

## II.10.1.1 PROJETO DE MONITORAMENTO DE FLUIDOS E CASCALHOS

### 1. INTRODUÇÃO

O Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos (PMFC) é um subprojeto do Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA) e juntamente com o Processo Administrativo de Fluidos de Perfuração e Complementares da Total E&P do Brasil Ltda. (Processo nº 02022.000839/2013), doravante denominada TOTAL, rege o uso e descarte de fluidos de perfuração e cascalhos gerados durante a atividade objeto do presente processo de licenciamento. O projeto tem caráter único e será aplicado a todas as atividades marítimas licenciadas da TOTAL.

Este Projeto aborda o gerenciamento dos fluidos empregados nas atividades de perfuração marítima, desde 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.

### 2. JUSTIFICATIVA

A realização do PMFC é justificada pela necessidade de controle e monitoramento do uso e descarte de fluidos de perfuração e complementares (desde a aquisição de produtos químicos até a disposição final) e dos cascalhos gerados durante as atividades de perfuração marítima, de forma a acompanhar e avaliar os resultados reais da atividade e, sempre que possível, minimizar os impactos ambientais gerados devido às atividades 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 produção de petróleo e gás, 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. 02022.000498/2015-72 COEXP/IBAMA.

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 completação 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 <b>teores de metais</b> (Al, As, Cd, Pb, Cu, Cr, Fe, Mn, Hg, Mo, Ni, Si, V, Zr) na baritina a ser utilizada nas formulações dos fluidos e pastas de cimento. <sup>(1)</sup>	Toda baritina utilizada nas formulações de fluidos e pastas de cimento deve atender aos limites máximos de 3mg/kg e 1mg/kg de Cádmiu (Cd) e Mercúrio (Hg), respectivamente.

Meta	Indicador
Analisar o <b>teor de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs), potencial de bioacumulação, potencial de biodegradabilidade e ecotoxicidade em sedimento marinho (10 dias)</b> na base orgânica a ser utilizada em fluidos de perfuração e complementares de base não aquosa. <sup>(1)</sup>	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 $\leq 1$ . <sup>(1)(2)</sup>
Avaliar a <b>ecotoxicidade aguda</b> dos fluidos de perfuração e complementares em momento prévio ao uso <sup>(3)</sup> nas fases sem e com retorno e em momento pré-descarte nas fases com retorno.	Todos os fluidos de perfuração e complementares descartados ao mar na atividade devem atender ao limite de CL50 (96h) $\geq 30.000$ ppm da FPS nos ensaios de toxicidade aguda.
Determinar, através de <b>análises físico-químicas</b> (densidade, salinidade, pH e temperatura), os fluidos de perfuração e complementares ao final de sua utilização em cada fase.	Todos os descartes de fluidos de perfuração e complementares de base aquosa durante a atividade devem ter seus parâmetros medidos de forma adequada.
Avaliar, diariamente, quando se atingir a fase do reservatório e uma vez em momento pré-descarte, a <b>presença de óleo livre</b> nos fluidos de perfuração e complementares de base aquosa e cascalhos impregnados com fluidos de base aquosa e não aquosa 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 o 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 <b>contaminação de óleo da formação</b> através do Teste de Detecção de Hidrocarbonetos ( <i>Reverse Phase Extraction</i> – RPE) no fluido de base não aquosa diariamente quando se atingir a fase do reservatório.	Para o 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 de RPE ou ao padrão de razão das áreas EIP $\leq 1\%$ <sup>(4)</sup> realizado com amostra coletada após o retorno.
Sempre que houver transferência, sendo a embarcação de apoio ou flueideira a origem ou o destino, avaliar a presença de eventual contaminação de óleo através do <b>Teste de Detecção de Hidrocarbonetos (Reverse Phase Extraction – RPE)</b> no fluido de base não aquosa, previamente à sua transferência, inclusive quando houver reaproveitamento de fluido, e sempre que solicitado pelo Órgão Ambiental.	O fluido de base não aquosa transferido deve atender ao padrão de resultado negativo no Teste de RPE.
Monitorar, diariamente, o <b>teor de base orgânica</b> aderido aos cascalhos a serem descartados através do Teste de Retorta, quando ocorrer perfuração com fluido de base não aquosa.	O teor de base orgânica aderida ao cascalho a ser descartado não deve ultrapassar o limite de 6,9% ou 9,4% <sup>(5)</sup> em peso de cascalho úmido, para a média acumulada ponderada em cada poço.
Avaliar o <b>teor de metais</b> (Al, As, Ba, Cd, Pb, Cu, Cr, Fe, Mo, Mn, Hg, Ni, Si, V, Zr) no fluido de perfuração e complementares de base aquosa e nos cascalhos impregnados com fluidos de base aquosa e não aquosa, ao 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 <b>concentração de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs)</b> nos fluidos de perfuração e complementares de base aquosa e cascalhos impregnados com fluidos de base aquosa e não aquosa ao fim de cada fase, em momento pré-descarte.	Todos os descartes ao mar de fluidos de perfuração e complementares de base aquosa e cascalhos impregnados com fluidos de perfuração de base aquosa e não aquosa devem atender ao limite de HPAs $< 10$ mg/kg. <sup>(6)</sup>
Avaliar a <b>ecotoxicidade em sedimento (96h)</b> dos fluidos de base não aquosa ao final de sua utilização em cada fase. <sup>(1)</sup>	Todos os descartes ao mar de cascalhos impregnados com fluidos de base não aquosa devem atender ao padrão $\leq 1$ – para C16-C18 Olefina Interna, mistura 65/35, proporcional à massa de hexadeceno e octadeceno, respectivamente.
Monitorar os <b>volumes de uso e/ou descarte</b> ao mar através do registro em planilha específica dos volumes de fluidos de perfuração, complementares, pastas de cimento e cascalhos.	Registrar todos os volumes de descarte de fluidos de perfuração, complementares, pastas de cimento e cascalhos.

Meta	Indicador
Monitorar a <b>vazão e duração dos descartes</b> 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 devem atender ao limite de vazão de 159 m <sup>3</sup> /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 m <sup>3</sup> /h.
Monitorar a <b>disposição final em terra</b> 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 cimento.

<sup>(1)</sup>Os laudos serão apresentados anualmente no âmbito do Processo Administrativo de Fluidos de Perfuração e Complementares (Processo nº 02022.000839/2013). 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, sendo que a metodologia proposta pela CGPEG/IBAMA para a ecotoxicidade ainda está em desenvolvimento no Brasil.

<sup>(2)</sup>No caso da base orgânica não atender os critérios de aprovação de ecotoxicidade em sedimento marinho e biodegradabilidade, a base orgânica pode ser utilizada na formulação de fluidos de base não aquosa, entretanto, o cascalho aderido ao fluido não pode ser descartado ao mar.

<sup>(3)</sup>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.

<sup>(4)</sup>Caso a extração da fase reversa (RPE – EPA 1670) forneça falsos positivos, pode ser realizado a análise de Cromatografia Gasosa/Espectrometria de Massas – EPA 1655) como alternativa definitiva, que substituirá os resultados de RPE.

<sup>(5)</sup>No resultado final, o teor de base orgânica aderido ao cascalho não deve exceder o limite de 6,9% no caso de n-parafinas, olefinas internas (IO's), olefinas alfa 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.

<sup>(6)</sup>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 Projeto é a própria TOTAL, 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.

Este conjunto de propriedades e composição química faz parte do programa de fluidos de perfuração, o qual é a base para o preparo dos fluidos a serem utilizados na perfuração de um poço. A fabricação de fluidos de perfuração de base aquosa geralmente é realizada a bordo da unidade de perfuração, enquanto a fabricação de fluidos de perfuração de base não aquosa geralmente é realizada em terra, em uma planta de fluidos.

#### ***Fluido de Perfuração de Base Aquosa (FPBA)***

Anteriormente ao início do preparo de FPBA, todo o sistema de superfície (tanques, linhas, válvulas e calhas), terá a sua estanqueidade checada com a utilização de água. Este procedimento tem por objetivo evitar a ocorrência de vazamentos de fluido para o mar e entre tanques, minimizando o risco de acidentes e a geração de resíduos.

Uma vez testado e aprovado o sistema de superfície, é iniciada a fabricação do fluido, a qual consiste na dispersão ou solubilização de produtos químicos em água (doce e/ou do mar). Os produtos são adicionados sob agitação contínua, na ordem e velocidade adequadas às suas características físicas, até que se obtenha uma suspensão homogênea.

Finalizada a fabricação, uma amostra representativa do fluido é coletada e suas propriedades físico-químicas são testadas para verificar sua conformidade ao programa de fluidos. Caso as propriedades não estejam adequadas, ajustes na composição do fluido são realizados para a correção e adequação de suas propriedades, através da adição complementar de produtos químicos ou simplesmente o aumento do tempo de agitação do fluido (cisalhamento dos produtos químicos), seguida de uma nova verificação de suas propriedades, até que elas estejam adequadas ao exigido para a operação. Este ciclo se repete até que as propriedades do fluido estejam enquadradas às especificações estabelecidas no programa de fluidos para a atividade em questão.

Uma vez atingidas estas propriedades, o fluido de perfuração é considerado pronto para sua utilização. Momentos antes do início do bombeio para o poço, uma nova amostra é coletada, desta vez, obrigatoriamente, no tanque de sucção, 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 FPS<sup>1</sup>.

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 irá produzir uma variação nas propriedades do fluido, alterações estas que dependem de

<sup>1</sup>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.

