutting boxes*) a bordo da unidade de perfuração. Posteriormente são transferidos para as embarcações de apoio e, em seguida, para a base de apoio em terra.

6.4.2 Transporte e Destinação

Nessas atividades o transporte é realizado em duas etapas: (1) Inicialmente o transporte marítimo entre a unidade de perfuração ou embarcações de apoio até a base de apoio em terra; (2) Em seguida, o transporte terrestre da base de apoio até as empresas de tratamento e disposição final dos resíduos.

É importante mencionar que os resíduos sólidos serão acondicionados em cestas metálicas ou contêineres, tanques, tambores ou caçambas fechadas (*cutting boxes*), para permitir o transbordo da plataforma para as embarcações de forma adequada.

A fim de garantir a rastreabilidade de toda a cadeia dos resíduos originados na atividade, bem como todas as etapas do processo de gerenciamento, a “Planilha de Informações sobre Disposição Final” (**Anexo D**) deverá ser devidamente preenchida durante todo o período da atividade.

A destinação será realizada por empresas devidamente licenciadas pelos órgãos ambientais competentes e de acordo com a tipologia e classificação dos resíduos.

6.4.3 Classificação

A classificação dos resíduos será realizada utilizando-se a NBR 10.004/2004, que os diferencia em perigosos e não perigosos de acordo com as suas características físicas, químicas e biológicas. A **Tabela 6.1**, a seguir, apresenta os principais resíduos relacionados especificamente à perfuração de poços. Os demais resíduos provenientes dessas atividades serão reportados no Projeto de Controle da Poluição (PCP).

TABELA 6.1 – Classificações dos principais resíduos oriundos da atividade de perfuração marítima.

Resíduo	Especificação	Classificação
Cascalho (com FPBA e com FPBNA)	Contaminado (Ex.: cascalho com óleo livre, óleo da formação, outros)	Classe I – Perigoso
Resíduo de fluido de base aquosa	FPBA, FCBA (Fluido de Completação, Colchões e Tampões)	Classe IIA – Não inerte
	Contaminado (óleo)	Classe I – Perigoso
Resíduo de fluido de base não aquosa	FPBNA, FCBNA	Classe I – Perigoso
	Contaminado (óleo)	Classe I – Perigoso
Pastas de cimento	Águas de lavagem, águas de mistura e pastas de cimento	Classe IIA – Não inerte

As etapas de coleta, acondicionamento, transporte, armazenamento temporário, tratamento e/ou disposição final serão realizadas de acordo com os requisitos legais pertinentes e boas práticas adotadas pela Statoil.

Os laudos analíticos realizados para classificação dos resíduos gerados atualmente pela Statoil são apresentados no **Anexo E**. Cabe destacar que os laudos para classificação da tipologia ora apresentados referem-se a resíduos gerados durante a perfuração com fluido de base aquosa, tendo em vista que, até o momento, a Statoil não utilizou fluidos de base não aquosa na perfuração de poços do Campo de Peregrino.

Ressalta-se que, de forma conservadora, todos os resíduos que porventura não apresentem laudo específico para sua classificação serão tratados pela Statoil como resíduos Classe I – Perigoso.

6.4.4 Procedimentos de Minimização da Poluição

O controle da poluição está relacionado com outras medidas de monitoramento, mitigação e compensação exigidas no licenciamento ambiental. A Statoil adotará boas práticas para gestão dos resíduos oriundos da atividade de perfuração marítima, de modo a minimizar a poluição gerada pelos resíduos sólidos e efluentes líquidos passíveis ou não de descarte ao mar.

A Statoil buscará a preconização da hierarquia definida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS - Lei 12.305/2010) sobre as formas de tratamento e disposição final dos resíduos gerados durante a atividade de perfuração marítima. São elas: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Menciona-se o reuso de fluidos de perfuração de base não aquosa (FPBNA) como exemplo de boa prática. Outros exemplos a serem citados são o uso de equipamentos específicos nas operações de cimentação com objetivo de redução da geração de resíduos, e o tratamento dos cascalhos com o Sistema Secador de Cascalho para redução do teor de base orgânica aderido ao cascalho gerado com fluido de base não aquosa.