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. Durante o processo de perfuração o fluido é monitorado constantemente e, várias vezes ao dia, 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.

Dependendo do nível de correção a ser aplicado, podem ser realizadas simulações do tratamento em laboratório, os chamados testes-piloto. O tratamento químico consiste, de forma geral, em diluição do fluido do sistema com solução química (suspensão ou solução de produtos químicos em água doce ou água do mar) ou fluido novo, podendo ocorrer substituição parcial do fluido do sistema. Por vezes, é realizada a adição direta de aditivos ao fluido em circulação.

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 não ultrapassar os limites de concentração de produtos estabelecidos para o fluido, atentando-se ao limite de ecotoxicidade aguda estabelecido para o descarte de fluido de base aquosa ao mar ( $CL_{50;96h} \geq 30.000$  ppm da FPS).

### ***Fluido de Perfuração de Base Não Aquosa (FPBNA)***

Conforme previamente informado, o FPBNA é geralmente fabricado em uma planta de fluidos em terra, mas pode ser fabricado a bordo, a partir de volume de fluido base recebido de terra. O processo de fabricação de FPBNA, seja na planta ou na unidade de perfuração, é idêntico ao descrito para o FPBA, 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 entrega nas unidades marítimas de perfuração. Após ser recebido na unidade de perfuração, este fluido será homogeneizado e amostras do mesmo serão coletadas para a reavaliação de suas propriedades físico-químicas. Caso alguma delas não se apresente adequada para o início da operação, um tratamento é providenciado. O tratamento tanto pode ser um simples cisalhamento do fluido, como pode ser necessária a adição de produtos químicos para proceder ao ajuste das propriedades ao nível desejado. Este ciclo (teste e tratamento) se repete até que as propriedades estejam enquadradas às especificações estabelecidas no programa de fluidos para a atividade em questão.

De modo a se mitigar a sedimentação de sólidos nos tanques das embarcações de apoio o fluido será preferencialmente preparado na planta com uma densidade mais baixa, menor quantidade de sólidos em suspensão, concluindo-se a adição do adensante nos tanques da sonda.

Acompanhando as boas práticas da indústria, de forma a minimizar a disposição final em terra de FPBNA, face à impossibilidade do seu descarte no mar, os FPBNA serão reaproveitados de um poço para o outro ou de um projeto para o outro. Assim, ao longo da execução da atividade serão 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 descartado em instalações apropriadas e licenciadas em terra.

Os cuidados relativos às propriedades físico-químicas de FPBNA usados são os mesmos adotados quando do recebimento dos fluidos novos. Assim, no caso do reaproveitamento de FPBNA, antes do seu reuso haverá uma análise de suas propriedades e um condicionamento pode ser necessário para a 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 da densidade do fluido e do teor de sólidos. Este procedimento de ajuste é o mesmo utilizado na unidade de perfuração e na planta de fluidos.

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, momento prévio ao uso, devendo atender ao limite de  $CL_{50;96h} \geq 30.000$  ppm da FPS<sup>2</sup>.

A manutenção das propriedades do FPBNA ocorre de forma semelhante à dos fluidos FPBA, ressaltando-se apenas que a interação entre o fluido e os cascalhos ocorre de forma menos intensa que nos FPBA, em virtude da fase contínua do FPBNA não ser água. Dessa forma, a necessidade de diluição em FPBNA é muito menor que em FPBA.

A diluição nos FPBNA geralmente ocorre com fluido novo, visto que se faz necessário manter a razão entre a base orgânica (fase contínua) e a salmoura (fase interna) da emulsão inversa, a qual caracteriza os FPBNA. Somente nos casos de contaminação do fluido por água é que se faz necessário o tratamento com uma solução química, tendo como fluido base, a base orgânica utilizada no projeto.

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), ou de Cromatografia Gasosa/Espectrometria de Massas, os quais serão detalhados no **Item 7** do presente Subprojeto. Reitera-se que, caso seja detectada a contaminação de fluidos com óleo da formação, estes serão destinados para tratamento e/ou disposição final adequada em terra.

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

Em nossas operações não está previsto o uso de embarcações destinadas exclusivamente para o transporte de fluidos (“embarcações fluideiras”), assim o transporte de FPBNA e sua base orgânica ocorrerão por via marítima através das embarcações de apoio que atuam dando suporte logístico durante a atividade. 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, visando evitar a mistura de fluidos de bases distintas ou do fluido com efluentes e/ou contaminados com óleo da formação.

<sup>2</sup>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 com amostras retiradas em momento prévio ao uso nas fases sem e com retorno.

Toda operação de transferência de fluidos, seja entre a embarcação de apoio e planta de fluidos, seja entre a embarcação e a unidade de perfuração, tem início com a verificação de todas as linhas e válvulas a serem percorridas pelo fluido. Após verificação, a embarcação de apoio é conectada à unidade de perfuração ou à planta de fluidos através de mangotes flexíveis de comprimento adequado que permitam movimentos da embarcação devido oscilações decorrentes das condições climáticas, minimizando o risco de rompimento de mangotes.

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.

Para garantir a segurança durante a desconexão da linha, utiliza-se uma válvula manual de alívio, instalada antes da tomada da embarcação. Uma válvula de retenção é instalada na extremidade do mangote a ser conectado na embarcação, assegurando que o volume do mangote ficará contido após a sua desconexão. Conectores secos devem também ser utilizados de modo a garantir a interrupção da operação de bombeio no caso de rompimento do mangote.

Quando do recebimento de FPBNA na unidade de perfuração ou na planta, o fluido será armazenado de forma segregada para que uma amostra representativa seja coletada e submetida ao ensaio de RPE. Amostras representativas também serão coletadas e testadas antes de qualquer transferência de fluido para uma embarcação de apoio, independente da origem, unidade de perfuração ou planta, garantindo assim a pronta identificação de um fluido contaminado com óleo da formação.

Em situações em que for evidenciada a presença de óleo da formação na remessa ou recebimento de FPBNA, o volume contaminado será segregado e enviado para disposição final adequada em terra. 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 abordado 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*), tanques de lama (reservas e ativos), bombas centrífugas, bombas de lama, funil de mistura, desgaseificador, sistema extrator de sólidos e sistema secador de cascalhos (SSC). Este último sistema só se faz necessário instalar a bordo da unidade de perfuração quando há a intenção de utilização de FPBNA.

Nas fases sem retorno de fluido à superfície, o sistema de circulação 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 acondicionamento do fluido, garantindo o seu reuso.

Os sistemas de circulação para FPBA e FPBNA diferem entre si pela necessidade do sistema secador de cascalhos 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.

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 hidrociclones. O desareador remove a fração com granulometria arenosa; o dessiltador com 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 no 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, serão coletadas para verificação do atendimento ao limite da ecotoxicidade aguda ( $CL_{50;96h} \geq 30.000$  ppm da FPS)<sup>3</sup>. A amostragem de fluidos de perfuração de base aquosa em momento prévio ao uso ocorre no tanque ativo de fluidos (F).

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. Além disso, neste mesmo ponto de coleta (saída das peneiras), são coletadas as amostras de cascalhos para os ensaios de monitoramento em momento pré-descarte (C).

Após a passagem pelas peneiras, o fluido é direcionado para os tanques de decantação (*sand traps*), onde ocorre a sedimentação parcial dos sólidos não removidos nas peneiras – sólidos finos. A eles estão conectados, os seguintes equipamentos: desgaseificador e sistema secundário de extração de sólidos.

<sup>3</sup>Deverão ser realizadas amostragens em momento prévio ao uso nas fases sem retorno. No entanto, a partir de setembro de 2016, também deverão ser realizadas amostragens em momento prévio ao uso nas fases com retorno.

O desgaseificador, instalado no primeiro ou segundo *sand trap*, é acionado caso seja detectado que o fluido retornado do poço está 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, no seu todo ou em parte. Estes mesmos fatores irão influenciar na escolha de qual equipamento usar e por quanto tempo.

Na passagem pelo sistema secundário, os sólidos finos (areia e silte) são removidos e descartados ao mar, mediante resultado negativo para a presença de óleo livre através do Teste de Iridescência Estática.

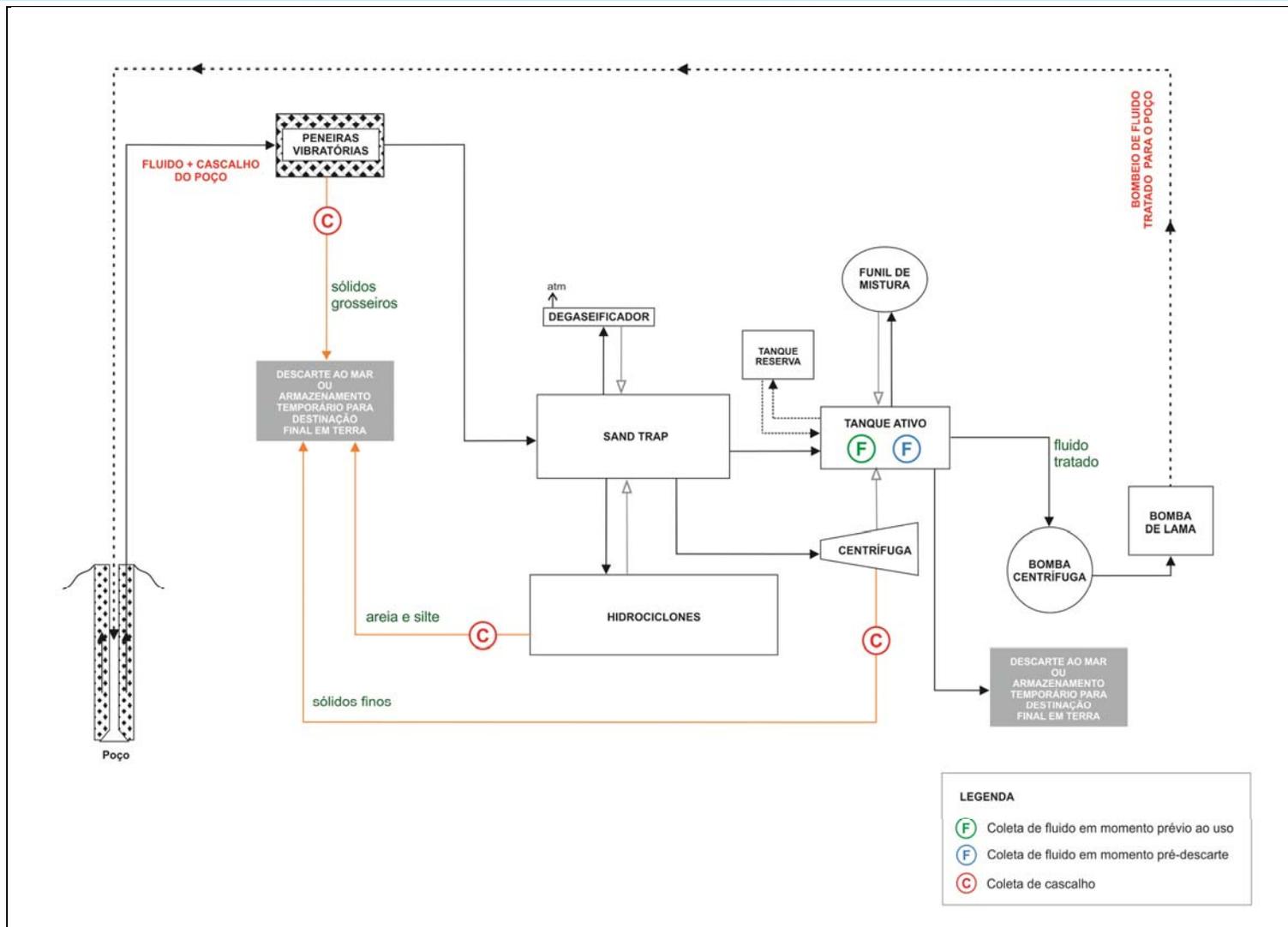
Quando do uso do sistema secundário, amostras de sólidos finos (areia e silte) serão coletadas nas descargas de cada equipamento e adicionados aos demais sólidos extraídos, de modo a compor uma amostra única e representativa, composta por todos os sólidos removidos de todos os equipamentos extratores de sólidos, a ser submetida aos ensaios de metais e HPA (EPA 8270C), para monitoramento em momento pré-descarte. Para o ensaio de Iridescência Estática, no entanto, o ponto de coleta deverá ocorrer na saída das peneiras, conforme determinado pelo método EPA 1617 (©).

Após a passagem pelos *sand traps*, o fluido segue para o tanque ativo, onde pode ser tratado quimicamente, recondicionado e bombeado de volta ao poço. É na chegada aos tanques ativos, normalmente em número de dois, que o FPBA é coletado, quando necessário, para a avaliação de suas propriedades físico-químicas. Os tanques reserva são utilizados para estocar volume de fluido para recompor o sistema ou para o preparo de soluções para tratamento do fluido em circulação.

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

A coleta de fluido de perfuração de base aquosa em momento pré-descarte para realização dos os ensaios de ecotoxicidade aguda, metais e HPAs é feita no tanque ativo de fluidos (F).

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.



**FIGURA 5.1 - Fluxograma do 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.**

### **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 aguda<sup>4</sup>. 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 a 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, tanque auxiliar para a coleta do fluido removido dos cascalhos, bombas e uma centrífuga decantadora horizontal (responsável pela remoção dos sólidos finos do fluido recuperado). É este sistema que garante o atendimento do 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, não havendo coleta de cascalhos para ensaios pré-descarte na saída destes equipamentos. Na passagem destes sólidos 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, enquanto que os sólidos secos são encaminhados para descarte ao mar, após verificado se estão dentro dos padrões legais para tal descarte.

O maior volume de cascalho descartado no mar durante a perfuração com FPBNA se dá após a passagem pelo secador. Desta forma, é na saída do secador que as amostras de sólidos são coletadas para os ensaios de monitoramento em momento pré-descarte (C). São coletadas amostras de cascalhos para os ensaios de HPA e metais (EPA 8270C). São também testados para checar a presença de óleo livre através do Teste de Iridescência Estática (EPA 1617) e de óleo da formação através do Ensaio de Extração em Fase Reversa (RPE – EPA 1670), e o teor de base orgânica nele aderida, através do Teste da Retorta. Após comprovação de que o cascalho não está contaminado, e desde que a base orgânica tenha atendido as condições de uso, este é direcionado para o descarte ao mar.

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.

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%

<sup>4</sup>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.

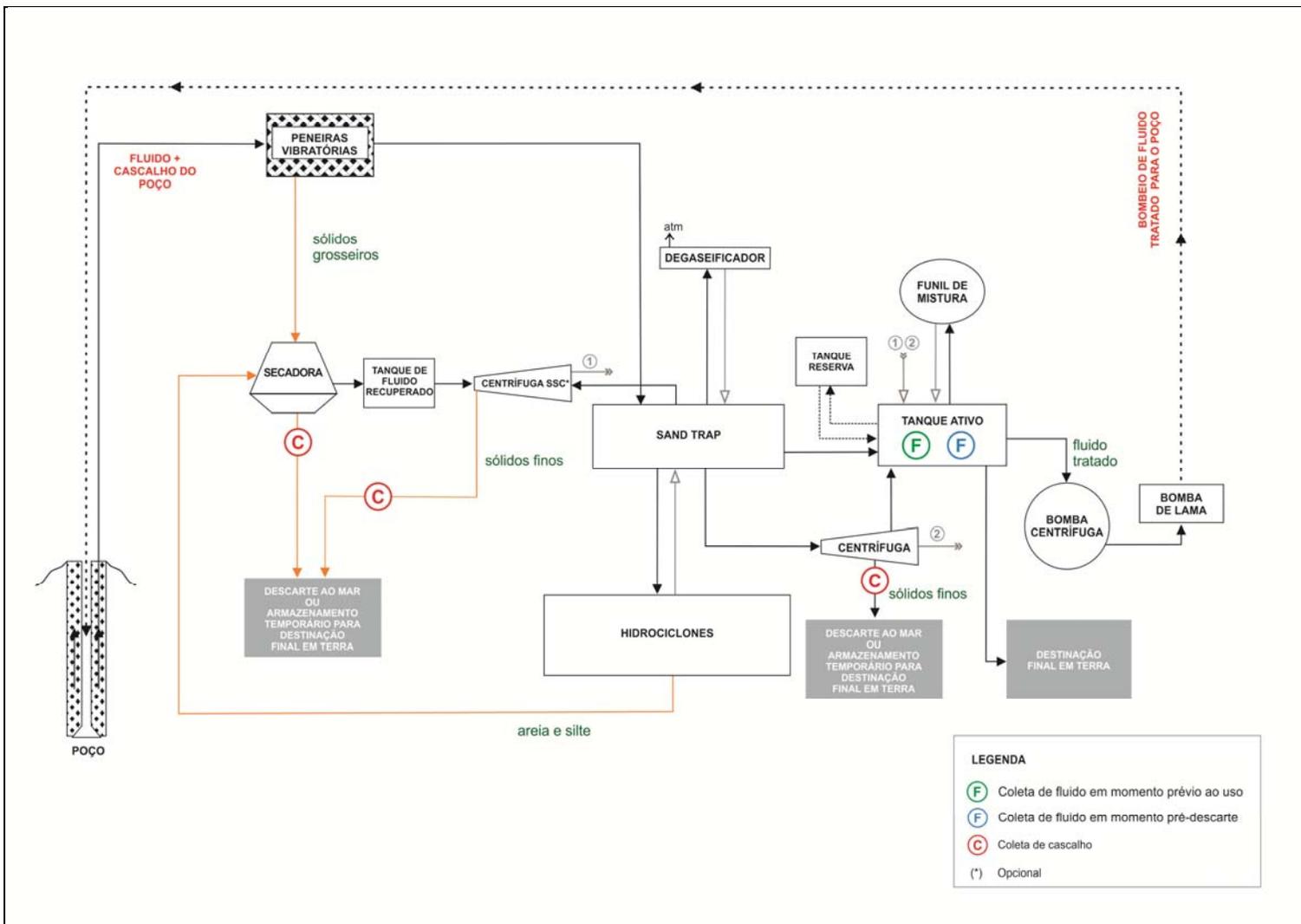
- para n-parafinas, olefinas internas - IO, olefinas alfa lineares - LAO, polialfa olefinas - PAO e fluidos a base de óleo mineral tratados; ou 9,4% - para ésteres, éteres e acetais e 6,9% para situações onde ocorra o *blend* de base orgânicas).

Sempre que o teor de base orgânica aderida a estes sólidos venha a comprometer a média ponderada final do poço, estes sólidos serão coletados e transportados para tratamento e/ou disposição final em terra

A coleta de fluido de perfuração de base não aquosa após o retorno do fluido para os Ensaio de RPE será feita no tanque ativo de fluidos (F).