A Statoil utiliza dois sistemas para seleção e gerenciamento de químicos utilizados pela empresa. Seguindo o procedimento de gerenciamento de químicos, temos algumas ferramentas para esse tópico. Um dos sistemas é o SAP, composto por um banco de dados sobre todos os químicos utilizados pela Statoil. No SAP temos transações específicas para cadastro e classificação de produtos químicos. Para a classificação do produto, uma avaliação da periculosidade de cada produto químico é feita pelo Centro Químico da Statoil na Noruega que, com base em uma matriz de riscos, contempla os riscos à saúde, ao meio ambiente e à segurança das operações. Após esta avaliação, os produtos são categorizados num código de cores que varia do verde (1) até o preto (6).

A Statoil tem como premissa o uso de produtos químicos que apresentam perigo tolerável/moderado, ou seja, aqueles classificados como 'verde'/'amarelo'. No 'amarelo' é recomendado que seja feita uma análise de risco pelo solicitante do produto para que a mesma seja distribuída para a equipe nas plataformas. Temos também os produtos classificados como 'vermelho' (perigo elevado), que são bloqueados para a compra, porém podem ser utilizados após a apresentação obrigatória de uma avaliação local de risco (caso seja comprovado pelo solicitante do produto que o químico não possui um substituto a curto prazo). Já os produtos classificados como preto, considerados como de risco muito sério ou inaceitável, terão a compra bloqueada pelo sistema e serão inseridos à Lista de Substâncias Proibidas da Statoil de forma imediata (ou seja, não serão utilizados). Os produtos classificados como 'vermelho' porém liberados/reclassificados nas condições citadas acima, serão também listados em planos de substituição com prazos definidos.

Adicionalmente, a Statoil possui um programa chamado CHESS, onde os funcionários podem acessar as FISPQs eletrônicas dos produtos que se encontram na unidade. É um programa mais leve que o SAP e, no CHESS, as FISPQs estão organizadas por empresa e por plataforma, o que facilita a busca das fichas caso necessário.

Também como parte do procedimento interno da Statoil, os produtos químicos são armazenados e manuseados sempre de acordo com as instruções da Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ), que também estão em arquivo físico, organizadas em pastas, nas áreas operacionais das plataformas em todos os locais de armazenamento dos produtos químicos.

Com relação à minimização do teor de base orgânica aderido ao cascalho gerado com a utilização de FPBNA, a Statoil informa que, até o momento, não utilizou fluidos de base não aquosa em suas atividades de perfuração no Campo de Peregrino. No entanto, caso este tipo de fluido venha a ser utilizado no Campo de Peregrino ou em outra atividade de perfuração da Statoil no Brasil, será feita uma seleção criteriosa dos equipamentos específicos para tratamento dos cascalhos gerados, como secadores e centrífugas. Embora o limite atualmente exigido pela CGPEG para o teor de base orgânica aderido ao cascalho seja de 6,9%¹¹, em peso de cascalho úmido para a média de cada poço, a Statoil irá procurar sempre equipamentos que otimizem o tratamento de cascalhos, a fim de garantir percentuais de retenção de base orgânica ainda menores do que o exigido.

¹¹ Para fluidos a base de n-parafinas, olefinas internas, olefinas alfa lineares, polialfa olefinas e fluidos de base de óleo mineral tratados ou ainda em blends de base orgânicas

7. INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PROJETOS

O PMFC está relacionado diretamente com os seguintes Projetos Ambientais:

- **Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores (PEAT)** - Todas as equipes da unidade de perfuração, das embarcações de apoio e da base operacional serão informadas sobre esta atividade, bem como da importância de sua execução;
- **Projeto de Comunicação Social (PCS)** – As comunidades e entidades identificadas como público-alvo estarão sendo informadas desta atividade, bem como da importância de sua execução;
- **Projeto de Controle da Poluição (PCP)** – empresas selecionadas para efetuar o tratamento e disposição final de resíduos oleosos e contaminados, no âmbito do PCP, poderão ser utilizadas neste Projeto, fornecendo tratamento e disposição final para os resíduos que não tiverem seu descarte ao mar permitido.

8. ATENDIMENTO A REQUISITOS LEGAIS E/OU OUTROS REQUISITOS

Como requisito legal do PMFC, utilizar-se-á o documento “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”, o PAR. 02022.000365/2015-04 COEXP/IBAMA e o Termo de Referência 009/2014.