Sempre que do uso das centrífugas, amostras dos sólidos por elas gerados serão coletadas para compor uma amostra única e representativa com os sólidos originados em todos os equipamentos de separação de sólidos, a qual será submetida aos Ensaio de metais e HPA (EPA 8270C) antes de seu descarte ao mar. Para o ensaio de Iridescência Estática, no entanto, o ponto de coleta deverá ocorrer na saída das peneiras, conforme determinado pelo método EPA 1617. A amostragem dos sólidos para o ensaio de Retorta, por sua vez, deverá ocorrer em cada ponto de descarte, ou seja, após o secador e após as centrífugas, conforme estabelecido pelo método EPA 1674 (C).

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.



**FIGURA 5.2 - Fluxograma do 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 nos quais foram utilizados fluidos de base aquosa serão lavados com a utilização de água do mar, sob vigorosa agitação. Lavadoras de alta pressão devem ser empregadas para que seja utilizado o menor volume possível de água, a fim de minimizar a geração de resíduos.

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 Projeto.

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 mesmos 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 Projeto.

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, a TOTAL irá realizar na água de lavagem as

mesmas análises aplicáveis a FPBA - ensaio de iridescência estática, ecotoxicidade aguda, teor de HPA e de metais.

## 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 uso<sup>5</sup> para realização do ensaio de ecotoxicidade aguda – devendo atender ao limite de  $CL_{50;96h} \geq 30.000$  ppm da FPS para seu uso. Os fluidos complementares que não atendam ao limite de toxicidade aguda 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, devendo todo o volume bombeado permanecer no poço e não haver descarte ao mar de seu volume morto.

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.

<sup>5</sup>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 com amostras retiradas em momento prévio ao uso nas fases sem e com retorno

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 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 usuais 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 utilização dos fluidos complementares também é necessária a realização de coleta de amostras destes fluidos em momento prévio ao uso no tanque de fluidos (F), seja no ativo ou reserva.

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,  $CaCl_2$ , NaBr, KBr,  $CaBr_2$ , KHCOO e NaHCOO, a avaliação no estudo prévio a seleção dos fluidos, será feita sem a presença destes sais, dispensando assim a coleta em momento prévio ao uso. Este procedimento será realizado devido à impossibilidade de coleta de amostra em momento prévio ao uso na unidade de perfuração sem a presença destes sais, uma vez que em sua maioria, os fluidos complementares são preparados a partir de salmouras recebidas das estações de fluido. Nestes casos, pelo mesmo argumento, não será realizada coleta em momento pré-descarte.

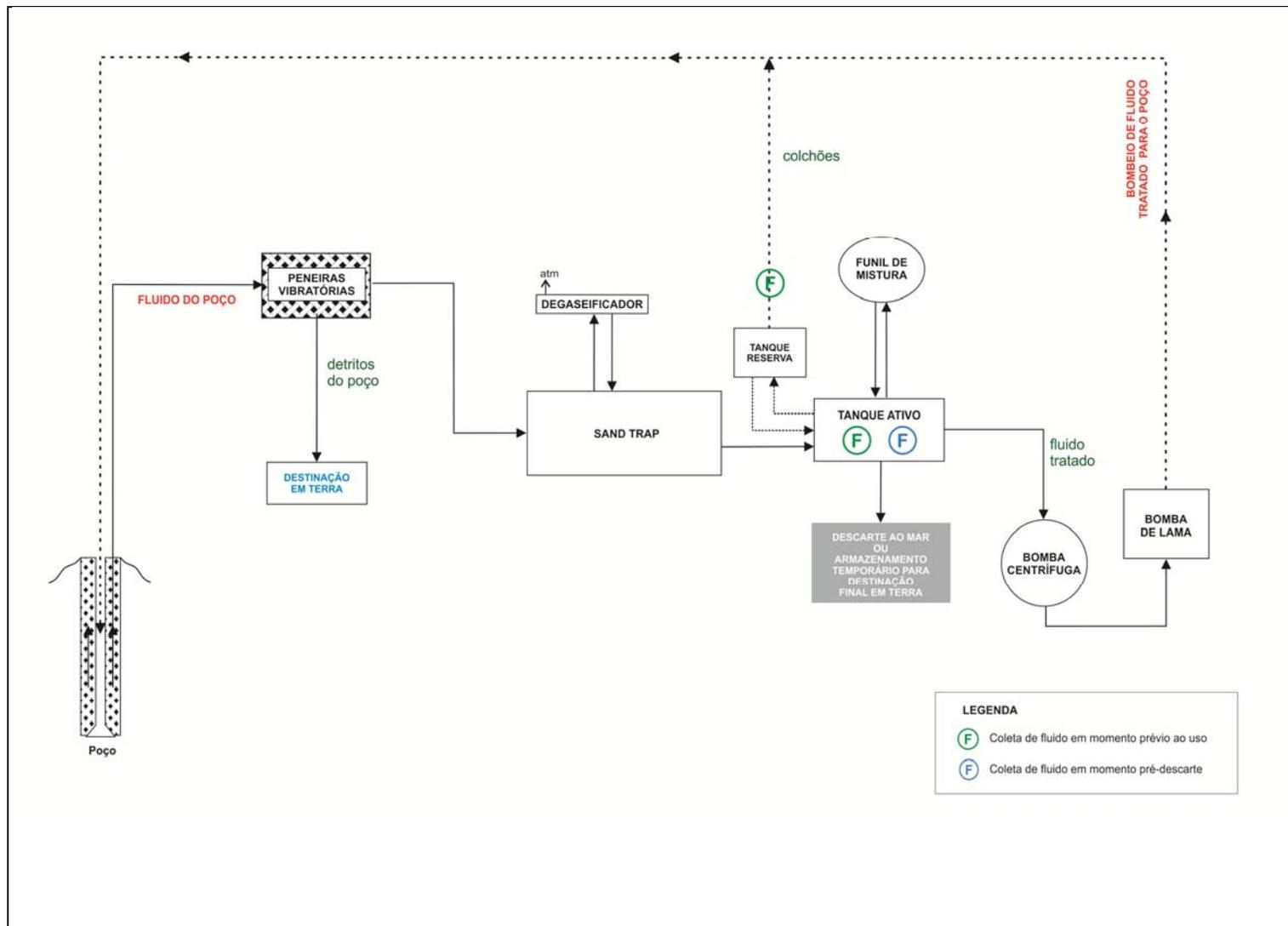
Assim como ocorre para os fluidos de completação, caso os colchões/tampões retornem à superfície, estes serão testados quanto à contaminação de óleo livre através do Teste de Iridescência Estática, e serão descartados ao mar em caso de ausência de contaminação. No entanto, caso não exista possibilidade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

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**.

### 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 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*), a depender da disponibilidade destes sistemas na unidade de perfuração.

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 de início de poço)**

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, na “boca” 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.

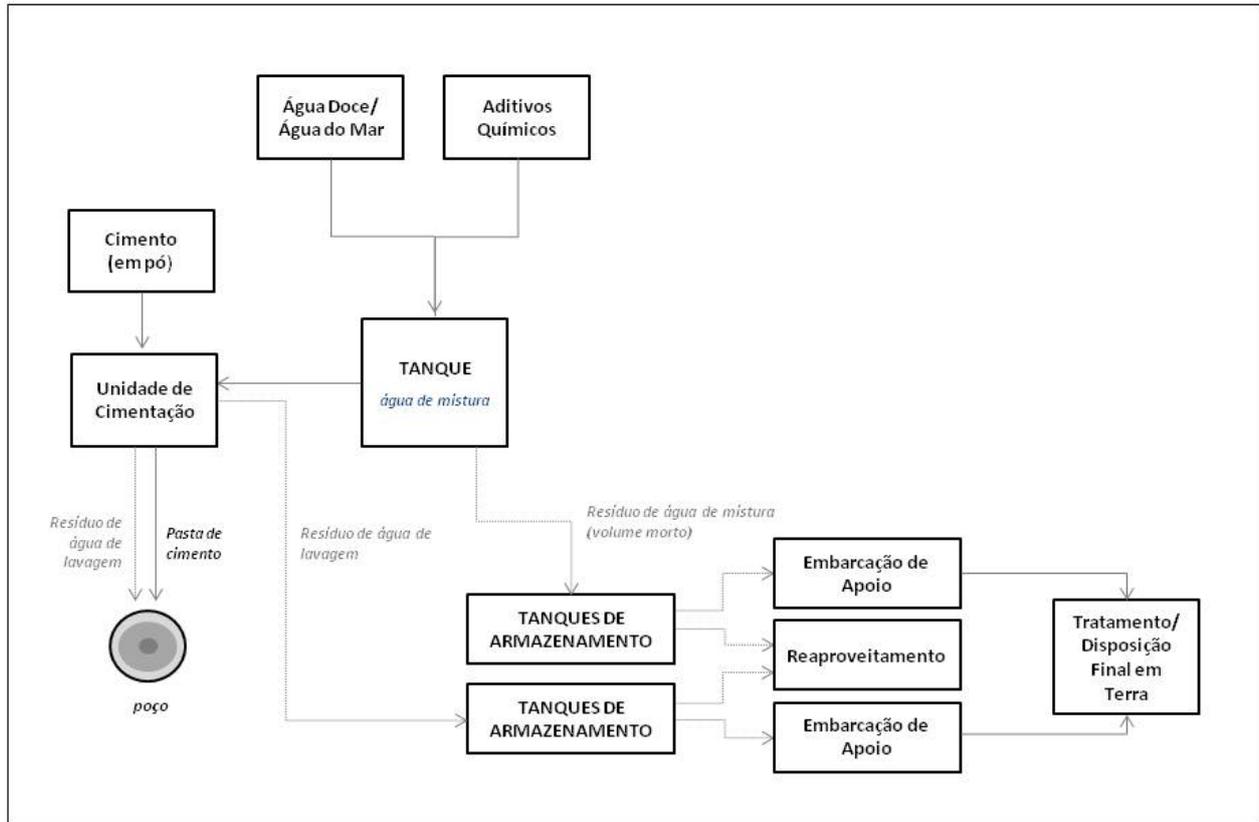
Os colchões traçadores são preparados nos tanques de lama da unidade marítima de perfuração, de onde são bombeados diretamente para o poço com o emprego das bombas de lama da unidade de perfuração.

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 das pastas de cimento e as 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”).

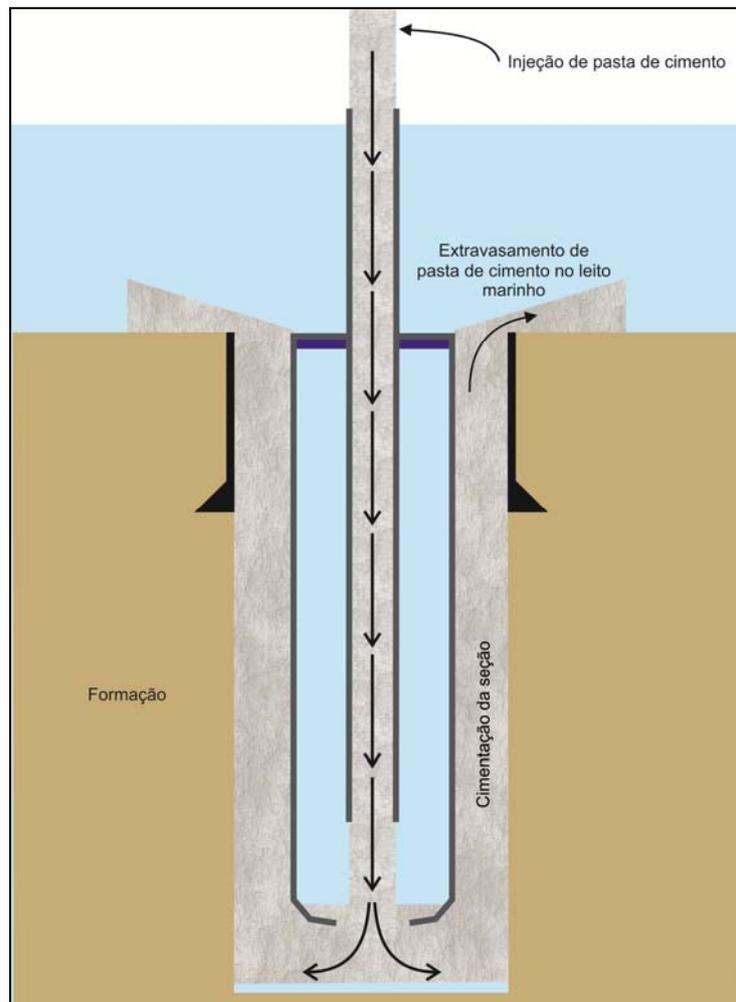
As operações poderão gerar resíduo remanescente (volumes mortos) de água de mistura – **Figura 5.4**. Este resíduo é normalmente utilizado como insumo para o preparo de fluidos de perfuração de base aquosa para a perfuração das demais seções do poço. Em caso de impossibilidade de uso em fluidos de perfuração 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 à 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 total cimentação da seção. Como consequência, é normal ocorrer o extravazamento 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, embora geralmente as pastas e os colchões fiquem 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.

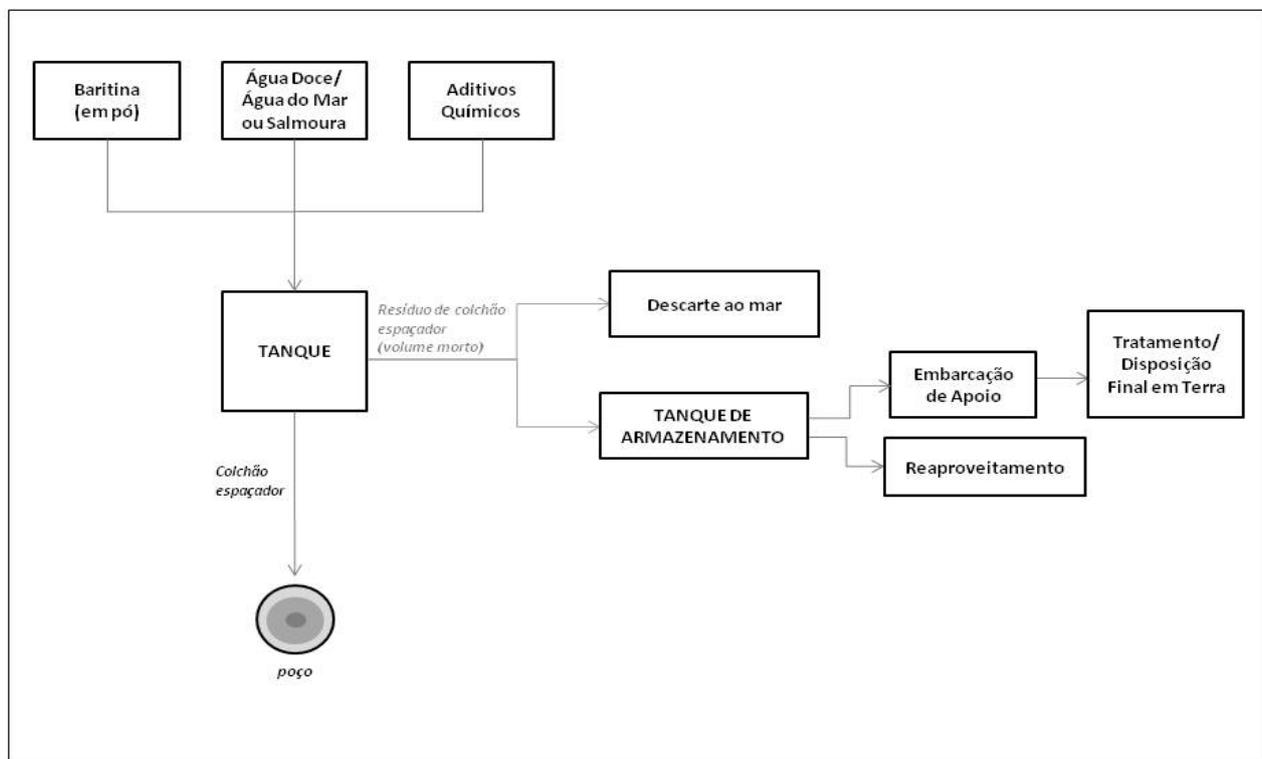
Neste tipo de cimentação pode ser necessária a formulação de uma ou duas pastas de cimento e o colchão traçador é substituído pelo colchão espaçador. O preparo do colchão se dá em um tanque da unidade marítima, pois componentes sólidos fazem parte da sua composição. Após o preparo do colchão, um volume residual permanece no tanque, denominado volume morto. Este volume pode ser descartado ao mar, desde que atenda os requisitos de descarte, descritos no **Item 7**. Caso contrário, ele será reaproveitado no preparo de futuros fluidos de perfuração de base não aquosa. Na impossibilidade do seu reaproveitamento, ele será armazenado em tanques apropriados para sua disposição final em terra (**Figura 5.6**).

Uma amostra do colchão será coletada para o monitoramento em momento prévio ao uso, desde que não sejam utilizados sais em sua formulação. Neste caso, adotar-se-ão os resultados obtidos no estudo prévio a elaboração do projeto de fluidos. 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**, que ilustra o sistema de circulação dos fluidos complementares. 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.