Serão praticadas as condições de controle das substâncias utilizadas nas formulações, do controle da baritina, do controle das bases orgânicas utilizadas na produção dos fluidos de base não aquosa, do monitoramento contínuo de todas as fases de operação e de restrições de descarte de efluentes baseada em toxicidade e presença de contaminantes, estabelecidas no documento supracitado.

9. ETAPAS DE EXECUÇÃO E CRONOGRAMA FÍSICO

As etapas de execução do PMFC estão diretamente relacionadas ao cronograma específico da atividade de perfuração de cada poço. Porém, podem-se destacar as seguintes atividades:

- Previamente a perfuração propriamente dita, ocorrerá a capacitação da equipe envolvida (Engenheiros de Fluido e demais funcionários envolvidos no Projeto) e o preparo dos kits para as coletas de amostras de fluidos de perfuração, complementares e cascalhos para caracterização de uso e descarte ao mar;
- Durante toda a perfuração serão realizadas as amostragens de fluido de perfuração e complementares e cascalho, em momentos prévio ao uso (a partir de setembro de 2016);
- E pré-descarte, para sua caracterização de acordo com os parâmetros e métodos de análise estabelecidos.
- Por fim, ao final da atividade, um relatório será elaborado, atendendo a periodicidade estabelecida na licença ambiental, contendo os resultados registrados, a volumetria final de fluidos utilizados e

cascalhos gerados e as massas de cada tipo de fluido e do cascalho que foram destinados para disposição final em terra.

A seguir, na **Tabela 9.1** é apresentado o cronograma físico detalhado do PMFC, considerando-se a duração estimada de uma atividade de perfuração marítima.

FIGURA 9.1 – Cronograma previsto para as atividades do PMFC.

Ações	Pré-Perfuração				Perfuração				Pós-Perfuração			
Treinamento da equipe técnica												
Montagem de kits de coleta de fluidos de perfuração, complementares e cascalhos												
Realização das medições físico-químicas (densidade, salinidade, pH e temperatura) nos fluidos de perfuração e complementares.												
Coleta de fluidos de perfuração, complementares e cascalhos e envio das amostras para laboratórios capacitados para análises de Ecotoxicidade Aguda, Metais, HPA e Ecotoxicidade em Sedimento (96h) ¹												
Realização do Ensaio de Iridescência Estática (<i>Sheen Test</i>), Ensaio de Extração em Fase Reversa (RPE) e Ensaio de Retorta de Massa – ROC												
Consolidação dos resultados e elaboração do Relatório Final de Avaliação do Projeto												

¹Ecotoxicidade em Sedimento (96h): Exigência a partir de setembro de 2016.

10. RECURSOS NECESSÁRIOS

Para implementação do PMFC serão necessários recursos físicos e humanos conforme listados abaixo.

- Recursos Físicos:
 - Análises de Ecotoxicidade Aguda, Metais, Concentração de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) e Ecotoxicidade em Sedimento (96h):
 - Frascaria e material necessário para composição dos kits de coleta de fluidos de perfuração, complementares e cascalhos;
 - Equipamentos e infraestrutura de laboratórios qualificados para realização das análises.
 - Ensaio de Iridescência Estática (*Sheen Test*), Ensaio de Extração em Fase Reversa (RPE), Ensaio de Retorta de Massa (ROC), Medição dos parâmetros Densidade, Salinidade, pH e Temperatura:
 - Equipamentos próprios da empresa fornecedora de fluidos de perfuração.
- Recursos humanos:
 - Profissionais devidamente capacitados para realização dos procedimentos de coleta e realização dos diversos ensaios exigidos neste PMFC.

11. ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO

Os resultados obtidos neste PMFC serão acompanhados continuamente, durante toda a atividade de perfuração. Porém, após o término de cada atividade de perfuração e implementação do PMFC, será emitido um Relatório Final de Avaliação do Projeto, atendendo à periodicidade estabelecida na licença ambiental.

12. RESPONSÁVEIS PELA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

A responsabilidade final pelo planejamento, programação e implementação deste PMFC é da Statoil. A empresa estará encarregada, diretamente, pela logística necessária para o desenvolvimento e monitoramento do SubProjeto em questão.

13. RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Os responsáveis técnicos pela elaboração do Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos (PMFC) são apresentados na **Tabela 13.1**, a seguir.

TABELA 13.1 – Equipe Técnica.