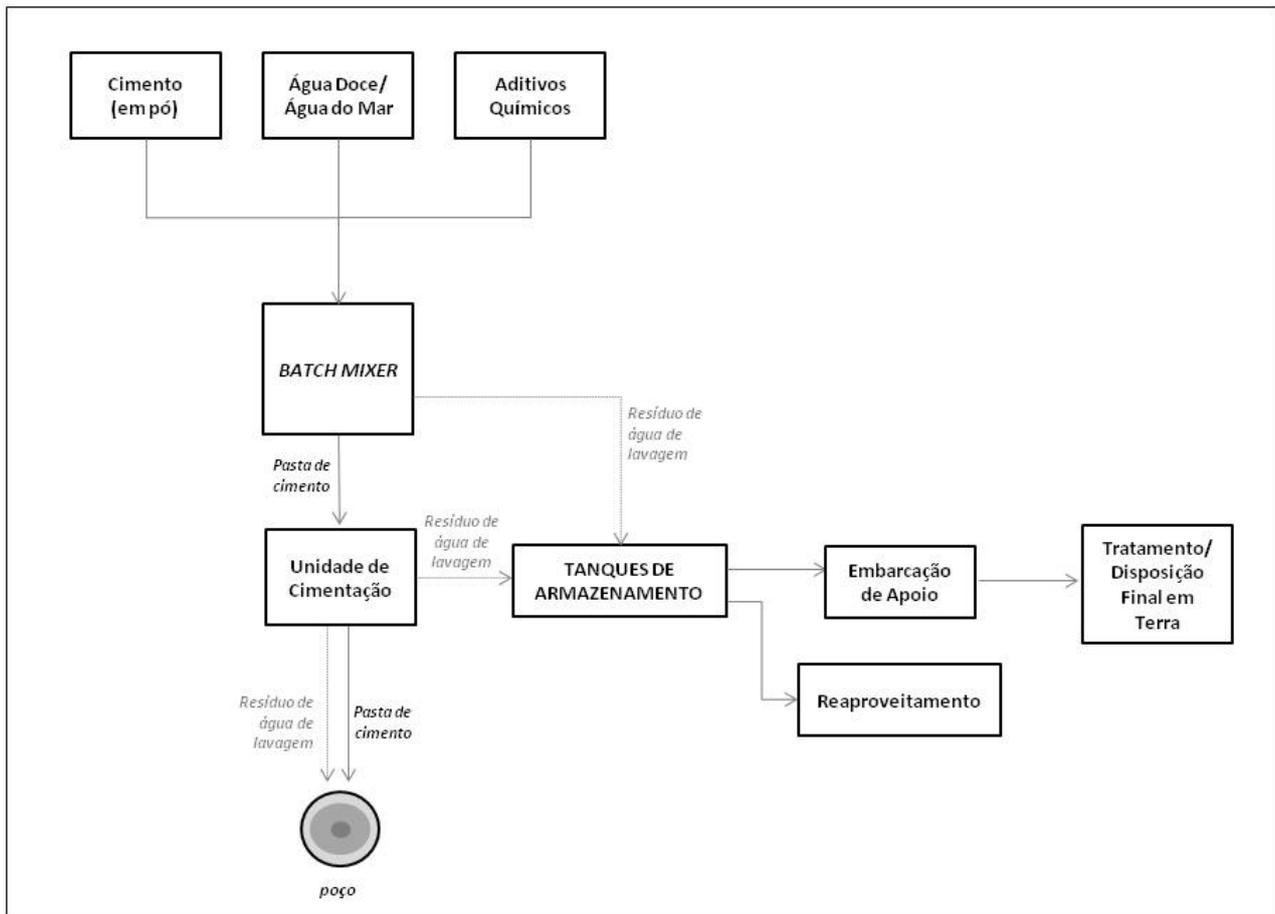
A depender dos volumes envolvidos e arranjo da unidade de perfuração, pode ser empregado um recirculador (*batch mixer*) para misturar a água de mistura ou a própria pasta de cimento. Para este processo, também não há geração de volume morto.

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*”.



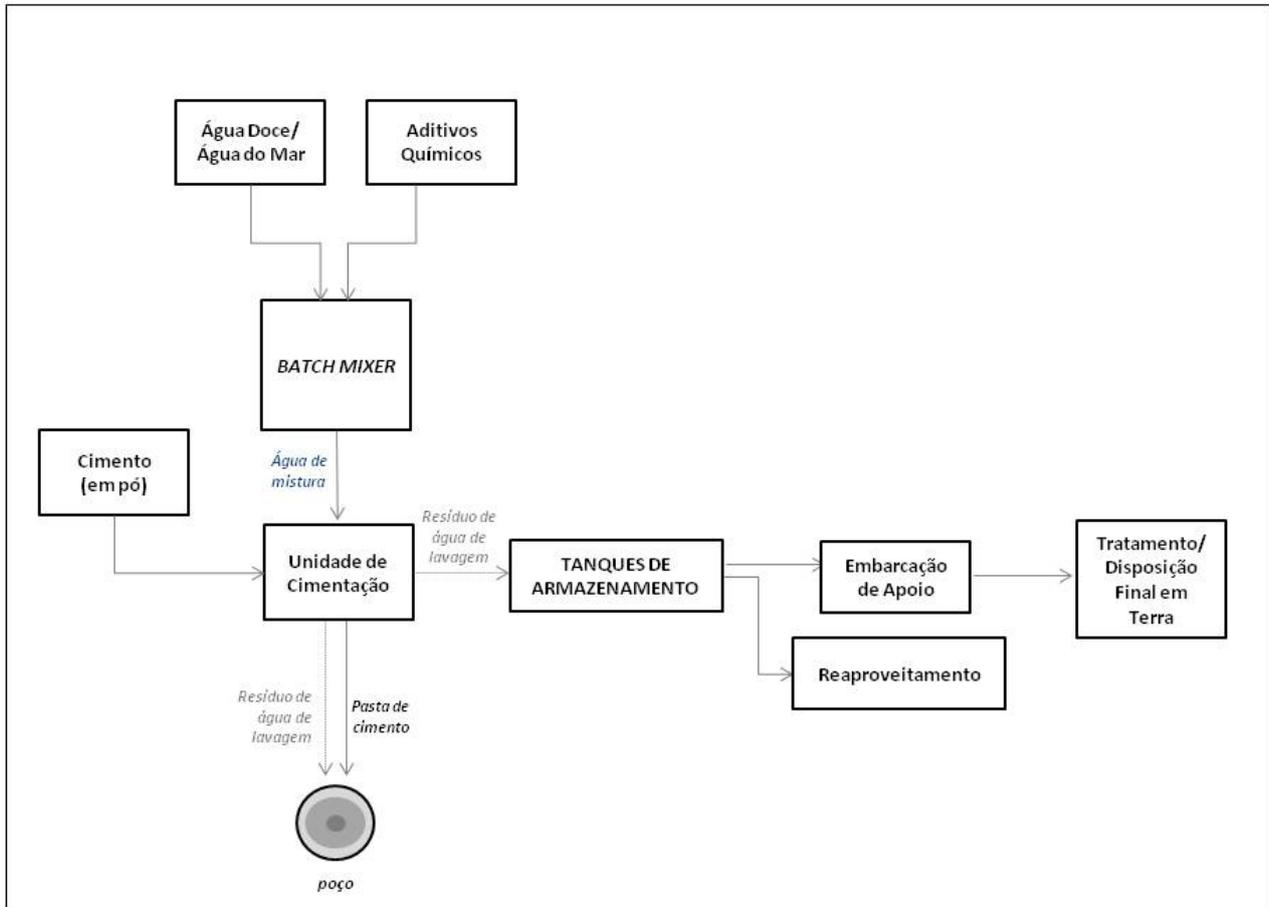
**FIGURA 5.6 - Fluxograma do preparo de colchão espaçador, indicando os resíduos originados e suas destinações, bem como o ponto de amostragem em momento prévio ao uso.**

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 serão 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.



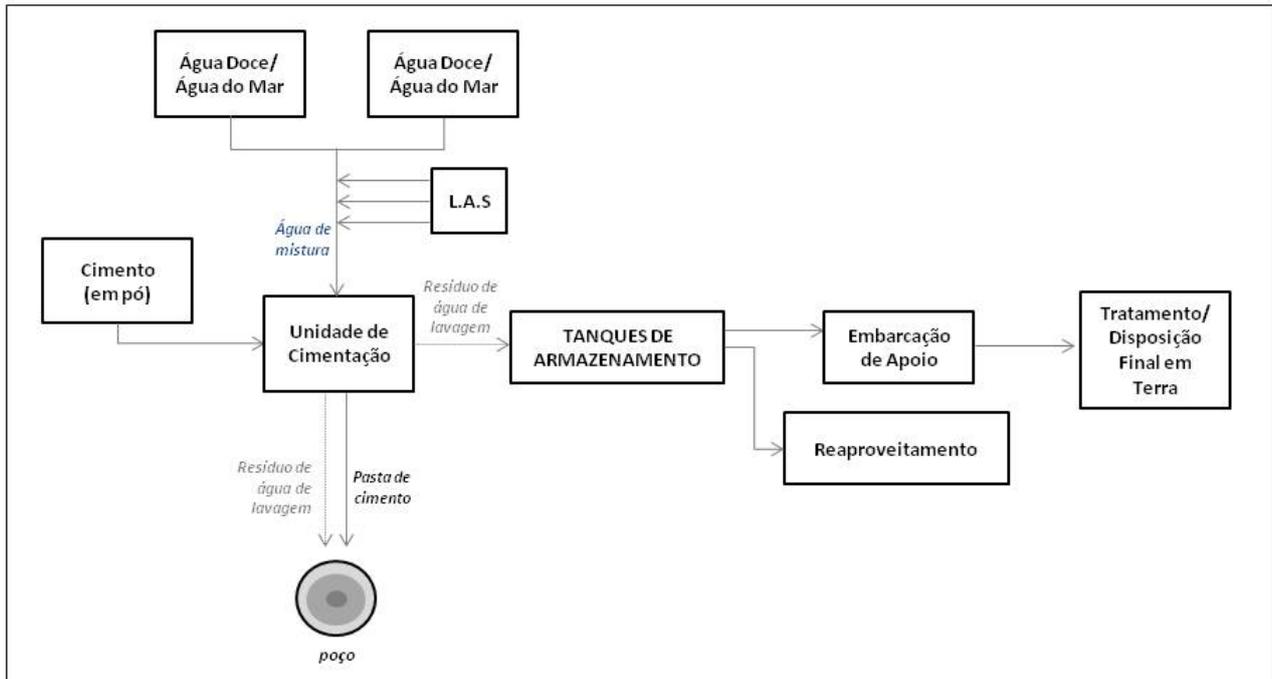
**FIGURA 5.7 - Fluxograma do preparo de pasta de cimento em sistema *Batch Mixer*, indicando os resíduos originados.**

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 será 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 será armazenada em um tanque provisório e, em seguida, desembarcada para destinação final adequada em terra (**Figura 5.8**), uma vez que este efluente não pode ser descartado ao mar.



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

Caso a água de mistura não contenha em sua formulação aditivos sólidos, e, a unidade de perfuração dispuser instalado o LAS, é possível a utilização deste Sistema Dosador de Aditivo Líquido (LAS) para preparo de pasta de cimento. O único volume residual gerado nesta operação é a água de lavagem do processo de limpeza da unidade de cimentação, como indicado na **Figura 5.9**. Os procedimentos adotados para este resíduo será o mesmo proposto nas demais operações de cimentação.



**FIGURA 5.9 - Fluxograma do preparo de pasta de cimento em sistema Dosador de Aditivo Líquido (L.A.S.), indicando os resíduos originados.**

Embora não planejado, na ocorrência de excesso de pasta de cimento na unidade de cimentação (volume não bombeado), todo o volume excedente será coletado, armazenado e disposto adequadamente em terra.

### 5.1.3.2 LIMPEZA DE TANQUES

A unidade de cimentação será lavada com o mínimo volume possível de água. Este volume será bombeado para o poço na operação de deslocamento da pasta. No impedimento técnico ou operacional deste bombeio, a água residual será 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 mínimo volume de água e o efluente enviado para destinação final adequada em terra.

## 6. CONDIÇÕES PARA USO DE FLUIDOS E PASTAS DE CIMENTO

São descritos a seguir os principais aspectos relacionados aos requisitos de uso de fluidos de perfuração, complementares e pastas de cimento.

### 6.1 DOS PRODUTOS COMPONENTES

A TOTAL informa que, não utilizará em suas formulações produtos químicos restritos por legislação nacional, ou outros de uso proibido conforme determinado pelo 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”.

Atenção especial será dada à aquisição da baritina e base orgânica, para os quais todos os lotes serão analisados previamente e sua aquisição estará condicionada ao atendimento dos requisitos estabelecidos pelo IBAMA.

### 6.2 DOS ESTOQUES

#### *Baritina*

Como critério de aquisição, nenhum lote de baritina a ser adquirido poderá conter mercúrio e cádmio acima dos limites máximos estabelecidos. O conteúdo de outros metais e metaloides específicos serão também reportados, como indicado na **Tabela 6.1**. Os relatórios ou laudos analíticos que atestem o atendimento destes requisitos serão apresentados anualmente, no âmbito do Processo Administrativo de Fluidos de Perfuração e Complementares da TOTAL (Processo nº 02022.000839/2013).

**TABELA 6.1 – Análises de metais e metaloides na baritina para verificação das condições de uso.**

Parâmetro	Metodologia Recomendada	Limite Estabelecido para Uso
Cádmio	US EPA 3050 B (Digestão ácida) US EPA 6010C (Determinação analítica)	3 mg/kg
Mercúrio	US EPA 7471 B (Dissolução ácida e Determinação analítica)	1 mg/kg
Alumínio, Arsênio, Chumbo, Cobre, Cromo, Ferro, Manganês, Molibdênio, Níquel, Silício, Vanádio e Zinco	US EPA 3052 (Digestão ácida) US EPA 6010C (Determinação analítica)	Não estabelecido

#### *Base Orgânica*

A base orgânica utilizada nos fluidos de perfuração e complementares não aquosos deve ser analisada quanto ao teor de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs), ao potencial de bioacumulação, à biodegradabilidade e à ecotoxicidade em sedimento marinho 10 dias), conforme indicado na **Tabela 6.2**.

O atendimento aos valores de referência estabelecidos para as análises na base orgânica serão mandatórios para sua aquisição, visto que o uso de base orgânica fora destes limites implicará na impossibilidade de descarte de cascalhos umedecidos com FPBNA para o mar.

Os relatórios ou laudos analíticos que atestem o atendimento destes requisitos serão apresentados anualmente, no âmbito do Processo Administrativo de Fluidos de Perfuração e Complementares da TOTAL (Processo nº 02022.000839/2013).

**TABELA 6.2 – Análises na Base Orgânica para verificação das condições de uso.**

Parâmetro	Metodologia Recomendada	Limite Estabelecido para Uso
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)	EPA 1654A	10 mg HPA/kg
Potencial de Bioacumulação (log Pow)	OECD 107 e/ou OECD 117 <sup>1</sup>	Não estabelecido
Ecotoxicidade em sedimento marinho (10 dias)	EPA 1644 EPA 1646 (Contaminação do sedimento)	Toxicidade inferior ou igual ao padrão indicado pela EPA (padrão C16-C18 para Olefina Interna ou C12-C14/C8 para Éster)
Potencial de Biodegradabilidade Anaeróbia	ISO 11734 modificado (Método EPA 1647)	Biodegradabilidade igual ou superior ao do padrão indicado pela EPA (razão de TGP $\leq$ 1)

<sup>1</sup>O potencial de bioacumulação deve ser avaliado por meio do coeficiente de partição octanol-água. A metodologia escolhida deve ser justificada e fundamentada nos relatórios de análise.

## 7. MONITORAMENTO DE FLUIDOS E CASCALHOS

Como critério de monitoramento serão adotadas as orientações (parâmetros, frequências e métodos analíticos) determinadas 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”, resumidos no **Anexo A**. Deste modo, o monitoramento prévio ao uso e pré-descarte serão aplicados no PMFC a ser implementado em todas as atividades da TOTAL.

Os resultados das análises serão apresentados em laudos analíticos laboratoriais ou registros devidamente assinados pelos responsáveis. Adicionalmente, os resultados dos parâmetros avaliados serão apresentados conforme apresentado no **Anexo B**.

Caso algum laudo de laboratório constate uma não conformidade com respeito aos requisitos estabelecidos, a TOTAL comunicará imediatamente ao IBAMA, com manifestação junto ao Processo de Licenciamento, juntando cópia ao Processo Administrativo de Fluidos de Perfuração e Complementares da TOTAL (Processo nº 02022.000839/2013).

## 7.1 MONITORAMENTO PRÉVIO AO USO DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO E COMPLEMENTARES

No âmbito geral, para fins de uso, os fluidos de perfuração e complementares devem 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)<sup>6</sup>.

Quando do emprego de uma mesma formulação de fluido em mais de uma fase consecutiva, a amostragem do fluido em momento prévio ao uso para realização do ensaio de ecotoxicidade aguda será realizada antes do início da primeira fase sequencial, não sendo necessária realização de outro ensaio prévio até a utilização de nova formulação.

O uso de um fluido complementar que apresente resultado de  $CL_{50,96h} \leq 30.000$  ppm da FPS somente será realizado em fases com retorno à plataforma e sem descartes ao mar como descrito no **Item 5.1.2.2**.

## 7.2 MONITORAMENTO PRÉ-DESCARTE DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO, COMPLEMENTARES 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) serão 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 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. Conforme descrito no **Item 7.1**, o atendimento ao critério de ecotoxicidade será comprovado pelo ensaio em amostra coletada no momento prévio ao uso dos fluidos<sup>6</sup>.

<sup>6</sup>Deverão 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.

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

O descarte de fluidos de perfuração de base aquosa, bem como do cascalho a eles associados, 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, deve ser constatada a ausência de óleo livre, a partir do Ensaio de Iridescência Estática. A avaliação do fluido deve ser realizada diariamente durante a perfuração de zonas que contenham hidrocarbonetos e antes de qualquer descarte de fluido de base aquosa excedente. Já o cascalho deve 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 serão armazenados para disposição final em terra.

Além disso, para o descarte de fluidos de base aquosa e cascalho ao mar, o resultado de ecotoxicidade aguda, realizada com amostra de fluido coletada no momento pré-descarte, deve atender ao limite de  $CL_{50;96h} \geq 30.000$  ppm da FPS (Métodos NBR 15.308 e NBR 15.469).

O descarte de fluidos de base aquosa e cascalho ao mar está condicionado ainda ao resultado da concentração de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA- 16 prioritários), o qual deve ser inferior a 10 ppm, a ser realizado com amostras de fluido e cascalho em momento pré-descarte.

Sendo assim, amostras de fluido de base aquosa ao final de cada fase perfurada com *riser* serão coletadas para a determinação de sua ecotoxicidade aguda, teor de HPA e de metais e metaloides. Amostras de cascalhos serão submetidas a estes dois últimos ensaios.

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

Para os descartes de FPBA+cascalho ao mar, a vazão máxima será  $159 \text{ m}^3/\text{h}$  (1.000 bbl/h).

### **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 ou será encaminhado para disposição final em terra, caso a sua reutilização não seja viável.

O descarte no mar do cascalho associado ao FPBNA, por sua vez, somente será realizado se a base orgânica empregada atender os limites dos ensaios de biodegradabilidade e ecotoxicidade em sedimento marinho (10 dias) exigidos. No entanto, se o FBNA apresentar contaminação por óleo da formação, detectado pelo teste de iridescência estática, os cascalhos serão coletados para disposição final em terra.

Ao final de sua utilização em cada fase será realizado o monitoramento de fluidos de perfuração de base não aquosa, cujos critérios, frequência e métodos de análise seguem determinados no **Anexo A**.

Antes dos descartes do cascalho com FPBNA aderido, a salinidade, temperatura e densidade do fluido serão medidas e registradas.

Para o descarte de cascalho com FPBNA aderido deve ser constatada a ausência de óleo livre, a partir do Ensaio de Iridescência Estática. Este deve ser realizado diariamente em amostras de cascalhos quando da perfuração de zonas de hidrocarbonetos e em pelo menos uma amostra antes do descarte de cascalho ao mar no final da fase. 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.