Nome	Formação	Registro Profissional	Cadastro IBAMA	Assinatura
AECOM				
Danielly Ferreira	Tecnólogo em Gestão Ambiental	CRQ-RJ-03424202	51.887.608	
Mariana C. Garcia de Freitas Gama	Bióloga - MSc. Engenharia Ambiental e Urbana	CR-Bio – 71.518/02	5.121.547	
Viviane Borges Campos	Bióloga – MSc Geologia e Geofísica Marinha	CRBio 78.384/02	5.315.656	
Statoil				
Ana Cristina G. Cupelo	Oceanógrafa, MSc	-	198769	
Ana Paula Brandão Pinto	Bióloga, MSc	32.710/02	181490	

14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS), 2005. **ABNT NBR 15308:2005**. Ecotoxicologia aquática: Toxicidade aguda – método de ensaio com misidáceos (crustácea). Rio de Janeiro.

- ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS), 2007. **ABNT NBR 15469:2007**. Preservação e preparo de amostras. Rio de Janeiro.
- ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS), 1997. **ASTM STANDARD GUIDE E 1367-92**. *Standard Test Method for Measuring the Toxicity of Sediment Associated Contaminants with Estuarine and Marine Invertebrates*.
- BRASIL, 2010. Lei n° 12.305, de 02 de agosto de 2010. *Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei n° 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências*. Brasília – Brasil.
- EPA (U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY), 2011. **EPA-521-R-11-004**. *Analytical Methods for the Oil and Gas Extraction Point Source Category*. U.S. EPA. December 2011.
- EPA. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **EPA METHOD 1617**. *Static Sheen Test*.
- EPA. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2001. **EPA 40, CFR 435**, Appendixes 1 to 7, Subpart A, Federal Register Vol. 66, n. 14, jan 22, 2001 – Oil and Gas Extraction Point Source Category.
- EPA. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **EPA METHOD 1670**. Reverse Phase Extraction (RPE) Method for Detection of Oil Contamination in Non-Aqueous Drilling Fluids (NAF).
- EPA. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **EPA METHOD 1655**. Determination of Crude Oil Contamination in Non-Aqueous Drilling Fluids by Gas Chromatography/Mass spectrometry (GC/MS).
- EPA. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **EPA METHOD 1674**. Determination of Amount of Non-Aqueous Drilling Fluid (NAF) Base Fluid from Drill Cuttings by a Retort Chamber (Derived from API Recommended Practice 13B-2).
- EPA. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **EPA METHOD 3050B**. Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils.
- EPA. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **EPA METHOD 3052**. Microwave assisted acid digestion of siliceous and organically based matrices.
- EPA. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **EPA METHOD 6010C**. Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry.
- EPA. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **EPA METHOD 7471B**. Mercury in solid or semisolid waste (Manual Cold-vapor Technique).
- EPA. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **EPA METHOD 8270C**. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS).

- EPA. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **EPA METHOD 1644**. Method for Conducting a Sediment Toxicity Test with *Leptocheirus Plumulosus* and Non-Aqueous Drilling Fluids or Synthetic-Based Drilling Muds.
- EPA. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **EPA METHOD 1646**. Procedure for Mixing Base Fluids with Sediments.
- EPA. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **EPA METHOD 1647**. Protocol for the Determination of Degradation of Non-Aqueous Base Fluids in a Marine Closed Bottle Biodegradation Test System: Modified ISO 11734:1995
- EPA. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **EPA METHOD 1654**, revision A. PAH Content of Oil by HPLC/UV.
- IBAMA, 2011. **Nota Técnica 01/2011**: Projeto de Controle da Poluição. Diretrizes para apresentação, implementação e par apresentação de relatórios, nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás. CGPEG/DILIC/IBAMA, Brasil.
- MMA. 2001. **Resolução CONAMA 275, de 25 de abril de 2001**. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotados na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Ministério do Meio Ambiente, Brasil.
- CGPEG/DILIC/IBAMA, 2015. 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.
- OECD (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COORPORATION AND DEVELOPMENT), 1989. Guideline for testing Chemicals. **OECD 117**. Partition Coefficient (n-octanol/water): High Performance Liquid Chromatography (HPLC) Method.
- OECD (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COORPORATION AND DEVELOPMENT), 1995. Guideline for the Testing of Chemicals. **OECD 107**. Partition Coefficient (n-octanol/water): Shake Flask Method.