Deverá também ser constatada a ausência de óleo da formação, através do Teste de Detecção de Hidrocarbonetos (*Reverse Phase Extraction – RPE*). Deverão ser realizadas análises em FPBNA diariamente em amostras, quando se atingir as fáceis-reservatórios. Caso seja constatada presença de óleo da formação, os cascalhos não poderão ser descartados ao mar, devendo ser acondicionados em caçambas coletoras (*cutting boxes*) e encaminhados para destinação final adequada em terra.

Os limites do teor de base orgânica aderida aos cascalhos serão perseguido na execução dos projetos, deste modo, ao final de cada poço a média ponderada acumulada do teor de base orgânica aderido ao cascalho (massa de base orgânica/massa de cascalho úmido) não poderá ultrapassar os seguintes limites: 6,9% para os casos de n-parafinas, olefinas internas, olefinas alfa lineares, polialfa olefinas e fluidos de base de óleo mineral tratados ; e de 9,4% nos casos de ésteres, éteres e acetais; no caso de *blends* utilizar-se-á o valor mais restritivo. O volume de cascalho que possa levar a que este limite seja ultrapassado será recolhido para disposição final em terra.

Além disso, para o descarte cascalho com FPBNA, o resultado de ecotoxicidade aguda e ecotoxicidade em sedimento marinho (96h), realizada com amostra de fluido coletada ao fim de cada fase no momento pré-descarte, deve atender aos limites de  $CL_{50;96h} \geq 30.000$  ppm da FPS (Métodos NBR 15.308 e NBR 15.469) e  $\leq 1$  (Método EPA 1644), respectivamente.

O descarte de cascalho com FPBNA está condicionado ainda ao resultado da concentração de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA- 16 prioritários), o qual deve ser inferior a 10 ppm, a ser realizado com amostras de fluido e cascalho ao fim de cada fase em momento pré-descarte.

Amostras de FPBNA serão coletadas ao final de cada fase, para serem submetidas aos ensaios para a determinação de sua ecotoxicidade aguda, ecotoxicidade em sedimento (96h), teor de HPA e de metais e metaloides. Amostras de cascalhos serão submetidas a estes dois últimos ensaios.

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

Em situações em que for evidenciada a presença de óleo da formação, seja na remessa ou no recebimento de FPBNA, este será segregado e enviado para a planta de fluidos em terra, para posterior 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.

Adotar-se-á para os cascalhos de FPBNA o mesmo limite de adotado para os cascalhos de FPBA.

### ***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), com exceção da vazão de descarte ao mar, a qual não pode ser superior a 31,8 m<sup>3</sup>/h (200 bbl/h).

Quando do emprego de fluidos complementares de base aquosa, com os sais KCl, NaCl, CaCl<sub>2</sub>, NaBr, KBr, CaBr<sub>2</sub>, KHCOO e NaHCOO em sua formulação, aprovados nos ensaios prévio ao uso de ecotoxicidade aguda, não há necessidade de realização de ensaios de toxicidade aguda em amostras retiradas pré-descarte. No entanto, caso novos produtos tenham sido adicionados à formulação inicialmente testada, o descarte ao mar não será permitido.

No caso de fluidos complementares de base aquosa que utilizem os sais KCl, NaCl, CaCl<sub>2</sub>, NaBr, KBr, CaBr<sub>2</sub>, KHCOO e NaHCOO a avaliação da ecotoxicidade deverá ser realizada sem a presença destes sais. Os resultados a serem obtidos definirão a possibilidade do descarte destes fluidos.

Qualquer descarte de fluido complementar de base aquosa terá a sua vazão limitada a 31,8 m<sup>3</sup>/h (200 bbl/h).

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

### ***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.

## **7.3 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**.

## 7.4. MONITORAMENTO DA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E EFLUENTES LÍQUIDOS

Conforme previamente descrito, os fluidos de perfuração e complementares, cascalhos e demais resíduos e oriundos das operações de limpeza de tanques e plantas que não atendam os 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.

### 7.4.1 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.

### 7.4.2 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**) deve 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.

### 7.4.3 Classificação

A classificação dos resíduos sólidos e efluentes oriundos da atividade de perfuração, não passíveis de descarte ao mar, será realizada utilizando-se a Norma ABNT NBR 10.004/2004, que os diferencia em perigosos e não perigosos de acordo com as suas características físicas, químicas e biológicas.

Na medida em que forem gerados, amostras destes resíduos serão coletadas na base de apoio no momento de seu recebimento, com o intuito de determinar o seu enquadramento dentro dos critérios da referida NBR.

A **Tabela 7.1**, a seguir, apresenta os principais resíduos gerados pela perfuração a serem dispostos em terra. Os demais resíduos provenientes dessas atividades são reportados no Projeto de Controle da Poluição (PCP).

**TABELA 7.1 – Listagem dos principais resíduos oriundos da atividade de perfuração marítima.**

Resíduo	Especificação
Cascalho	Com FPBA contaminado com óleo livre
Cascalho	Com FPBNA contaminado com óleo livre e/ou óleo da formação
Resíduo de fluido de base aquosa	FPBA, FCBA contaminado com óleo livre
Resíduo de fluido de base não aquosa	FPBNA, FCBNA contaminado com óleo livre e/ou óleo da formação
Pastas de cimento	Águas de lavagem da unidade, águas de mistura e excedente de pastas de cimento
Água de lavagem de tanques de fluido de base aquosa	FPBA contaminado com óleo livre
Água de lavagem de tanques de fluido de base não aquosa	FPBNA contaminado com óleo livre
Sólidos sedimentados nos tanques das embarcações	Com FPBNA
Granéis sólidos (cimento, baritina, bentonita e calcita)	Volumes mortos dos silos das unidades de perfuração e embarcações

Os granéis sólidos, por se tratarem de substâncias conhecidas e não perigosas, não serão submetidos aos ensaios da referida Norma.

#### 7.4.4 Procedimentos de Minimização da Poluição

Dentre as alternativas de fluidos adequadas a cada fase do projeto a TOTAL se esforçará para fazer uso dos fluidos que apresentarem o menor impacto ambiental, seja do ponto de vista ecotoxicológico ou de biodegradabilidade.

O controle da poluição está relacionado com outras medidas de monitoramento, mitigação e compensação exigidas no licenciamento ambiental. A TOTAL 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 TOTAL 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 (SSC) para redução do teor de base orgânica aderido ao cascalho gerado com fluido de base não aquosa. Outrossim, a TOTAL estará atenta ao surgimento de novos equipamentos e/ou técnicas que possibilitem a redução do teor de base orgânica aderida ao cascalho.

A TOTAL envidará esforços para aprimorar continuamente os procedimentos citados nos itens anteriores.

## **8. MEDIDAS DE ATENDIMENTO ÀS EXIGÊNCIAS DE USO E DESCARTE DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO E CASCALHOS**

A TOTAL se compromete em atender as exigências de uso e descarte de fluidos de perfuração e complementares, cascalhos e pastas de cimento preconizadas 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”.

Uma equipe capacitada para implementação e acompanhamento de todos os processos previstos pelo PMFC será responsável pelo atendimento às medidas de uso e descarte exigidas. Será de responsabilidade dos mesmos, direcionar os esforços necessários de logística e estrutura estabelecidos para o efetivo atendimento dos objetivos do presente Subprojeto.

## **9. 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.

## **10. 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”, encaminhado através do o PAR. 02022. 02022.000498/2015-72 COEXP/IBAMA.

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, 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.

## 11. 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 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 10.1** é apresentado o cronograma físico detalhado do PMFC, considerando-se a duração estimada de uma atividade de perfuração marítima.

**TABELA 10.1 – 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)												
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												

## 12. 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 (HPA) 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.

## 13. 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 a periodicidade estabelecida na licença ambiental.

## 14. RESPONSÁVEIS PELA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

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

Na alternativa de contratação de serviços de terceiros, a TOTAL ficará responsável pelo fornecimento, para a equipe executora, de todas as informações relativas aos cronogramas de perfuração e suas fases de execução, de forma a possibilitar um eficiente monitoramento ambiental das atividades.

## 15. RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Os responsáveis técnicos pela elaboração do PMFC são apresentados na **Tabela 15.1**, a seguir.

**TABELA 15.1 – Equipe Técnica.**

Nome	Formação	Registro Profissional	Cadastro IBAMA	Assinatura
Adriana Moreira da Fonseca	Bióloga- M.Sc. Ecologia	CRBio 05119/02-D	195.722	
Danielly Ferreira	Tecnólogo em Gestão Ambiental	CRQ-RJ-03424202	51.887.608	
Mariana Garcia de Freitas Gama Camerini	Bióloga - MSc. Engenharia Ambiental e Urbana	CR-Bio – 71.518/02	5.121.547	
Viviane Borges Campos	Bióloga – MSc Geologia e Geofísica Marinha/ Pós Graduada em Gestão Ambiental	CRBio 78.384/02	5.315.656	

## 16. 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 nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. *Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 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. PAR 02022.000498/2015-172 COEXP/IBAMA.

OECD (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT), 1989. Guideline for testing Chemicals. **OECD 117**. Partition Coefficient (n-octanol/water): High Performance Liquid Chromatography (HPLC) Method.

OECD (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT), 1995. Guideline for the Testing of Chemicals. **OECD 107**. Partition Coefficient (n-octanol/water): Shake Flask Method.